

Nazwa wydziału	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Nazwa kierunku	Elektronika
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Język prowadzenia studiów	polski
Dyscypliny naukowe, do których przypisany jest kierunek (udział procentowy) (w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny, wskazuje się dyscyplinę wiodącą, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa efektów uczenia się)	Dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych - dyscypliny: automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne - 80,00% Informatyka techniczna i telekomunikacja - 20,00%
W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia (opis standardów kształcenia (w przypadku zawodów uwzględniających standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia ePW)	Nie dotyczy
Liczba semestrów studiów	3
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom	magister inżynier
Kierunkowe efekty uczenia się	patrz tabela z efektami uczenia się
Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia (należy uwzględnić również praktyki zawodowe, jeśli praktyka jest przewidziana)	<ul style="list-style-type: none"> • egzamin pisemny • egzamin ustny • kolokwium pisemne • kolokwium ustne • test • sprawozdanie/raport pisemny • wykonanie i/lub obrona projektu • prezentacja • praca domowa • ocena aktywności w trakcie zajęć • konsultacje • ocena z pracy dyplomowej • ocena z egzaminu dyplomowego • samoocena
Łączna liczba godzin zajęć	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 1215 Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 1145 Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 1215

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów (wraz z obowiązkowymi praktykami)	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 90 Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 90 Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 90
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 49 (54%) Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 47 (52%) Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 49 (54%)
Liczba punktów ECTS jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 5 Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 5 Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 5
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 0 Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 0 Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 0
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie)	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 72 (80%) Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 48 (53%) Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 75 (83%)
Dla studiów o profilu praktycznym: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach przedmiotów/zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie)	Nie dotyczy
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie), z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 85 (94%) Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 81 (90%) Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 85 (94%)

<p>Liczba punktów ECTS, jaka może być uzyskana w ramach kształcenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: (liczba punktów ECTS nie może być większa niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu praktycznym albo 75% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim).</p>	<p>0 ECTS (0%)</p>
<p>Łączna liczba godzin z matematyki</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronika i Informatyka w Medycynie: 0 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/ L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów. • Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 60 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/ L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów. Jednakże z racji zaawansowanego charakteru przedmiotów obowiązkowych wymagana jest dodatkowa wiedza matematyczna, której nie posiadają absolwenci pierwszego stopnia studiów. W związku z tym wprowadzono dodatkową grupę przedmiotów specjalistycznych z matematyki Studenci wybierają jeden przedmiot z grupy przedmiotów matematycznych, tak by minimalna liczba godzin w toku studiów II st. wynosiła 60 i 4 ECTS • Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 45 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów. Jednakże z racji zaawansowanego charakteru przedmiotów obowiązkowych wymagana jest dodatkowa wiedza matematyczna, której nie posiadają absolwenci pierwszego stopnia studiów. W związku z tym wprowadzono dodatkową grupę przedmiotów specjalistycznych z matematyki Studenci wybierają jeden przedmiot z grupy przedmiotów matematycznych, tak by minimalna liczba godzin w toku studiów II st. wynosiła 45 i 4 ECTS
<p>Łączna liczba punktów ECTS z matematyki</p>	<p>Elektronika i Informatyka w Medycynie: 0</p> <p>Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 4</p> <p>Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 4</p>
<p>Łączna liczba godzin z fizyki</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronika i Informatyka w Medycynie: 0 • Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 0 • Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 0 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów
<p>Łączna liczba punktów ECTS z fizyki</p>	<p>Elektronika i Informatyka w Medycynie: 0</p> <p>Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 0</p> <p>Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 0</p>
<p>Łączna liczba godzin z języków obcych</p>	<p>Elektronika i Informatyka w Medycynie: 60</p> <p>Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 30</p> <p>Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 45</p>
<p>Łączna liczba punktów ECTS z języków obcych</p>	<p>Elektronika i Informatyka w Medycynie: 5</p> <p>Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 2</p> <p>Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 3</p>

Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	Elektronika i Informatyka w Medycynie: 20 Systemy Elektroniczne i Wbudowane: 20 Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki: 20
WYMIAR, ZASADY, FORMA PRAKTYK ZAWODOWYCH	Wymiar praktyk: Liczba punktów ECTS: Zasady i forma odbywania praktyk: Nie dotyczy
Opis przedmiotów obieralnych	Student wybiera z określonych grup przedmiotów. Obieralne Zaawansowane Specjalności <ul style="list-style-type: none"> • SZEiF – 16 ECTS oraz 20 ECTS z 28 ECTS (5 z 7 przedmiotów) • • SEW - 9 ECTS • • EIM – 16 ECTS Obieralne Zaawansowane <ul style="list-style-type: none"> • SZEiF – 8 ECTS • • SEW – 7 ECTS • • EIM – 23 ECTS Obieralne Zaawansowane Matematyka <ul style="list-style-type: none"> • SEW – 4 ECTS W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.

EFEKTY UCZENIA SIĘ

(opis zakładanych efektów uczenia się dla kierunków w odniesieniu do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji)

Jednostka: Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Nazwa kierunku studiów: Elektronika
Poziom kształcenia: drugiego stopnia
Profil kształcenia: Ogólnoakademicki

Kod efektu	Opis efektu	Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk PRK	Odniesienie do charakterystyk II stopnia PRK
Wiedza			
W01	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w jednym z trzech następujących zakresów: - metody analizy sygnałów stochastycznych i algorytmy przetwarzania obrazów lub - metody obliczeniowe przydatne do rozwiązywania złożonych zagadnień dotyczących mikroelektroniki i fotoniki lub - estymacja parametryczna i nieparametryczna, weryfikacja hipotez statystycznych, analiza wariancji i regresji. - matematyczne metody opisu oraz numeryczne techniki symulacji i optymalizacji sprzętu: analogowego, cyfrowego i mieszanego oraz rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki w jednym z trzech następujących zakresów: - zjawiska fizyczne stanowiące istotę metod diagnostycznych takich jak radiografia, scyntygrafia i tomografie: rentgenowska, magnetycznego rezonansu jądrowego i pozytonowa lub - zjawiska fizyczne istotne dla działania zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki lub - zjawiska fizyczne istotne dla modelowania, analizy i projektowania obiektów technicznych specyficzny ..	P7U_W	III_P7S_WG I_P7S_WG_O
W02	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.	P7U_W	III_P7S_WG

W03	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w jednym z trzech następujących zakresów: - konstruowanie aparatury medycznej lub - zaawansowane materiały i struktury mikroelektroniki i fotoniki lub - z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych.	P7U_W	III_P7S_WG
W04	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami jednego z trzech następujących zakresów: - systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, - techniki tomograficzne stosowane w diagnostyce obrazowej i metody rekonstrukcji obrazów, - diagnostyczne techniki medycyny nuklearnej lub - projektowanie złożonych układów scalonych, - nanoelektronika lub fotonika zintegrowana, - technika laserowa i optoelektronika półprzewodnikowa lub komunikacja optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub fotowoltaiki, - materiały i nanotechnologie, - charakteryzacja i diagnostyka materiałowi struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych lub - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - projektowanie systemów wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.	P7U_W	III_P7S_WG
W05	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.	P7U_W	III_P7S_WG I_P7S_WG_O
W06	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do jednego z trzech następujących zakresów: aparatura elektromedyczna (EKG, EEG itd.); systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej; techniki tomograficzne stosowane w diagnostyce obrazowej i metody rekonstrukcji obrazów; diagnostyczne techniki medycyny nuklearnej lub analiza, projektowanie, modelowanie, charakteryzacja i wytwarzanie zaawansowanych struktur mikroelektroniki fotoniki oraz analiza i charakteryzacja materiałów mikroelektroniki i fotoniki; analiza i projektowanie złożonych układów scalonych; technika laserowa i optoelektronika półprzewodnikowa lub analiza i projektowanie złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej; technologia obrazu lub analiza i projektowanie złożonych systemów fotowoltaicznych lub systemy elektroniczne, w tym systemy wbudowane, mikro i nanosystemy; układy analogowe impulsowe i wielkiej częstotliwości.	P7U_W	III_P7S_WG
W07	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej.	P7U_W	III_P7S_WK I_P7S_WK
W08	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	P7U_W	I_P7S_WK
Umiejętności			

U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	P7U_U	I_P7S_UK
U02	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.	P7U_U	I_P7S_UK
U03	Potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim i krótkie doniesienie naukowe w języku angielskim, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych.	P7U_U	I_P7S_UK
U04	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki.	P7U_U	I_P7S_UK
U05	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się zrealizować proces samokształcenia.	P7U_U	I_P7S_UU
U06	Ma umiejętności językowe w zakresie elektroniki, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7U_U	I_P7S_UK
U07	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: projektowanie podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii; projektowanie aparatury medycznej; kontrola jakości aparatury diagnostycznej stosowanej w medycynie lub - modelowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki; wytwarzanie struktur mikroelektroniki i fotoniki; weryfikacja złożonych układów scalonych; analiza i modelowanie laserów i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych lub analiza złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej; technologia obrazu lub analiza złożonych systemów fotowoltaicznych lub - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki u ..	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U08	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: - projektowanie algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii, - projektowanie aparatury medycznej, - kontrola jakości aparatury diagnostycznej stosowanej w medycynie lub - analiza, projektowanie, modelowanie, charakteryzacja i wytwarzanie zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analiza i charakteryzacja materiałów mikroelektroniki i fotoniki, - analiza i projektowanie złożonych układów scalonych, - analiza, modelowanie, charakteryzacja i projektowanie laserów i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych lub analiza i projektowanie złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza i projektowanie złożonych systemów fotowoltaicznych lub - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w ..	P7U_U	III_P7S_UW_O

U09	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z trzech następujących obszarów: - elektroniki i informatyki w zastosowaniach medycznych lub - mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii lub - mikrosystemów i systemów elektronicznych oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne	P7U_U	III_P7S_UW_O
U10	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do jednego z trzech następujących zakresów: - projektowanie algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii, - projektowanie aparatury medycznej, - kontrola jakości aparatury diagnostycznej stosowanej w medycynie lub - analiza, projektowanie, modelowanie, charakteryzacja i wytwarzanie zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analiza i charakteryzacja materiałów mikroelektroniki i fotoniki, - analiza i projektowanie złożonych systemów scalonych, - analiza, modelowanie, charakteryzacja i projektowanie laserów i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych lub analiza i projektowanie złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza i projektowanie złożonych systemów fotowoltaicznych lub - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, system ..	P7U_U	III_P7S_UW_O
U11	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U12	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w jednym z trzech następujących zakresów: - aparatura elektromedyczna i techniki rejestracji sygnałów bioelektrycznych - aparatura i techniki radiologiczne, - aparatura tomograficzna i algorytmy rekonstrukcji obrazu, - aparatura diagnostyczna stosowana w medycynie nuklearnej - systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, lub - zaawansowane materiały i struktury mikroelektroniki i fotoniki oraz metody ich charakteryzacji i wytwarzania, - złożone systemy scalone, - lasery i optoelektroniczne przyrządy półprzewodnikowe lub złożone systemy komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologie obrazu lub złożone systemy fotowoltaiczne lub - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych.	P7U_U	III_P7S_UW_O
U13	Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych w zakresie studiowanej specjalności.	P7U_U	III_P7S_UW_O
U14	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla studiowanej specjalności.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UO I_P7S_UW_O

U15	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanej specjalności, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi. Potrafi: - stosując także koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U16	Potrafi: - zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniając aspekty pozatechniczne - wykonać złożony projekt z zakresu studiowanej specjalności oraz zrealizować ten projekt – co najmniej w części - używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzia.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UO I_P7S_UW_O
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7U_K	I_P7S_KO
K02	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	P7U_K	I_P7S_KK I_P7S_KR

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PPMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia problemowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Określenie tematyki, zakresu i harmonogramu prac związanych z pracą dyplomową.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<p>Pracownia problemowa to początek współpracy Dyplomanta i Promotora. W ramach zajęć ustalane są:</p> <ul style="list-style-type: none">• tematyka, zakres i cel pracy dyplomowej,• narzędzia i metodologia wykorzystywana w pracy,• zasady i formy współpracy Dyplomanta i Promotora.• Opracowywany jest harmonogram prac. Dyplomant dokonuje przeglądu literatury i w zależności od specyfiki pracy określa wstępną dokumentację pracy w postaci algorytmów, schematów blokowych, opisów eksperymentów, itp. Efekty pracy przedstawi Promotorowi w postaci raportu. Treści kształcenia Pracowni Problemowej obejmują: <p>1. Wprowadzenie do pracy dyplomowej</p> <p>Cel i struktura pracy dyplomowej. Wymagania formalne i merytoryczne. Etapy realizacji pracy dyplomowej.</p> <p>1. Metodologia badań naukowych</p> <p>Przegląd literatury i źródeł naukowych. Formułowanie hipotez badawczych. Metody zbierania danych Techniki analizy danych.</p>
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I

Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w celu określenia tematyki, zakresu i harmonogramu działań związanych z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Student wie jak opracować plan badawczy i zna sposoby weryfikacji, analizy i interpretacji wyników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Student zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu obejmującego tematykę pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Student potrafi przedstawić i uzasadnić przyjęte założenia i plan działania związany z pisaniem pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-DSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,(Metody)-Inteligentne systemy-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie studentów z pojęciem optimum, warunkami koniecznymi i dostatecznymi optymalności dla zadań optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami, pozwalającymi na weryfikację poprawności uzyskiwanych z pakietów rozwiązań. Studenci zapoznają się również z pewnymi pakietami modelowania i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych (AMPL, MATLAB). Ponadto w ramach wykładu przedstawione zostaną elementy teorii dualności Lagrangea oraz wybrane metody numerycznego rozwiązywania zadań optymalizacji. Szczególnie dużo uwagi poświęca się zadaniom programowania liniowego i kwadratowego. Celem dodatkowym jest zapoznanie studentów z pewnymi rzeczywistymi zastosowaniami metod optymalizacyjnych, formułowaniem modeli optymalizacyjnych oraz różnymi problemami, z którymi mogą się zetknąć w trakcie ich rozwiązywania, jak również praktycznym wykorzystaniem istniejących pakietów optymalizacyjnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL (w ramach programowania liniowego również LP_SOLVE). Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania. Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników.</p>
---------	---

1. Zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego. (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ**
1. Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej. (2h)
 2. Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych. (2h)
 3. Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)
 4. Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych. (2h)
- PROGRAMOWANIE LINIOWE**
1. Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej. (2h)
 2. Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M"). (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI**
1. Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności. (2h)
 2. Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępów dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego. (2h)
- PROGRAMOWANIE KWADRATOWE**
1. Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami. (2h)
 2. Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami. (2h)
- METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI**
1. Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego. (2h)
 2. Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary. (2h)
 3. Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea. (2h)
 4. Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego. (2h)

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Znajomość podstawowych koncepcji teorii optymalizacji oraz własności standardowych zadań optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Znajomość metodyki formułowania zadań optymalizacji w obszarach projektowania sprzętu oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Znajomość podstaw działania oraz własności numerycznych technik optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Umiejętność prawidłowego formułowania zadania optymalizacji na podstawie opisu zadania inżynierskiego oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Umiejętność właściwego doboru algorytmów numerycznej optymalizacji – z uwzględnieniem cech szczególnych zadania (rozmiar zadania, dostępność wrażliwości, koszt obliczeń funkcji celu, funkcji ograniczeń, rodzaj ograniczeń)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Umiejętność przeprowadzenia optymalizacji przy użyciu bibliotek numerycznych (np. programu Matlab). Umiejętność oceny przebiegu optymalizacji i własności rozwiązania (poprawność, dokładność, uwarunkowanie numeryczne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi udokumentować proces rozwiązywania zadania projektowego oraz osiągnięte wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Kształcenie oparte o projekty)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,(Semestr 2 modelowy)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów, także w praktyce, z zagadnieniami cyberbezpieczeństwa specyficznymi dla systemów Internetu Rzeczy. Student uczy się rozpoznawać potencjalne podatności i zagrożenia występujące we współczesnych systemach łączności radiowej ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń i sieci klasy IoT oraz poznaje typowe techniki wykrywania i zapobiegania incydentom bezpieczeństwa.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	120.00 h
Projekt	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	12
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

1. Wprowadzenie do zagadnień bezpieczeństwa sieci IoT, modelowanie zagrożeń. Specyfika systemów IoT i kwestie bezpieczeństwa, przykłady incydentów. Standardy, frameworki, protokoły, stan prawny, kierunki rozwoju. Pojęcia constrained-node, constrained-networks. Identyfikacja zagrożeń. Łączność w sieciach IoT – przewodowa i bezprzewodowa. Tablica przeznaczeń częstotliwości. Źródła informacji o urządzeniach IoT (np. FCC ID, inżynieria odwrotna). Technika Software Defined Radio – charakterystyka i rola w systemach IoT Minimisja: Na przykładzie specyfikacji wybranych urządzeń elektronicznych z najbliższego otoczenia - samodzielna próba identyfikacji sposobu i parametrów komunikacji (np. częstotliwość, moc, standard telekomunikacyjny).
2. Protokoły sieciowe w IoT Podstawy najpopularniejszych protokołów sieciowych wykorzystywanych w sieciach IoT np. HTTP, MQTT, CoAP. Narzędzia do generowania żądań i analizy komunikacji (np. Postman, MQTT Explorer, Mosquitto, Wireshark). Biblioteki wspomagające implementację klienta/serwera np. w Pythonie. Podgląd komunikacji na poziomie pakietów TCP/IP – program Wireshark. Minimisja: Klient/serwer w Pythonie – uruchomienie i modyfikacja przykładów . Analiza przechwyconych żądań i odpowiedzi za pomocą Wireshark dla protokołów sieci IoT Minimisja: Wykorzystując dostępne online odbiorniki SDR, odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały radiowe.
3. Podstawy komunikacji radiowej Fale elektromagnetyczne – właściwości propagacyjne, modele propagacji. Obliczanie bilansu łącza. Sygnał radiowy – definicja, miary jakości, cechy charakterystyczne. Podstawowe schematy modulacji analogowych i cyfrowych. Podstawowe problemy związane z przesyłaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (np. stosunek sygnał-szum, zniekształcenia, synchronizacja, publiczność przekazu). Reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej - sygnał kwadraturowy (IQ). Wizualizacja sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości, czasu-częstotliwości. Parametry widmowe sygnałów różnych standardów, identyfikacja sygnałów. Minimisja: Zainstalować i uruchomić odbiornik SDR na własnym komputerze. Przy jego pomocy odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały dostępne lokalnie w eterze. Minimisja: Analiza literaturowa obecnego stanu techniki w zakresie bezpieczeństwa systemów bezprzewodowych powszechnego użytku
4. Podstawowe narzędzia do testów penetracyjnych w sieciach radiowych IoT Architektura Zero-IF w systemach SDR. Przykłady dostępnych komercyjnie urządzeń odbiorczych i nadawczo-odbiorczych SDR – przegląd, wady, zalety ze szczególnym uwzględnieniem cech szczególnie ważnych dla badania bezpieczeństwa sieci IoT. Analizator widma. Oprogramowanie do odbioru i analizy sygnałów radiowych, np. Universal Radio Hacker, GNU Radio Companion, Gqrx, SDR#, SDR Console, Audacity. Minimisja: Odbiór sygnałów z wybranego otwartego standardu za pomocą mobilnej platformy SDR. Dyskusja nad potencjalnymi zagrożeniami wynikającymi z otwartości przekazu.

5. Testy bezpieczeństwa w sieciach IoT. Badanie bezpieczeństwa systemu IoT w różnych warstwach: rekonesans sieciowy (odkrywanie hostów, identyfikacja systemów operacyjnych oraz wersji narzędzi, mapowanie topologii), badanie protokołów w łączach bezprzewodowych i przewodowych, atakowanie usług/protokołów, przegląd konfiguracji hostów, testowanie aplikacji mobilnych / webowych / chmurowych, warstwa sprzętowa, rekonesans pasywny / OSINT. Rekonesans pasywny w sieci bezprzewodowej na przykładzie nasłuchu transmisji radiowych przy użyciu odbiorników SDR oraz ogólnodostępnego oprogramowania. Źródła wiedzy o sygnałach radiowych. Ulot elektromagnetyczny, urządzenia klasy TEMPEST. Minimisja: Wykorzystanie narzędzi do automatycznego skanowania sieci i podatności urządzeń IoT. Minimisja: Przechwytywanie i analiza emisji ujawniającej – ulot elektromagnetyczny.
6. Rekonesans systemu radiowego. Zagrożenia wynikające z możliwości przechwycenia transmisji, zarejestrowania sygnału, jego analizy/dekodowania i retransmisji. Inżynieria odwrotna protokołów radiowych na przykładzie urządzeń klasy Sub-1GHz. Typowe elementy ramki radiowej (np. preambuła, payload, suma kontrolna). Systemy o stałym i zmiennym kluczu. Minimisja: Dekodowanie sygnałów z urządzeń powszechnego użytku, np. stacje pogodowe, wodomierze, piloty zdalnego sterowania
7. Ingerowanie w działanie systemów radiokomunikacyjnych – nadawanie sygnałów. Aspekty prawne. Przegląd urządzeń i podzespołów pozwalających wytwarzać sygnały radiowe: dedykowane dla określonych schematów modulacji oraz generatory przebiegów arbitralnych (określanych na podstawie próbek IQ). Odtwarzanie zarejestrowanego sygnału – atak typu replay. Modyfikacja zarejestrowanego sygnału. Ataki typu brute-force, jamming, spoofing, tampering. Minimisja: Zaimplementować nadajnik podszywający się pod oryginalny czujnik stacji pogodowej (atak typu spoofing). Minimisja: Przeprowadzić atak typu brute-force oraz jamming na wskazanym systemie IoT.
8. Sieci WiFi / Bluetooth Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Przeprowadzenie ataków typu deauthentication, jamming sieci WiFi. Minimisja: Podsluchiwanie klawiatury / myszki bezprzewodowej.
9. Systemy ZigBee i BLE Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Podsluch oraz atak typu replay względem wybranego urządzenia konsumenckiego pracującego w standardzie ZigBee. Minimisja: Analiza komunikacji BLE. Odczyt deskryptorów, autentykacja, MAC spoofing.

10. Systemy łączności dalekiego zasięgu (np. LoRa, GPS, DCF77, publiczne emisje rozsiewcze) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Właściwości i propagacja fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości i na dużych dystansach. Modele propagacyjne. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: przeprowadzić wybrany atak na sieć LoRa np. bitflip, replay, ack spoofing. Minimisja: przeprowadzić atak GPS spoofing.
11. Systemy łączności bliskiego zasięgu (np. RFID, NFC) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Systemy RFID aktywne i pasywne. Tagi RFID i ich zabezpieczenia. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Klonowanie tagów. Modyfikowanie zawartości tagów. Podsluchiwanie transmisji pomiędzy czytnikiem a tagiem.
12. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 1. Komunikacja i diagnostyka za pomocą interfejsów szeregowych. Inżynieria odwrotna urządzenia IoT: inspekcja zewnętrzna, pozyskiwanie wszelkich informacji o urządzeniu z różnych źródeł, inspekcja wewnętrzna, identyfikacja roli kluczowych komponentów. FCC ID. Wyszukiwanie oraz czytanie not katalogowych komponentów elektronicznych. Komunikacja szeregową UART – odczyt informacji diagnostycznych. Standardy RS-232 / RS-485 i sieci przemysłowe. Protokół Modbus – podgląd transmisji, sterowanie urządzeniami. Minimisja: Inżynieria odwrotna wskazanego urządzenia IoT. Minimisja: Komunikacja w sieci przemysłowej Modbus – nasłuch i ingerencja
13. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 2. Komunikacja pomiędzy podzespołami urządzenia IoT (np. SPI, I2C, 1-Wire). Komunikacja pomiędzy komponentami składowymi urządzeń IoT – protokoły szeregowo SPI, I2C, 1-Wire itp. Podglądanie komunikacji z układami peryferyjnymi – wykorzystanie oscyloskopu, analizatora stanów logicznych itp. Pozyskiwanie listy zajętych adresów na magistrali I2C. Inżynieria odwrotna protokołu komunikacji w przypadku, gdy nota katalogowa układu nie jest dostępna. Wysyłanie własnych komend do sprzętu. Minimisja: odczyt, modyfikacja i zapis szeregowo pamięci EEPROM przechowującej nastawy lub firmware urządzenia. Minimisja: podgląd komunikacji szeregowo pomiędzy mikrokontrolerem a czujnikiem

14. Bezpieczeństwo IoT – aspekty prawne, moralne i praktyczne. Audyt bezpieczeństwa. Regulacje prawne (w tym planowane regulacje EU) dotyczące bezpieczeństwa urządzeń i systemów IoT. Kwestia ochrony prywatności użytkowników urządzeń IoT, anonimizacja danych, ochrona danych przed podsłuchaniem, szyfrowanie. Nieoczywiste drogi do utraty/zabrania komuś elementów prywatności, np. profilowanie zachowań ludzi na podstawie pomiarów zużycia energii elektrycznej, wody itp., ułot elektromagnetyczny, kamery i analiza obrazu za pomocą sztucznej inteligencji. Wykorzystywanie publicznie dostępnych danych do nieoczywistych zastosowań, np. <https://dictatoralert.org/>. Dalsze kierunki rozwoju dla inżynierów bezpieczeństwa IoT, rynek pracy. Minimisja: przygotowanie i poprowadzenie prelekcji lub dyskusji na wybrany temat dotyczący bezpieczeństwa IoT.
15. Rezerwa, prezentacje końcowe projektów semestralnych. Seminarium podsumowujące zrealizowane projekty semestralne. Każdy z zespołów prezentuje przygotowane rozwiązanie techniczne oraz uzyskane wyniki z zakresu bezpieczeństwa i stabilności działania sieci. Omawiane są logi wykrytych i przeprowadzonych prób naruszeń integralności systemów. Dyskusja nad potencjalnymi podatnościami poszczególnych rozwiązań.

Część I

Projekt	<p>Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT</p> <ul style="list-style-type: none">• Zadaniem każdego z kilkusobowych zespołów studenckich jest zaprojektowanie i zaimplementowanie uproszczonego modelu niskobudżetowej, możliwie bezpiecznej sieci IoT, realizującej zadania z zakresu akwizycji danych lub / i sterowania, zgodne z zarysem założeń funkcjonalnych określonym przez prowadzącego zajęcia. Istotą zadania jest zaprojektowanie własnego sposobu komunikacji bezprzewodowej wykorzystującego scalone transceivery Sub-1GHz lub / i urządzenia SDR (wykluczone jest stosowanie fabrycznych rozwiązań oferujących wbudowane szyfrowanie, np. WiFi, BLE, LTE itp.). Zadanie obejmuje wybór schematu modulacji, projekt ramki radiowej, wybór lub projekt protokołu warstwy aplikacji, decyzje o tym, czy system jest jedno- czy dwukierunkowy (z potwierdzeniami), wybór algorytmu szyfrowania (lub jego braku) itp. oraz implementację modelu sieci z wykorzystaniem dostępnych komponentów (np. minikomputer jednokładowy Raspberry Pi plus dołączony interfejs bezprzewodowy, czujnik lub / i element wykonawczy). Elementem zadania jest także wyposażenie sieci w mechanizmy pozwalające zorientować się, że ktoś próbuje naruszać jej integralność (monitorowanie ruchu). Zadanie kończy się przygotowaniem dokumentacji technicznej systemu, obejmującej m.in. specyfikację opracowanego protokołu radiowego, szczegóły implementacji, podjęte działania i zastosowane rozwiązania mające na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa sieci.• Część 2 – przegląd bezpieczeństwa sieci IoT
---------	---

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Działający model sieci dany zespół studentów przekazuje w ręce innego zespołu, w celu zweryfikowania jej bezpieczeństwa. Względem swojej sieci zespół występuje w roli Zespołu Broniącego, natomiast względem obcej sieci zespół pełni rolę Testera. Zadaniem Testera jest przeprowadzenie przeglądu bezpieczeństwa sieci podążając za zaleceniami (np. zgodnie z wybranym frameworkiem bezpieczeństwa) przedstawionymi przez prowadzącego zajęcia. Zespół Broniący udostępnia Testerom kod źródłowy stworzonego oprogramowania (np. poprzez repozytorium), ale nie hasła czy innego rodzaju klucze autoryzujące. Przegląd bezpieczeństwa polega zarówno na analizie kodu źródłowego jak również przeprowadzeniu prób spenetrowania sieci oraz złamania jej zabezpieczeń, w tym tych dotyczących komunikacji radiowej. Przeprowadzane próby są odnotowywane w sprawozdaniu, z uwzględnieniem typu, dokładnej daty i godziny prowadzonych działań, oraz szczegółów technicznych pozwalających na odtworzenie ataku w późniejszym terminie np. przez prowadzącego zajęcia lub Zespół Broniący w ramach zabezpieczenia swojego rozwiązania. Tester przedstawia sprawozdanie z przeprowadzonych badań, wskazując na wykryte podatności analizowanego systemu. Zadaniem Zespołu Broniącego na tym etapie jest przede wszystkim wychycenie prób spenetrowania oraz złamania zabezpieczeń własnej sieci. Do tego celu wykorzystane powinny zostać wbudowane w sieć rozwiązania monitorujące podejrzane zachowania (np. zaimplementowane w Części 1 monitorowanie ruchu). Zespół Broniący przedstawia sprawozdanie, w którym zamieszcza wiarygodne zestawienie wykrytych prób naruszenia integralności swojej sieci.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04

Część I

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, (Teleinformatyka - obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w zagadnienia związane z Internetem Rzeczy oraz nowoczesnymi systemami czujnikowymi. W trakcie zajęć przedstawione są konstrukcje, technologie wykonania i parametry typowych czujników oraz omawiane są kierunki rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe i innowacyjne czujniki drukowane. W ramach przedmiotu studenci zdobywają umiejętności praktycznego wykorzystywania sprzętu, oprogramowania i technologii transmisji danych do tworzenia w pełni funkcjonalnych systemów dla Internetu Rzeczy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

<p>Treści kształcenia</p>	<p>Treść zajęć laboratoryjnych: Zajęcia laboratoryjne wykonywane będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o ewaluacyjne zestawy wyposażone w mikrokontrolery ARM z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratoria będą składać się z 6 części, na których kolejno będą poruszane tematy niezbędne do realizacji dalszej części projektowej. Zajęcia laboratoryjne obejmą podstawowe zagadnienia związane z poruszaniem się w środowisku uruchomieniowym, inicjalizację i konfigurację mikrokontrolera, obsługę jego układów peryferyjnych takich jak: liczniki, system przerwań czy przetwornik A/C. Ważnym aspektem poruszonym na laboratoriach będzie komunikacja bezprzewodowa oraz obsługa czujników przy pomocy standardowych interfejsów komunikacyjnych takich jak: I2C, SPI czy UART. Zakres laboratoriów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. przygotowanie mikrokontrolera do pracy, sterowanie liniami portów we/wy, 2. konfiguracja wewnętrznych układów peryferyjnych mikrokontrolera, <p>III. obsługa interfejsów RS232, I2C i SPI,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. komunikacja z zewnętrznymi układami czujnikowymi: pomiar napięcia, temperatury, położenia, 2. tryby obniżonego poboru mocy, zasilanie bateryjne, 3. komunikacja bezprzewodowa przy pomocy standardu LoRa. <p>Treść zajęcia projektowych: Tematyka projektu będzie związana z budową systemów IoT wykorzystujących różne typy czujników. Systemach tych duży nacisk będzie położony na kreatywne i innowacyjne wykorzystanie czujników oraz syntezę danych pobieranych z kilku czujników jednocześnie. Układy pomiarowe będą zbudowane z gotowych modułów mikroprocesorowych oraz komunikacyjnych. Tematy projektów nie będą narzucane z góry, ale będą efektem analizy zapotrzebowania rynkowego. Elementem projektu będzie opracowanie pomysłu (problemu), jego analiza oraz wywiad wśród potencjalnych użytkowników. Projekt będzie składał się z kilku etapów: przygotowania i testowania rozwiązania problemu, identyfikacji potrzeb użytkownika, redefinicji problemu, przygotowania wstępnego prostego prototypu, testów prototypu, udoskonalenia rozwiązania i prezentacji efektów pracy. Grupy projektowe będą składały się z 3-5 osób. Każdy z członków grupy będzie miał swoją rolę w zespole, jak też przydzielone z tego tytułu zadania. Podczas realizacji projektu zakłada się wykorzystanie innowacyjnych form kształcenia, takich jak „Design Thinking” i „Double Diamond”.</p>
---------------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U12, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji oraz interpretacji, jak też poddawać krytycznej ocenie, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi przeprowadzić wywiad z użytkownikami systemu oraz identyfikować i odpowiednio realizować ich potrzeby i wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-TLTBM-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych układach stosowanych w układach transmisji bezprzewodowej: budową układów, ich oprogramowaniem i testowaniem.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wprowadzenie Sieci radiowe - standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów. Mikrokontroler jako element układu radiowego Budowa mikrokontrolerów Jednostka centralna, Generatory sygnałów zegarowych, Przerwania, Cyfrowe układy wejścia-wyjścia, Rodzaje pamięci, Układy czasowe, Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Dynamiczny dostęp do pamięci (DMA). Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe. Mikrokontrolery w układach transmisji bezprzewodowej Mikrokontrolery o pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii. Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M: Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex-M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjne, poboru energii). Tryby pracy układów. Oprogramowanie mikrokontrolerów Oprogramowanie jednowątkowe (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego. Systemy czasu rzeczywistego Działanie systemu czasu rzeczywistego (zadania, zdarzenia, synchronizacja zadań, obsługa przerwań, priorytetyzacja zadań), Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych. Klasyfikacja systemów (FreeRTOS, TI-RTOS embOS). Oprogramowanie sterujące transmisją wieloprotokółową Koncepcja i realizacja sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Środowiska i narzędzia programowe Przegląd środowisk programowania, Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie), Programatory, podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne. Ocena zużycia energii. Specyfika realizacja układów transmisji w przykładowych sieciach bezprzewodowych Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych Budowa typowych modemów IoT, Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem. Wykorzystanie stosów protokołów. Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN Budowa typowych układów LoRa, Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji. Układy transmisji w sieci WiFi Budowa i działanie modułów WiFi, komunikacja z modułami. Rozwiązania jednowątkowe. Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednowątkowe i z odrębnym układem radiowym.</p>
--------	---

Część I

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania.

- **Oprogramowanie układu nadajnika Bluetooth 5** W trakcie ćwiczenia studenci opracują i przetestują oprogramowanie układu SoC (System on Chip) firmy Nordic Semiconductors realizującego transmisję w standardzie Bluetooth 5. Oprogramowanie będzie działało w systemie operacyjnym RTOS. Zakres badań obejmuje weryfikację transmisji za pomocą aplikacji działającej na smartfonie, określenie poboru energii przez układ.
- **Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN** W trakcie ćwiczenia studenci połączą układ złożony z modułu uruchomieniowego procesora ARM i modułu radiowego sieci LoRaWAN, a następnie opracują program umożliwiający transmisję z użyciem różnych trybów pracy modułu radiowego. Transmitowane komunikaty będą analizowane za pomocą bramki sieci LoRa. Zakres badań obejmuje również obserwację sygnałów w łączy szeregowym pomiędzy układami, obserwację sygnałów w łączy radiowym - widma i czasu trwania pakietów, określenie poboru energii.
- **Badanie wpływu oprogramowania na pobór energii układu transmisji radiowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie i optymalizacja prostego oprogramowania mikrokontrolera z rodziny MSP430FR sterującego układem radiowym pracującym w paśmie 868 MHz. W trakcie ćwiczenia zostanie zbadany wpływ oprogramowania na pobór prądu przez opracowany układ. Zostaną przetestowane różne tryby pracy mikrokontrolera i układu radiowego.
- **Badanie układu transmisji wieloprotokółowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie oprogramowania umożliwiającego zmianę standardu łącza radiowego (Zigbee, Thread, Bluetooth 5) podczas pracy mikrokontrolera. W programowaniu zostaną wykorzystane funkcje sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Badania układu będą obejmowały obserwację sygnałów w.cz. nadawanych przez układ oraz obserwację poboru prądu podczas przełączania pomiędzy transmisjami.
- **Realizacja układu transmisji WLAN** W ramach ćwiczenia zadaniem studentów będzie polegało na dołączeniu do układu mikrokontrolera modułu WiFi, oprogramowanie mikrokontrolera i przeprowadzenie testów układu polegających na weryfikacji funkcjonalnej za pomocą programu Wireshark oraz obserwacji poboru prądu przez układ w różnych fazach transmisji. Opracowany układ będzie współpracował ze standardowym ruterem sieci WiFi.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
------------	-----

Część I

Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-MARM
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery ARM Cortex
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie z architekturą mikrokontrolerów z rdzeniami ARM Cortex-M0,M3,M4,M7s Po zapoznaniu z podstawowymi informacjami o budowie i działaniu rdzeni firmy ARM o profilu dedykowanym dla mikrokontrolerów omawiane są przykładowe zastosowania. Głównymi elementami zajęć jest zapoznanie studentów z jednej strony z budową i możliwościami oraz ograniczeniami architektury ARM v6m/v7m z drugiej z strony, peryferiami dostępnymi w mikrokontrolerach bazujących na rdzeniach ARM, ich możliwościami oraz metodami konfiguracji. Praktyczne aspekty wykorzystywania mikrokontrolerów są analizowane podczas zajęć laboratoryjnych na przykładzie popularnej rodziny mikrokontrolerów jednonukładowych STM32.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

WYKŁADY:

- Wprowadzenie, zarys historii oraz profile rdzeni firmy ARM, opis oraz porównanie różnych rdzeni opartych o architekturę ARMv6m/v7m (2h)
- Opis architektury ARMv7m, rejestry, tryby pracy, wyjątki procesora, koprocessor numeryczny, budowa stosu (3h)
- Peryferia zintegrowane z rdzeniem mikrokontrolera, kontroler przerwań NVIC, Timer SysTick, Jednostka ochrony pamięci MPU (3h)
- Lista instrukcji Thumb/Thumb2, podstawy assemblera (3h)
- Magistrale wewnętrzne, pamięć cache mikrokontrolera (2h)
- Narzędzia developerskie, kompilatory ze szczególnym uwzględnieniem GCC, środowiska IDE, systemy budowania, oprogramowanie middleware dostarczane przez producentów, narzędzia openSource (2h)
- Metody uruchamiania oprogramowania, narzędzia debugger OpenOCD/GDB, przykłady oprogramowania związane z rdzeniem mikrokontrolera (2h)
- Uruchamianie procesora (boot), omówienie podtypów rodziny STM32, zegar systemowy, pętla PLL, budowa portów GPIO (2h)
- Interfejsy szeregowy: UART, SPI, I2C, I2S (3h)
- Układy czasowo licznikowe ogólnego przeznaczenia, liczniki czuwające (2h)
- Systemy operacyjne czasu rzeczywistego przeznaczone dla mikrokontrolerów na przykładzie systemu ISIX-RTOS (2h)
- Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe (2h)
- Układ bezpośredniego dostępu do pamięci DMA (2h)
-

Część I

Laboratorium

LABORATORIA: Zajęcia laboratoryjne wykonywane są w zespołach jednoosobowych w oparciu o dedykowane pakiety dydaktyczne wyposażone w mikrokontrolery STM32 z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratorium umożliwia praktyczne zweryfikowanie wiedzy z zakresu obsługi wewnętrznych zasobów mikrokontrolerów opartych na architekturze ARMv6m/v7m, ich komunikacji z przykładowymi, urządzeniami zewnętrznymi oraz podstaw implementacji systemów operacyjnych.

Zajęcia obejmują podstawy poruszania się w środowisku uruchomieniowym VSCODE/GCC, inicjalizację mikrokontrolera i konfigurację oraz obsługę jego układów peryferyjnych takich, jak liczniki, system przerwań, sterownik DMA, przetwornik A/C i C/A, a także typowych urządzeń zewnętrznych, jak klawiatura, akcelerator, żyroskop, kompas., zewnętrzne przetworniki A/C i C/A, czujniki temperatury, ciśnienia, pamięć SD itp.

Tematy laboratoriów:

1. Zapoznanie się z narzędziami oraz środowiskiem programistycznym, uruchamianie oprogramowania oraz debugowanie, pierwszy projekt w Visual Studio Code / ARM-GCC
2. Zapoznanie się z obsługą portów GPIO mikrokontrolera z użyciem niskopoziomowych bibliotek Low Level API dostarczanych przez firmę ST, oraz bibliotekami niskopoziomowymi systemu ISIX. Zapoznanie się ze sposobem zgłaszania przerwań zewnętrznych z wykorzystaniem kontrolera EXTI.
3. Zapoznanie z zestawami ewaluacyjnymi STM32F411E oraz STM32F469I discovery, środowiskiem deweloperskim opartym o kompilator GCC oraz Visual Studio Code. Uruchamianie i debugowanie kodu w środowisku deweloperskim. Podstawowe funkcje API systemu ISIX przydatne podczas realizacji laboratoriów.
4. Konfiguracja portu szeregowego, oraz oprogramowanie portu szeregowego w trybie odpytywania oraz z wykorzystaniem systemu przerwań i kontrolera NVIC.
5. Obsługa magistral szeregowych I2C oraz SPI, sposoby komunikacji z przykładowymi układami MEMS: akcelerometr oraz żyroskop.
6. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego na przykładzie systemu ISIX-RTOS. Działanie algorytmu szeregującego, tworzenia zadań (wątków), mechanizmy synchronizacji międzyprocesowej: semafony, mutexy, zmienne warunkowe, kolejki komunikatów. Komunikacja pomiędzy przerwaniami, a zadaniami (wątkami)
7. Pomiary wartości skutecznej (RMS) z wykorzystaniem przetwornika A/C. Generowanie sygnałów analogowych z wykorzystaniem wbudowanego przetwornika C/A

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną wiedzę ogólną na temat architektury ARMv6M ARMv7M obejmującą: • Budowę rdzenia • Zestawu dostępnych instrukcji dla poszczególnych rdzeni: Cortex-M0/ K1_ W04 M3/M4/M7 • Budowy wewnętrznych układów peryferyjnych zintegrowanych z rdzeniem. • Modelu programowego architektury oraz zestawu instrukcji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

Część I	
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	W2: Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia służące do produkcji laboratoria laboratoria, oprogramowania dla mikrokontrolerów ARM z następujących zakresów: • systemy kontroli wersji (SCM) • Zarządzanie kompilacją wielomodułowych projektów z wykorzystaniem narzędzi do budowania oprogramowania K2_W04 • Debugowanie oprogramowania przeznaczonego dla mikrokontrolerów • Zastosowanie zewnętrznych bibliotek dostarczanych przez producentów oraz openSource do realizacji skomplikowanych zagadnień programistycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę techniczną związaną z układami peryferyjnymi mikrokontrolerów jednoukładowych obejmujących: • Porty wejścia-wyjścia K3_W04 • Układy czasowo-licznikowe • Kontrolery magistral szeregowych • Przetworniki analogowo – cyfrowe oraz cyfrowo-analogowe
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę na temat systemów operacyjnych czasu rzeczywistego dedykowanych dla mikrokontrolerów należących do jednego z poniższych zakresów: • Działanie algorytmów szeregujących systemów operacyjnych czasu rzeczywistego • synchronizacja oraz komunikacja międzyprocesowa. • Tworzenia zadań systemu operacyjnego oraz podział poszczególnych części projektu na zadania systemu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać odpowiedni mikrokontroler w zależności od problemu który powinien być zrealizowany.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi tworzyć oraz uruchamiać oprogramowanie w języku C/ C++ dla mikrokontrolerów z wykorzystaniem dostępnych narzędzi OpenSource oraz środowisk IDE
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać oraz oprogramować wewnętrzne układy peryferyjne mikrokontrolera potrzebne do realizacji określonego zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	

Część I

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-UMB
Nazwa przedmiotu	Uczenie maszynowe w bioinformatyce
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami eksploracji danych i uczenia się maszyn, znajdującymi zastosowanie w bioinformatyce.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład:

- Wprowadzenie do bioinformatyki. Podstawowe cele bioinformatycznej analizy danych w biologii molekularnej i naukach medycznych.
- Podstawowe pojęcia z zakresu biologii molekularnej. Budowa i właściwości biomolekuł (DNA, RNA i białek). Ekspresja genów. Pojęcia genomu, transkryptomu i proteomu. Zdefiniowanie obszarów badań genomiki, transkryptomiki, proteomiki oraz omówienie ich roli w badaniach podstawowych i medycynie.
- Wysokowydajne techniki pomiarowe biologii molekularnej (sekwencjonowanie nowej generacji, mikromacierze, ilościowy PCR, spektrometria mas) jako przykładowe źródła danych dla analiz bioinformatycznych. Charakterystyka danych z wielkoskalowych badań biologicznych i omówienie ogólnego schematu ich przetwarzania
- Metody statystycznego opisu i wizualizacji danych o dużej wymiarowości. Przetwarzanie wstępne danych oraz eliminacja wpływu niebiologicznych źródeł zmienności. Redukcja wymiarowości (na przykładzie PCA) i jej znaczenie dla procesu przygotowania danych wejściowych dla algorytmów analizy statystycznej i uczenia się maszyn.
- Uczenie się maszyn: definicja i związki z innymi dziedzinami nauki. Rodzaje uczenia się, ze szczególnym uwzględnieniem podziału pod kątem sposobu wykorzystania informacji trenującej: techniki nadzorowane i nienadzorowane, uczenie ze wzmocnieniem. Główne klasy problemów, do rozwiązywania których używa się uczenia maszynowego. Obszary zastosowań metod uczenia się maszyn w bioinformatyce.
- Zadanie klasyfikacji. Zdefiniowanie problemu i podstawy teoretyczne. Klasyczne metody statystyczne: gaussowskie klasyfikatory Bayesa (QDA, LDA) i ich naiwne wersje (DQDA, DLDA). Metoda K najbliższych sąsiadów (K-NN) jako przykład prostego klasyfikatora wywodzącego się z obszaru uczenia maszynowego.
- Zaawansowane techniki klasyfikacji. Sieci neuronowe MLP (Multi-Layer Perceptron) – architektura, zasada działania i algorytmy uczenia. Metoda wektorów nośnych (Support Vector Machine, SVM).
- Rodzaje i właściwości miar jakości klasyfikacji: dokładność, czułość, swoistość i pole pod krzywą ROC. Zdolność do uogólniania i problem nadmiernego dopasowania do zbioru uczącego. Ocena działania klasyfikatorów przy użyciu walidacji krzyżowej. Optymalizacja parametrów klasyfikatorów. Wybór cech maksymalizujących skuteczność klasyfikacji. Wzmacnianie klasyfikatorów.
- Analiza skupień – grupowanie próbek i cech za pomocą algorytmów klasteryzacji. Miary niepodobieństwa obiektów opisywanych wektorami cech. Prezentacja różnych podejść do grupowania: algorytmy używające pojęcia centroidu (na przykładzie k-means), metody density-based (Jarvisa Patricka i DBSCAN), aglomeracyjna klasteryzacja hierarchiczna. Zastosowanie w analizie skupień samoorganizujących się sieci neuronowych uczonych przez współzawodnictwo

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • Problem selekcji cech. Wyznaczanie grup cech (genów lub białek) o charakterystycznych wzorcach ekspresji przy wykorzystaniu metod redukcji wymiarowości i klasteryzacji. Użycie klasycznych i resamplingowych testów istotności do selekcji cech różnicujących grupy badanych próbek (z uwzględnieniem problemu korekcji pod kątem jednoczesnego testowania wielu hipotez). • Bioinformatyczne bazy danych i analiza funkcjonalna zbiorów genów i białek. Przegląd ogólnodostępnych repozytoriów bioinformatycznych. Wykorzystanie baz danych podczas interpretacji wyników eksperymentów biologicznych. • Podsumowanie i uwagi praktyczne. Jak efektywnie używać wiedzy zdobytej na wykładach w rzeczywistych analizach bioinformatycznych? Jak zamieniać problemy biologiczne lub eksperymentalne na zadania możliwe do rozwiązania metodami uczenia się maszyn? Jak wykorzystać uzyskaną wiedzę poza obszarem bioinformatyki?
Projekt	<p>Projekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Celem projektu jest zdobycie praktycznych umiejętności w zakresie analizy danych pochodzących z badań biologicznych. Tematy zadań dotyczą samodzielnej implementacji jednej z omawianych na wykładzie technik uczenia maszynowego lub eksperymentalnego porównania właściwości różnych algorytmów przy wykorzystaniu gotowych implementacji. Projekt może zostać zrealizowany w dowolnym języku programowania, również przy użyciu środowisk typu R, Octave i Matlab.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna używane w bioinformatyce metody analizy statystycznej danych i techniki uczenia się maszyn
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna nowoczesne metody pomiarowe stosowane w biologii molekularnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o zastosowaniach bioinformatyki w diagnostyce medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi samodzielnie zrealizować wybrany algorytm uczenia się maszyn lub w twórczo wykorzystać istniejącą implementację takiego algorytmu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy z zakresu użycia metod uczenia się maszyn w diagnostyce medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Posiada umiejętność pozyskania i właściwego wykorzystania danych z baz i repozytoriów bioinformatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Jest przygotowany do kreatywnej pracy w grupie w trakcie realizacji projektu programistycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103D-IBIBM-MSP-TRM
Nazwa przedmiotu	Tomografia rezonansu magnetycznego
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	W trakcie wykładu słuchacze zostaną zaznajomieni zarówno z samym zjawiskiem Jądrowego Rezonansu Magnetycznego jak i jego zastosowaniami do obrazowania morfologii i funkcji narządów wewnętrznych człowieka. Dodatkowo, na przykładzie sygnału rezonansu magnetycznego przekazywane są podstawowe umiejętności stosowania technik radiowych, procedur cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz zastosowań specjalizowanych układów do cyfrowego przetwarzania sygnałów - Digital Signal Processing.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

- Podstawy fizyczne zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR). Przebieg i etapy tworzenia obrazu warstwowego, fenomenologiczny opis zjawiska rezonansu magnetycznego. Tomograf Rezonansu Magnetycznego - tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnału - idea prac
- Modelowanie układu spinów w oparciu o układ równań Blocha. Układ równań Blocha, interpretacja stałych czasowych T1, T2, warunki początkowe, wykorzystanie do modelowania układu spinów przy znanej sekwencji obrazującej, modelowanie pobudzenia selektywnego.
- Obrazowanie techniką MRI. Pole główne, pola gradientowe. Sekwencje pomiarowe. Obrazowanie trójwymiarowe. Technika selektywnego pobudzenia. Algorytmy rekonstrukcji: algorytm rzutu wstecznego, algorytm obrazowania fourierowskiego. Metody szybkiego obrazowania. Przestrzeń k. Podsumowanie podstawowych metod obrazowania, analiza czułości
- Tomograf rezonansu magnetycznego. Warunki pracy - wymagania dotyczące ekranowania pomieszczenia. Cewki pola głównego - rodzaje, parametry i cechy eksploatacyjne. Zasilacz pola głównego - parametry, przykłady konstrukcyjne. Cewki gradientowe - wymagania, rodzaje, parametry, rozkłady przestrzenne indukcji magnetycznej, porównanie efektywności. Wzmacniacz gradientowy. Cewki nadawczoodbiorcze, cewki powierzchniowe. Wzmacniacz w.cz. Programator sekwencji pomiarowych. Układ akwizycji danych.
- Specjalne techniki obrazowania. Echo gradientowe, sekwencja FLASH, Technika EPI (Echo-Planar Imaging) odmiany i przegląd wybranych implementacji. Obrazowanie przepływów - angiografia MRI. Obrazowanie przesunięcia chemicznego. Obrazowanie innych pierwiastków
- Wykorzystanie techniki MR do obrazowania czynnościowego (functional Magnetic Resonance Imaging). Wpływ przenikalności magnetycznej materiałów na sygnał NMR, sygnał Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD). Modelowanie i parametryzacja sygnału BOLD, przetwarzanie dynamicznej serii czasowej obrazów. Zastosowanie ogólnego modelu liniowego do detekcji sygnału fMRI. Sposoby prezentacji obrazów czynnościowych.
- Obrazowanie ukrwienia tkankowego (Perfusion Imaging) Modele przepływów tkankowych. Twierdzenie o średnim czasie przejścia. Obliczenie związku między stężeniem środka cieniującego, a wielkością sygnału MR. Obrazowanie parametryczne.
- Czynniki zagrożenia w tomografii rezonansu magnetycznego. Wpływ pola elektromagnetycznego i statycznego na organizm ludzki. Normy bezpieczeństwa. Wpływ na inne urządzenia techniczne stosowane w medycynie.
-

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium: Program ćwiczeń laboratoryjnych umożliwia praktyczne zapoznanie się z problemami omawianymi na wykładzie, jak również umożliwia nabycie praktycznych umiejętności stosowania technik radiowych i metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przykładowe tematy zajęć laboratoryjnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z systemem tomografu NMR/MRI na przykładzie tomografu niskopoleowego G-Scan lub Philips-Marconi oraz konsoli Kea. • Układ detekcji tomografu NMR. Badanie odbiornika kwadraturowego tomografu. Projektowanie i wykonanie układu odbiorczego sygnału NMR. Pomiar sygnału NMR za pomocą zaprojektowanego układu. • Sekwencja pobudzeniowa Spin-Echo. Programowanie podstawowych parametrów sekwencji. Badanie czasów relaksacji próbek roztworów soli manganowej. • Przetwarzanie sekwencji czynnościowej fMRI w środowisku Matlab/SPM12. Procedury przetwarzania obrazów na dostarczonych przykładach. Ekstrakcja cech odpowiedzi BOLD.
--------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii rezonansu magnetycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U11
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U07, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-NAN
Nazwa przedmiotu	Nanotechnologie
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Materiały i nanotechnologie)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zaprezentowanie stanu obecnego i perspektyw rozwoju nanotechnologii oraz związanych z tym problemów i ograniczeń, szczególnie w kontekście realizacji struktur przetwarzających informację. Dyskutowane będą uwarunkowania fizyczne i technologiczne procesów umożliwiających wytwarzanie i obróbkę materiałów, struktur, przyrządów i układów w skali nanometrowej, tj. specyfika środowisk "clean-room", próżni oraz plazmy. Omówione zostaną również klasyczne (wraz z modyfikacjami) i alternatywne metody wytwarzania nanostruktur niskowymiarowych. W ramach projektu studenci będą pogłębiać swoją wiedzę przygotowując krótkie prezentacje dotyczące szeroko pojmowanych nanotechnologii.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	Zakres projektu W trakcie zajęć projektowych studenci przygotowywać będą krótkie (~15 min.) referaty na zadane bądź samodzielnie zaproponowane, leżące w obszarze ich zainteresowań tematy, dotyczące szeroko rozumianych nanotechnologii, nanoinżynierii nanomateriałów i nanostruktur.
---------	--

Część I

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ul style="list-style-type: none">• Wprowadzenie (1h)• Definicje nanotechnologii oraz wybranych dziedzin przez nie realizowanych (nanoelektroniki, elektroniki molekularnej, spintroniki i nanobiotechnologii). Dwie filozofie realizacji nanostruktur: "top-down" i "bottom-up".• Stan obecny oraz perspektywy rozwoju nanotechnologii (1h)• Rys historyczny, przykłady już istniejących i przewidywanych zastosowań; główne trendy rozwojowe. Uwarunkowania ekonomiczno-społeczne.• Problemy i ograniczenia związane z redukcją rozmiarów struktur elektronicznych a przetwarzanie informacji (2h)• Ograniczenia klasyczne (technologiczno-konstrukcyjne) oraz fundamentalne (ziarnistość materii, termodynamika, efekty mezoskopowe i kwantowe, fundamentalne oddziaływania w przyrodzie).• Środowisko clean-room i środowisko próżni w technologiach elektronicznych i nanotechnologiach (5h)• Definicje, parametry i wielkości podstawowe. Elementy kinetycznej teorii gazów. Sposoby wytwarzania próżni i próżniomierze - klasyfikacja urządzeń, zasada działania oraz podstawowe parametry.• Środowisko plazmy w technologiach wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i kształtowaniu nanoobszarów (5h)• Stany skupienia materii. Plazma - definicje, parametry, charakterystyczne zjawiska. Korzyści wynikające z zastosowań plazmy w nanotechnologiach. Wybrane procesy nano-technologiczne realizowane w środowisku plazmy (synteza i trawienie materiałów, płytka implantacja) i ich specyfika.• Technologie wytwarzania ultracienkich warstw (nanostruktury 1-wymiarowe) (5h)• Epitaksja - definicja, odmiany, specyfika. Wybrane zagadnienia związane ze wzrostem epitaksjalnym. Technologie fizycznego (PVD) a chemicznego (CVD) osadzania z fazy lotnej na przykładzie technik epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) i chemicznego osadzania z fazy lotnej przy użyciu związków metalo-organicznych MO CVD (oraz organo-metalicznych (OM CVD)), definicje, cechy charakterystyczne, specyfika, wybrane zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne, kontrolowanie i przebieg procesów, wybrane modyfikacje. Wady i zalety technik MBE i MO (oraz OM) CVD - porównanie.• Sposoby odwzorowywania kształtów w skali nanometrowej (nanostruktury 2 i 3-wymiarowe) (5h)• Idea, możliwości i ograniczenia. Problemy związane z redukcją rozmiarów przy użyciu układów projekcyjnych? maksymalna rozdzielczość, zjawisko dyfrakcji, kryteria Rayleigha i Abbego. Techniki litograficzne - fotolitografia klasyczna i jej modyfikacje: litografia z korekcją efektów bliskości (OPC), litografia z przesunięciem fazowym (PSM), litografia z wielokrotnym odwzorowaniem (MPL), litografia immersyjna. Fotolitografia w dalekim ultrafiolecie (EUV). Litografia elektronowa.•
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu materiałów i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i Wykład/projekt Kolokwiumnajistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-SNN
Nazwa przedmiotu	Sieci neuronowe i neurokomputery
Wersja przedmiotu	2020L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kształcenie studentów w zakresie najnowszych trendów metod uczenia maszynowego i analityki danych powstających w obszarze elektroniki przy zastosowaniu nowych form dydaktycznych – zajęcia zintegrowane.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	<p>Zakres projektu Zintegrowany projekt indywidualny bazujący na:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami teorii sztucznych sieci neuronowych i statystycznej teorii uczenia.2. Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym programu MATLAB i funkcjami pakietu Neural Networks.3. Opracowanie projektu wstępnego polegającego na zdefiniowaniu problemu, struktur danych oraz doboru środków programistycznych oferowanych przez wybrane środowisko.4. Implementacja programu realizującego zadaną architekturę sieci neuronowej. Wykonanie obliczeń. <p>Zadania merytoryczne:</p> <ul style="list-style-type: none">• sieć neuronowa jako klasyfikator: selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; dobór liczby neuronów ukrytych i związek struktury sieci neuronowej z podziałem przestrzeni wejściowej na podzbiory odpowiadające klasom; zastosowanie wybranego algorytmu uczenia; wykonanie testu klasyfikatora; opracowanie wyników klasyfikacji w postaci krzywej ROC (ang. Receiver Operation Characteristics);• sieć neuronowa jako aproksymator: zastosowanie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej do określenia optymalnej struktury sieci neuronowej - dobór liczby neuronów ukrytych; dobór parametrów sieci neuronowej najlepiej spełniających zasadę równoważnego wpływu na wyjście sieci na podstawie rozkładu wirtualnych błędów resztowych; analiza statystyczna wyniku - przedział ufności wyjścia sieci jako estymatora badanej funkcji; porównanie regresji neuronowej i wielomianowej.•
---------	---

Wykład	<p>Podstawy teorii statystycznych systemów uczących się - sztucznych sieci neuronowych, maszyn wektorów nośnych - jako efektywnych metod przetwarzania danych w celu klasyfikacji i modelowania złożonych zjawisk i procesów na podstawie obserwacji. Stosowanie skutecznych algorytmów i narzędzi oprogramowania w celu zaprojektowania optymalnych modeli, metody oceny generalizacji na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Zastosowania systemów uczących się w dziedzinach: medycyna, bioinformatyka, robotyka i lotnictwo, rozpoznawanie obrazów, inżynieria finansowa, technologia materiałów.</p> <p>Treść wykładu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Inspiracje neurobiologiczne: podstawowe informacje o funkcjonowaniu komórki nerwowej i układu nerwowego, model neuronu McCullocha i Pittsa jako jednostki przetwarzania informacji.2. Motywacje techniczne: opracowanie metod i narzędzi uczenia maszynowego do przetwarzania informacji niepełnej, zaszumionej lub niespójnej w celu rozwiązania tzw. trudnych zadań. Perceptron Rosenblatta jako pierwsza maszyna ucząca się na podstawie danych.3. Podstawowe pojęcia teorii uczenia: zbiór danych uczących, cel uczenia i funkcja celu, algorytm uczenia. System uczący się jako estymator zbudowany na podstawie próby - zbioru uczącego. Generalizacja jako cel uczenia i metody oceny generalizacji, wymiar VC (Vapnika-Červonenkisa), ocena krzyżowa. Uczenie nadzorowane i nienadzorowane oraz transdukcja.4. Funkcje systemów uczących się: klasyfikacja (rozpoznawanie obiektów) i aproksymacja (modelowanie). Podstawy teoretyczne klasyfikacji: klasyfikacja Bayesa i metody funkcji dyskryminacyjnej. Sieć neuronowa perceptron wielowarstwowy jako uniwersalny system uczący się.5. Gradientowe metody uczenia perceptronu wielowarstwowego (dobór parametrów): metoda propagacji wstecznej, metody gradientów sprzężonych, zmiennej metryki, Levenberga-Marquardta. Testowanie jakości sieci: ocena krzyżowa, skrajna ocena krzyżowa (ang. leave-one-out) jako statystyka wpływu, wirtualna skrajna ocena krzyżowa jako idealne narzędzie oceny generalizacji i selekcji optymalnego systemu.6. Podstawowe warunki poprawnej klasyfikacji: relacje między liczbą danych uczących, liczbą wielkości wejściowych i liczbą parametrów klasyfikatora (złożonością). Dylemat obciążenie-wariancja jako kryterium optymalizacji strukturalnej.7. Optymalizacja struktury sieci neuronowej: a) selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; b) dobór struktury modelu (liczby neuronów ukrytych) na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Ocena jakości sieci neuronowej: wyznaczenie przedziałów ufności wielkości wyjściowej. Ocena jakości klasyfikacji ? krzywa ROC.8. Sieci neuronowe z lokalnymi funkcjami aktywacji: sieć RBF (ang. radial basis function).
--------	---

Część I

	<p>9. Maszyna wektorów nośnych jako klasyfikator z maksymalnym marginesem. Uczenie jako problem optymalizacji z ograniczeniami. Metody numeryczne maszyny wektorów nośnych: algorytm SMO (ang. sequential minimal optimization). Maszyny z jądrem nieliniowym do klasyfikacji i regresji. Metody optymalizacji stałej regularyzacji i parametrów jądra. Średniokwadratowa maszyna wektorów nośnych. Metody optymalizacji strukturalnej.</p> <p>10. Uczenie częściowo nadzorowane (transdukcyjne) jako sposób optymalnego wykorzystania informacji zawartych w zbiorze danych.</p> <p>11. Sieć Kohonena jako system uczący się bez nadzoru. Sieci ART i ARTMAP. Metody PCA i ICA. Modele uczące się metodą regresji postępującej z ortogonalizacją (ang. orthogonal forward regression).</p> <p>12. Rekurencyjne systemy uczące się jako modele układów dynamicznych.</p> <p>13. Przykłady zastosowań statystycznych systemów uczących się: wspomagana komputerem diagnostyka elektrokardiologiczna, rozpoznawanie obrazów, zadania biometryczne, prognozy na rynkach finansowych, analiza struktury białek, wykrywanie defektów w materiałach, rozpoznawanie sytuacji i planowanie trajektorii bezkolizyjnej robotów i samolotów bezałogowych (dronów).</p> <p>14. Nowe kierunki rozwoju: uogólnienia dla danych wejściowych w postaci liczb zespolonych, kwaternionów, tensorów i grafów. Wielopoziomowe systemy uczące się: hierarchiczna pamięć czasowa i metody uczenia głębokiego.</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podstawową wiedzę w zakresie analizy danych oraz wiedzę istotną do modelowania i projektowania specyficznych systemów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów, uczenia maszynowego i systemu wspierania diagnostyki medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru - systemy komputerowego wspomagania diagnostyki medycznej (architektury i oprogramowania uczenia maszynowego)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie, przygotować prezentacją wyników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porównać metody i algorytmy uczenia maszynowego stosując określone kryteria użytkowe
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-INxxx-MSP-MBI
Nazwa przedmiotu	Metody bioinformatyki
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Inżynieria systemów informatycznych-mgr.-EITI, (Zastosowania)-Sztuczna inteligencja-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane)-Informatyka-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)--EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z zagadnieniami przetwarzania informacji o sekwencjach biologicznych. Współcześnie biologia wykorzystuje najnowsze osiągnięcia w dziedzinie sztucznej inteligencji w celu odkrywania informacji zawartej w sekwencjach cząstek DNA, RNA i białek. Wykład dostarcza niezbędnej wiedzy o biologii molekularnej z punktu widzenia informatyki, a następnie skupia się na głównych zagadnieniach analizy sekwencji biologicznych. Prezentowane zagadnienia mają szerokie zastosowanie we współczesnej biologii i medycynie, np. do diagnozowania chorób. Ćwiczenia pozwalają praktycznie wykonać typowe analizy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie (2 godz.) Bioinformatyka jako dziedzina informatyki. Rola analiz sekwencji we współczesnej biologii i medycynie. Budowa cząsteczek DNA, RNA i białek, reprezentacja tych cząsteczek jako napisów nad skończonym alfabetem, budowa genomu. Podstawowe reakcje inżynierii genetycznej. 2. Badanie podobieństw sekwencji biologicznych (4 godz.) Programowanie dynamiczne, uliniwienie dwóch sekwencji, podobieństwo globalne i lokalne, algorytmy przybliżone, algorytmy o liniowym koszcie pamięciowym, algorytmy BLOSUM i PAM do obliczania macierzy podobieństwa symboli, algorytmy z afiniczną funkcją kary. Algorytmy do badania podobieństw wielu sekwencji. Profile. Wyszukiwanie motywów. Mediana napisów. 3. Bazy sekwencji biologicznych (2 godz.) Wyszukiwanie sekwencji w bazie. Algorytmy heurystyczne FASTA, BLAST i pochodne. Formaty rekordów: FASTA, FASTQ. Istotność wyników. Podstawowe bazy sekwencji. 4. Asembling de-novo, re-sekwencjonowanie (6 godz.) Sekwencjonowanie, sekwenatory 1, 2, i 3-ciej generacji. Kontig sekwencyjny i kontig fizyczny. Algorytmy oparte o graf pokrycia. Algorytmy oparte o pod-grafy grafów de Brujna. Algorytmy dla sprawowanych końców. Błędy odczytu. Sekwencje powtarzające się. Algorytmy stosowane do łączenia odczytów o różnej charakterystyce błędów. Algorytmy do tworzenia kontigów fizycznych. Miary jakości assemblerów DNA. Genom referencyjny. Mapa fizyczna i genetyczna. Sekwencje kodujące i niekodujące. Resekwencjonowanie. 5. Analiza genomu człowieka, analiza wariantów, choroby genetyczne (6 godz.) Transformata Burrowsa-Wheelera, pliki SAM i BAM. Analiza wariantów genetycznych. Rodzaje chorób genetycznych. Rzadkie choroby genetyczne. Analiza wariantów. Plik VCF. Znajdowanie wariantów istotnych. Potoki w bioinformatyce. Analizy oparte o głębokość pokrycia. Wykrywanie zmian strukturalnych. Analizy oparte o markery genetyczne. Zmienność ludzkiego genomu. Markery STR i SNP. Badanie pokrewieństw. Badanie mieszanin DNA. Analiza haplotypów. 6. Drzewa filogenetyczne (2 godz.) Tworzenie drzew w oparciu o odległość sekwencji: metoda średnich połączeń, metoda przyłączania sąsiadów; tworzenie drzew w metodach bazujących na analizie symboli: metoda parsymonii, metoda największej wiarygodności. 7. Analizy oparte o ukryty model Markowa (2 godz.) Łańcuchy Markowa. Ukryty model Markowa. Problem dekodowania. Algorytm Viterbiego. Algorytm prefiksowy i sufiksowy. Estymacja parametrów modelu Markowa. Algorytm Bauma-Welcha. 8. Analizy danych wielowymiarowych (2 godz.) Grupowanie, Metody redukcji wymiarów, algorytm analizy składowych głównych.
---------	---

9. Biologia syntetyczna i obliczenia realizowane na cząsteczkach DNA (4 godz.) Struktura drugorzędowa biopolimeru, reprezentacja cząsteczki jako graf. Algorytmy obliczania struktury drugorzędowej na podstawie sekwencji: algorytm Nussinov, algorytm Zuckera. Optymalizacja sekwencji sztucznej cząsteczki DNA. Biologia syntetyczna. Obliczenia realizowane przez cząsteczki DNA. DNA komputer.

Zakres projektu

Projekt polega na analizie danych biologicznych z użyciem otwartego oprogramowania. Projekt demonstruje często wykonywane analizy danych biologicznych. Przygotowano cztery zadania opisane niżej. Każde zadanie zajmuje ok. 2 godziny pracy przy komputerze typu PC. Zadanie można wykonać samodzielnie lub z pomocą i asystą prowadzącego; udostępniamy odpowiednio skonfigurowane oprogramowanie dla systemu Linux.

1. Assembling DNA. Pobranie sekwencji z ogólnodostępnej bazy danych, generowanie odczytów zawierających błędy, uruchomienia assemblera de-novo, generowanie statystyk opisujących wyniki, analiza wyników.
2. Adnotacja DNA. Pobranie zbioru kontigów (wyjście assemblera de-novo), adnotacja strukturalna - znajdowanie części kodujących i niekodujących, adnotacja funkcjonalna wykorzystując podobieństwo do opisanych elementów w bazie danych, analiza wyników
3. Resekwencjonowanie. Pobranie sekwencji chromosomu ludzkiego z ogólnie dostępnej bazy danych, pobranie genomu referencyjnego, generowanie odczytów, mapowanie odczytów na genom referencyjny, znajdowanie wariantów (różnic pomiędzy genomem badanym a referencyjnym).
4. Analiza wariantów. Pobranie listy wariantów genetycznych oraz zbioru odczytów, analizy związane z głębokością pokrycia, wykrywanie zmian strukturalnych, szeregowanie znalezionych zmian uwzględniając ich istotność.

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie (2 godz.) Bioinformatyka jako dziedzina informatyki. Rola analiz sekwencji we współczesnej biologii i medycynie. Budowa cząsteczek DNA, RNA i białek, reprezentacja tych cząsteczek jako napisów nad skończonym alfabetem, budowa genomu. Podstawowe reakcje inżynierii genetycznej.2. Badanie podobieństw sekwencji biologicznych (4 godz.) Programowanie dynamiczne, uliniwienie dwóch sekwencji, podobieństwo globalne i lokalne, algorytmy przybliżone, algorytmy o liniowym koszcie pamięciowym, algorytmy BLOSUM i PAM do obliczania macierzy podobieństwa symboli, algorytmy z afiniczną funkcją kary. Algorytmy do badania podobieństw wielu sekwencji. Profile. Wyszukiwanie motywów. Mediana napisów.3. Bazy sekwencji biologicznych (2 godz.) Wyszukiwanie sekwencji w bazie. Algorytmy heurystyczne FASTA, BLAST i pochodne. Formaty rekordów: FASTA, FASTQ. Istotność wyników. Podstawowe bazy sekwencji.4. Asembling de-novo, re-sekwencjonowanie (6 godz.) Sekwencjonowanie, sekwenatory 1, 2, i 3-ciej generacji. Kontig sekwencyjny i kontig fizyczny. Algorytmy oparte o graf pokrycia. Algorytmy oparte o pod-grafy grafów de Brujna. Algorytmy dla sprawowanych końców. Błędy odczytu. Sekwencje powtarzające się. Algorytmy stosowane do łączenia odczytów o różnej charakterystyce błędów. Algorytmy do tworzenia kontigów fizycznych. Miary jakości assemblerów DNA. Genom referencyjny. Mapa fizyczna i genetyczna. Sekwencje kodujące i niekodujące. Resekwencjonowanie.5. Analiza genomu człowieka, analiza wariantów, choroby genetyczne (6 godz.) Transformata Burrowsa-Wheelera, pliki SAM i BAM. Analiza wariantów genetycznych. Rodzaje chorób genetycznych. Rzadkie choroby genetyczne. Analiza wariantów. Plik VCF. Znajdowanie wariantów istotnych. Potoki w bioinformatyce. Analizy oparte o głębokość pokrycia. Wykrywanie zmian strukturalnych. Analizy oparte o markery genetyczne. Zmienność ludzkiego genomu. Markery STR i SNP. Badanie pokrewieństw. Badanie mieszanin DNA. Analiza haplotypów.6. Drzewa filogenetyczne (2 godz.) Tworzenie drzew w oparciu o odległość sekwencji: metoda średnich połączeń, metoda przyłączania sąsiadów; tworzenie drzew w metodach bazujących na analizie symboli: metoda parsymonii, metoda największej wiarygodności.7. Analizy oparte o ukryty model Markowa (2 godz.) Łańcuchy Markowa. Ukryty model Markowa. Problem dekodowania. Algorytm Viterbiego. Algorytm prefiksowy i sufiksowy. Estymacja parametrów modelu Markowa. Algorytm Bauma-Welcha.8. Analizy danych wielowymiarowych (2 godz.) Grupowanie, Metody redukcji wymiarów, algorytm analizy składowych głównych.
--------	--

Część I

	9. Biologia syntetyczna i obliczenia realizowane na cząsteczkach DNA (4 godz.) Struktura drugorzędowa biopolimeru, reprezentacja cząsteczki jako graf. Algorytmy obliczania struktury drugorzędowej na podstawie sekwencji: algorytm Nussinov, algorytm Zuckera. Optymalizacja sekwencji sztucznej cząsteczki DNA. Biologia syntetyczna. Obliczenia realizowane przez cząsteczki DNA. DNA komputer.
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna algorytmy badania podobieństw dwu sekwencji reprezentujących cząsteczkę DNA, RNA lub białko
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna algorytmy wyszukiwania sekwencji podobnych w bazie sekwencji, rozumie parametry określające istotność uzyskanego wyniku
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna algorytmy asemblacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna algorytmy służące do wykrywania różnic przy użyciu genomu referencyjnego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Rozumie problemy związane z typową wielkością danych potrzebną do analiz bioinformatycznych, w tym do analiz genomu człowieka oraz z wydajnością pamięciową i czasową stosowanych algorytmów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Zna metody przewidywania struktur cząsteczek na podstawie ich sekwencji, wie o metodach tworzenia sztucznych organizmów oraz o używaniu cząsteczek DNA do przeprowadzania obliczeń
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Umie uruchomić prosty potok przetwarzania sekwencji DNA, RNA lub białek i zweryfikować ich wyniki, zna podstawowe terminy inżynierii genetycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U02
Opis	Umie pobrać dane z ogólnodostępnych baz danych sekwencji biologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Stosuje właściwe metody komunikacji ustnej i pisemnej w zakresie analiz bioinformatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-MMC
Nazwa przedmiotu	Metody Monte Carlo
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane ogólne)--dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami symulacyjnymi znanymi powszechnie jako metody Monte Carlo. Stanowią one obecnie coraz powszechniej stosowane narzędzie do rozwiązywania bardzo złożonych problemów spotykanych w nauce i technice. Kolejnym - praktycznym celem - jest przygotowanie studentów do samodzielnego wykonywania obliczeń symulacyjnych metodami MC - przy użyciu dostępnych narzędzi programistycznych - oraz poprawnego szacowania niepewności uzyskiwanych wyników.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Badanie efektywności generatorów liczb pseudolosowych w wybranych językach programowania • Generacja liczb losowych o wybranych rozkładach nierównomiernych. Całkowanie metodami Monte Carlo, metody ograniczenia niepewności wyników • Całkowanie metodami Monte Carlo wykorzystującymi łańcuchy Markowa. Szacowanie uzysku produkcyjnego za pomocą modelowania propagacji rozkładów prawdopodobieństwa. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodą błędzenia przypadkowego. Zastosowanie perkolacji do modelowania rozprzestrzeniania się epidemii. Szacowanie wartości instrumentów pochodnych w finansach oraz ryzyka inwestycji.
Wykład	<p>Bloki wykładowe dwugodzinne; bloki laboratoryjne dwugodzinne. Zajęcia laboratoryjne realizowane w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu na podstawie liczby punktów uzyskanej podczas dwóch kolokwium wykładowych oraz na zajęciach laboratoryjnych. Opis wykładu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przypomnienie podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Elementy testowania hipotez statystycznych. Generowanie liczb losowych. Przegląd typów generatorów liczb losowych: generatory prawdziwie losowe, pseudolosowe oraz Quasi losowe. Ich podstawowe wady i zalety. Pakiety testów statystycznych. Testy aplikacyjne. MCMC (Markov Chain Monte Carlo). Pojęcie łańcucha Markowa. Model błędzenia przypadkowego. Algorytmy Metropolisa-Hastingsa i Gibbsa – efektywne próbkowanie z rozkładów wielowymiarowych. Całkowanie metodą podstawową MC. Metody redukcji wariancji. Pojęcie niepewności wyników symulacji MC. Rozwiązywanie równań transportu dla gazu klasycznego i dla gazu elektronowego z uwzględnieniem zjawisk rozpraszania. Typy aplikacji do symulacji MC. Dobre praktyki podczas tworzenia własnego oprogramowania • Model perkolacji i jego zastosowania. Model propagacji niepewności : ISO/IEC GUIDE 98-3:2008. Propagacja rozkładów zmiennych losowych – szacowanie rozrzutów parametrów układów elektronicznych, uzysku produkcyjnego. • Zastosowania metod MC w optymalizacji. Symulacja działania Systemów Masowej Obsługi dla nietypowych rozkładów zmiennych losowych. • Algorytm „Monte Carlo tree search” i jego zastosowania. Szacowanie ryzyka metodami MC na przykładzie szacowanie wartości instrumentów pochodnych i ryzyka inwestycyjnego. Krytyczna analiza wyników otrzymywanych metodami MC na przykładzie wybranych współczesnych publikacji naukowych . • Dwa kolokwia wykładowe.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat Wykład, Kolokwium, algorytmów generacji liczb pseudolosowych oraz quasi losowych o dowolnych rozkładach ciągłych i dyskretnych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC wykorzystywanych przy modelowaniu transportu gazów (w tym gazu elektronowego w ciele stałym) w aspekcie ich zastosowań w elektronice.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC stosowanych w obszarach optymalizacji, propagacji niepewności (zastosowania w metrologii i przy szacowaniu ryzyk).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Posiada umiejętność wyznaczania wartości całek wielowymiarowych wykorzystując laboratoryjne laboratoryjnych algorytm MC. Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów redukcji niepewności wyników i potrafi je praktycznie zastosować
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wskazać ograniczenia stosowalności metod MC oraz krytycznie analizować uzyskane wyniki symulacyjne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Posiada umiejętność poprawnego szacowania wartości niepewności obliczeń symulacyjnych (standardową i/lub złożoną)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Posiada umiejętność praktycznego wykorzystania typowych modeli symulacyjnych tj. model Isinga, model perkolacji, model błędzenia przypadkowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować model propagacji rozkładów zmiennych losowych do szacowania rozrzutów wybranych parametrów układów elektronicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-SZAE
Nazwa przedmiotu	Szumy i zakłócenia w aparaturze elektronicznej
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami projektowania niskoszumnych, odpornych na zakłócenia układów elektronicznych. Wymaga to przekazania studentom umiejętności sprawnego posługiwania się rachunkiem szumów na etapie projektowania układu i zapoznania z zasadami zwalczania zakłóceń na wszystkich etapach procesu realizacji systemu elektronicznego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <p>Szumy.</p> <ul style="list-style-type: none">• Terminologia, opis w dziedzinie czasu i częstotliwości. Fizyczne źródła szumów - szum cieplny, śrutowy. Szumy nadmiarowe (3h).• Pasma szumowe. Szumowa analiza schematów układów. Uniwersalny szumowy schemat zastępczy czwornika. Inne miary szumów - współczynnik szumów, zastępcza rezystancja i temperatura szumów (3h).• Szumy elementów czynnych - tranzystory bipolarne i unipolarne. Szum diody. Szumy wzmacniaczy z wejściami różnych typów (2h).• Całkowity zastępczy szum wejściowy - czujnik z bocznikowaną rezystancją, pojemnością i obwodem rezonansowym (2h).• Pomiar szumów - metoda sinusoidalna i generatora szumów. Pomiar widma szumów (2h),• Detekcja sygnału w obecności szumu. Sygnał fotonowy - tryb prądowy i impulsowy. Wzmacnianie lawinowe (2h).• Wzmacniacz ładunkowy. Równoważny ładunek szumów. Zliczanie zdarzeń, pomiar amplitudy i czasu w obecności szumu. Chłodzone układy niskoszumne (2h).•• Zakłócenia.• Pojęcie kompatybilności elektromagnetycznej. Taktyka zwalczania zakłóceń. Drogi przenikania zakłóceń - kanały sprzęgające. Metody opisu kanału sprzęgającego - teoria obwodów a teoria pola (4h).• Ekranowanie. Zjawisko naskorkowosci. Tłumienie odbiciowe i absorpcyjne. Szczeliny w ekranach (2h).• Przewody - przenikanie składowej elektrycznej i magnetycznej. Kable ekranowane i linie transmisyjne (2h).• Masa sygnałowa. Masa bezpieczeństwa. Definicje masy sygnałowej - ekwipotencjalna i prądowa. Typy systemów masy i zasady projektowania połączeń masy. Pętle połączeń masy - bariery izolacyjne i impedancyjne (4h).• Zakłócenia w układach cyfrowych - odporność na zakłócenia i układ cyfrowy jako źródło zakłóceń. Odsprężanie. Emisja zakłóceń różnicowych (asymetrycznych) i synfazowych (symetrycznych). Projektowanie płytek drukowanych z układami cyfrowymi(2).•
Ćwiczenia	<p>Treść ćwiczeń</p> <ul style="list-style-type: none">• Początkowy fragment ćwiczeń rachunkowych poświęcony jest przypomnieniu i rozszerzeniu wiadomości uzyskanych w trakcie poprzedzających wykładów z układów elektronicznych i przyrządów półprzewodnikowych (czytanie schematów układów analogowych, obliczanie punktów pracy podzespołów, liczenie wzmocnienia i pasma wzmacniaczy). Dalej, obliczane będą szumy prostych przykładów wzmacniaczy. Później realizowane będą obliczenia poziomu szumów i zakłóceń dla typowych sytuacji projektowych występujących przy projektowaniu układów elektroniki medycznej, układów elektroniki jądrowej, dużych systemów akwizycji danych w eksperymentach fizyki wysokiej energii.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie zjawisk fizycznych będących źródłem szumów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma wiedzę na temat sposobów opisu zjawiska szumów, szczególnie modelu uniwersalnego szumowego schematu zastępczego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna mechanizmy generowania zakłóceń, kanały propagacji zakłóceń i metody zwalczania zakłóceń w układach elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaprojektować niskoszumny stopień wejściowy wzmacniacza
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Umie obliczyć stosunek sygnał-szum wzmacniacza w dziedzinie częstotliwości i w dziedzinie czasu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi zaprojektować ekran od pola elektromagnetycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaprojektować PCB o dużej odporności na zakłócenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103C-ELEIM-MSP-MWS
Nazwa przedmiotu	Modele i wnioskowanie statystyczne
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Matematyka)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie wybranych zagadnień statystyki matematycznej mających zastosowanie we współczesnej technice i przemyśle. Tematyka przedmiotu obejmuje: estymację parametryczną i nieparametryczną, weryfikację hipotez statystycznych, analizę wariancji i regresji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Laboratoria Laboratoria realizowane w formie zajęć komputerowych z wykorzystaniem języka R i systemu RStudio. Zajęcia zgrupowane są w pięć 3-godzinnych bloków: <ol style="list-style-type: none">1. Elementy statystyki opisowej2. Estymacja punktowa i przedziały ufności3. Estymacja bayesowska4. Testowanie hipotez statystycznych5. Regresja liniowa i analiza wariancji
--------------	--

Część I

Wykład	<p>Wykłady realizowane są w postaci klasycznej prezentacji przeplatanej pokazami analizy danych przeprowadzanej z wykorzystaniem języka R.</p> <ul style="list-style-type: none"> • (2h) Wprowadzenie do zagadnień wnioskowania statystycznego i statystyki opisowej. • (2h) Podstawowe rozkłady zmiennych losowych oraz metoda momentów. • (2h) Wprowadzenie do programowania w języku R. • (4h) Estymatory największej wiarygodności. Zgodność, nieobciążoność i asymptotyczna normalność estymatorów. Informacja Fishera. Nierówność CrameraRao. Estymatory efektywne. • (2h) Estymacja przedziałowa. Rozkład chi kwadrat i t-Studenta. • (2h) Estymacja bayesowska. Rozkłady sprzężone. • (2h) Testowanie hipotez statystycznych w ujęciu Neymana-Pearsona. Testy najmocniejsze. Testy randomizowane. • (4h) Twierdzenie Pearsona. Testowanie zgodności rozkładu. Testowanie niezależności oraz jednorodności zmiennych losowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa. • (2h) Porównywanie prób. Testy parametryczne i nieparametryczne. • (2h) Jądrowe estymatory gęstości. • (2h) Analiza wariancji. Metoda Bonferroniego. • (4h) Regresja liniowa i jej własności. Regresja logistyczna
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Rozumie podstawowe parametry właściwości modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna metody estymacji parametrów modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe konstrukcje testów statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna metody konstrukcji modeli liniowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Umie formułować zagadnienia analizy wykład, laboratoria, danych w języku statystyki matematycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi skonstruować estymatory wybranych parametrów modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi sformułować zagadnienie wykład, laboratoria, testowania hipotez statystycznych i wykonać odpowiedni test w wybranych pakiecie statystycznym
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i oraz aktywnego jej uzupełniania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103C-ELxxx-MSP-AMP
Nazwa przedmiotu	Analiza i modelowanie procesów fizjologicznych
Wersja przedmiotu	2021Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie z wybranymi podsystemami czynnościowymi oraz typowymi sygnałami biologicznymi w organizmie człowieka, takimi jak systemy regulacji, modele receptorów i neuronalnego przesyłania informacji oraz zagadnienia dotyczące identyfikacji modeli biomedycznych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

Laboratorium: Laboratorium pozwala pogłębić wiedzę i przeprowadzić analizy symulacyjne w modelach fizjologicznych układów regulacyjnych oraz opanować umiejętności praktyczne podczas tworzenia mini-projektów funkcjonalnych. W ramach laboratorium studenci zapoznają się omawianymi na wykładzie układami regulacji i przeprowadzają odpowiednie testy z wykorzystaniem różnych parametrów definiujących warunki pracy układów. Zakres mini projektów laboratoryjnych obejmuje:

1. Podstawy działania neuronu i komunikacja między neuronami - sieć neuronowa, równowaga jonowa, potencjały czynnościowe i synaptyczne, szybkość przewodzenia.
2. Zmysły czucie, węchu i smaku - ciało blaszkowate Paciniego, drogi rdzeniowe, hamowanie oboczne, adaptacja, rozpoznawanie zapachów.
3. Zmysł słuchu i mowy - dźwięki i analiza Fouriera, głoski, błona podstawna ślimaka, synchronizacja fazowa, opóźnienie międzyneuronowe.
4. Zmysł wzroku - optyka wzroku, ślepa plamka, fotoreceptory, komórki poziome, pola recepcyjne, ostrość widzenia, hamowanie oboczne, kolory, adaptacja; funkcje motoryczne - sieć neuronowa, parametryczne sprzężenie zwrotne, systemy sterujące, ruchy gałek ocznych).
5. Model odruchu neuronalno-mięśniowego (budowanie modelu z wykorzystaniem programu SIMULINK),
6. Model przepływów mózgowych i układu wewnątrzczaszkowego.
7. Sygnał EMG – analiza eksploracyjna i identyfikacja parametrów pracy mięśni w warunkach cyklicznych.

Wykład	<p>Celem wykładu jest zapoznanie z wybranymi podsystemami czynnościowymi oraz typowymi sygnałami biologicznymi w organizmie człowieka, takimi jak systemy regulacji, modele receptorów i neuronalnego przesyłania informacji oraz zagadnienia dotyczące identyfikacji modeli biomedycznych.</p> <p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Modele fizjologiczne i podstawy ich działania w odniesieniu do procesów życiowych. Konceptualizacja i podstawy budowania modeli, ich opis funkcjonalny i matematyczny, taksonomie modeli. Metodologia tworzenia modeli, model eksperymentalny i symulacyjny.2. Przesyłanie informacji w organizmie człowieka. Układ nerwowy i hormonalny, ich rola we wzajemnym współdziałaniu (regulacji) wszelkich narządów w organizmie, Opisu fizyczny i matematycznego składowych układu nerwowego.3. Przykładowe modele transmisyjne: neuronu, potencjałów aktywacji i czynnościowych, wyższe czynności nerwowe, sprzężenie modalności i neurotransmitery.4. Modele układów regulacji w biomedycynie i fizjologii. Przykłady pasywnych i aktywnych układów regulacji ze sprzężeniem zwrotnym, pojęcie homeostazy, systemy regulacji w organizmach żywych, bloki modeli biofizycznych systemów regulacji.5. Przetwarzania informacji w modelach różnej skali, przykład regulacji temperatury ciała, pracy serca, oddychania i czynności układu ruchowego. Modele regulacji w organizmie człowieka - próba systematyzacji, Model regulacji ciśnienia tętniczego.6. Modele systemów odbioru i przekazu informacji u człowieka, wspólne cechy organów zmysłu (receptorów) u człowieka. Funkcjonowanie wybranych zmysłów: modele receptora i narządu słuchu, receptora i narządu równowagi oraz model narządu głosotwórczego i mechanizm wytwarzania głosu.7. Model układu wzrokowego i fizjologia widzenia ludzkiego. Percepcja informacji obrazowej i postrzegania, cybernetyczny system kontroli informacji przez umysł, czynności i wiedza kognitywna.8. Model funkcjonalny mózgu – dwa szlaki transmisji, wizualizacja diagnostyczna funkcji, sygnały EEG, fizjologia snu, Model układu ciśnieniowo-przepływowego wewnątrzczaszkowego, pomiary i regulacja fizjologiczna.9. Cykliczność i okresowość sygnałów fizjologicznych, Modelowanie przebiegu sygnałów: zespół QRS sygnału EKG, fala ciśnienia tętniczego oraz sygnał elektromiograficzny EMG i wybrane cechy sygnału mowy.10. Model lokomocji i funkcje mięśni, analiza chodu ludzkiego, stochastyczne cechy sygnału EM, diagnostyczna analiza eksploracyjna sygnału EMG, sygnał EMG jako źródło informacji.11. Bilans stanu równowagi wewnętrznej obiektu, fizjologiczne modele komórkikompartmentyzacja. Model kompartmentowe – cechy, funkcje fizjologiczne, model czarnej skrzynki do opisu procesów, kompartmentowe modele lekowe: farmakokinetyczne i farmakodynamiczne w badaniach in silico.
--------	--

Część I

	<p>12. Identyfikacja modeli – wprowadzenie do metod, narzędzia do identyfikacji modeli, parametryzacja modeli, Przykład: identyfikacja modelu układu wewnątrzczaszkowego.</p> <p>13. Model kompartmentowy regulacji glukozy i insuliny, symulacje ewolucji procesów w warunkach odstępstw od stanu normalnego - narzędzie wspierania diagnozy.</p> <p>14. Modelowanie hydrodynamiki układu krwionośnego i regulacja ciśnienia tętniczego Rozruszniki serca pracujące w pętli sprzężenia zwrotnego, modelowanie matematyczne procesów fizjologicznych sterujących prokreacją człowieka,</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Zna podstawowe pojęcia, metody oraz techniki identyfikacji i budowania modeli na podstawie danych eksperymentalnych i wiedzy dziedzinowej z zakresu fizjologii człowieka dla praktycznych zagadnień inżynierii biomedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi metodami modelowania wynikającej z znajomości fizjologii człowieka w praktycznej realizacji zagadnień inżynierii biomedycznej, a także zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w inżynierii biomedycznej wynikający z znajomości modeli fizjologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskać informacje i literatury, integrować informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie oraz ocenić jakość modeli regulacji i sterowania w zagadnieniach fizjologicznych oraz wyników symulacji dla różnych technik diagnozowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie projektowania podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii wynikających z procesów fizjologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03

Część I

Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie aparatury elektromedycznej i technik rejestracji sygnałów bioelektrycznych oraz systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, które wnoszą wiedzę podstawową do zrozumienia zagadnień fizjologii człowieka i tworzeniu odpowiednich modeli
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych oraz dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich w zakresie aplikacji modeli fizjologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U13, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Umie pracować zespołowo koncentrując się nad wykonaniem zadania analitycznego (symulacyjnego) i przygotowaniem wniosków merytorycznych, a także jest gotowy do współpracy z personelem medycznym w obszarze przygotowania, pozyskania i analizowania wyników symulacyjnych w stosunku do obserwacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103D-xxxxx-MSP-KODA
Nazwa przedmiotu	Kompresja danych
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria systemów informatycznych-mgr.-EITI,(Przetwarzanie multimediiów)- Informatyka w multimediami-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Radiokomunikacja i techniki multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane ogólne)--dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest omówienie podstaw teoretycznych oraz metod kodowania danych, zasad realizacji prostych algorytmów kompresji, przegląd współczesnych narzędzi i standardów z uwzględnieniem potencjalnych obszarów zastosowań, analiza możliwości oraz kryteriów doboru koderów optymalnych dla określonego rodzaju danych, a także sformułowanie współczesnych paradygmatów kompresji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Celem przedmiotu jest omówienie podstaw teoretycznych oraz metod kodowania danych, zasad realizacji prostych algorytmów kompresji, przegląd współczesnych narzędzi i standardów z uwzględnieniem potencjalnych obszarów zastosowań, analiza możliwości oraz kryteriów doboru koderów optymalnych dla określonego rodzaju danych, a także sformułowanie współczesnych paradygmatów kompresji.

Spodziewane efekty uczenia to zdobycie syntetycznej i pragmatycznej wiedzy w zakresie nowoczesnych i użytecznych metod kompresji danych multimedialnych, umiejętność konstrukcji efektywnych algorytmów kompresji różnego przeznaczenia, optymalizacji metod bazujących na otwartych bibliotekach według kryteriów dopasowujących do charakteru zastosowań, a także projektowania i realizacji testów oceny efektywności technik kompresji odwracalnej i nieodwracalnej, z analizą wyników i formułowaniem wniosków

Treść wykładu

1. Wprowadzenie: przegląd i charakterystyka różnego typu danych wykorzystywanych do przekazu informacji, form ich reprezentowania (formaty, protokoły) w systemach informatycznych (głównie pliki tekstowe i graficzne, dźwięk, obrazy naturalne, medyczne, czarno-białe, wideo); podstawowe pojęcia z dziedziny kompresji, kierunki rozwoju nowoczesnych metod kompresji (2h).
2. Podstawy teorii informacji: definicje informacji, pojęcia nadmiarowości, kanału przekazu informacji, modele źródeł informacji (m.in. źródła Markowa), miary ilości informacji, twierdzenia o kodowaniu źródeł, reguły i ograniczenia efektywnego kodowania danych, kody jednoznacznie dekodowalne, praktyczne wykorzystanie modeli teoretycznych - kody optymalne, (3h).
3. Podstawowe metody kodowania odwracalnego: schematy ogólne i paradygmaty bezstratnych metod kompresji, kodery długości sekwencji, Shannona-Fano, Huffmana (statyczny i dynamiczny), Golomba, przekształcenia BWT i adaptacyjne modele kontekstowe (3h).
4. Efektywne metody bezstratnej kompresji danych: kodowanie arytmetyczne (m.in. szybkie kodeki binarne typu BAC i FBAC), słownikowe (m.in. przegląd archiwizerów rodziny ZIP), metody predykcyjne (wstecz, wprzód, DPCM, nieliniowe,), analiza porównawcza skuteczności znanych narzędzi kompresji dla różnego typu danych, przegląd dostępnych bibliotek (m.in. ZLIB, BZIP2, QccPack) (6h).
5. Wybrane standardy odwracalnej kompresji obrazów: predykcja 2-D (adaptacyjne modele przełączane, HINT, kilkietapowe), modelowanie i kwantyzacja kontekstu (CALIC, JPEG-LS), standardy GIF, PNG, JPEG-LS, JBIG (2h).
6. Podstawy metod selekcji informacji: teoria zniekształceń źródeł informacji, optymalizacja R-D, średnia informacja wzajemna, metody kwantyzacji, kryteria i metody oceny jakości rekonstrukcji danych, podstawowe cechy skutecznych algorytmów kompresji - elastyczność, interakcja, skalowalność, hierarchia informacji, zagnieżdżanie kodu, sterowana średnia bitowa (2h).

Część I

	<ol style="list-style-type: none"> 7. Metody kompresji nieodwracalnej: stratna predykcja (JPEG-LS), BTC, wektorowa kwantyzacja, kodowanie transformacyjne z DCT (standard JPEG), modyfikacje JPEG-XR, WebP, z analizą wielorozdzielczą (EZW, JPEG2000), kompresja map bitowych (JBIG), zasady kodowania dźwięku (AAC), kodowanie wideo (MPEG-2, AVC) (7h). 8. Optymalizacja kodeka obrazów: zalety falkowej metody SPIHT, rozszerzenia standardu JPEG2000 (do transmisji bezprzewodowej, kompresji danych przestrzennych, sekwencji obrazów, zabezpieczenia danych), najnowsze koncepcje zaawansowanych koderów obrazów (AIC) (3h). 9. Przykłady zastosowań multimedialnych: archiwizacja z kompresją i indeksowaniem, interakcyjne protokoły transmisji obrazów (JPIP) oraz progresja i skalowanie informacji do celów telekonsultacji (2h).
Projekt	<p>Projekt: Zadania projektowe obejmują takie aktywności jak: studia literaturowe, opracowanie koncepcji i algorytmów kodowania, implementacja poznanych metod kompresji, badanie i analiza najnowszych standardów, formatów czy narzędzi (w zakresie algorytmów, dostępnych pakietów oprogramowania, optymalizacja i modyfikacja dostępnych bibliotek, implementacje sprzętowe, projektowanie i realizacja testów weryfikacji narzędzi). Treść poszczególnych zadań projektowych, stale aktualizowanych, dotyczy samodzielnej realizacji prostych aplikacji kodeków (według kodu Huffmana, arytmetycznego, Golomba, słownikowego, predykcji, transformacji, kwantyzacji, RLE, itp.) oraz narzędzi wspomagających (do liczenia entropii, do eksperymentalnej weryfikacji określonych kodeków); Projekty mogą dotyczyć również optymalizacji i badania kodeków złożonych z wykorzystaniem dostępnych pakietów oprogramowania oraz sprzętowej syntezy wysokopoziomowej wybranych metod kompresji;</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna tendencje rozwojowe w zakresie metod i standardów kompresji danych multimedialnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna budowę typowych systemów kompresji danych multimedialnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna paradygmaty, ograniczenia i główne metody kompresji danych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi we własnym zakresie uzupełniać widzę niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi projektować i wykonywać systemy kompresji danych zgodnie z zadaną specyfikacją poprzez analizę i przystosowanie istniejących metod oraz przy użyciu środowisk i języków programowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09, U13, U14, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi zweryfikować analitycznie i eksperymentalnie poprawność implementacji i efektywność wybranych algorytmów kompresji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę algorytmów i standardów kompresji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U11, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji oraz oceną efektywności różnych systemów kompresji danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-IBIBM-MSP-KWOD
Nazwa przedmiotu	Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem jest przekazanie wiedzy oraz umiejętności dotyczących zasadniczych koncepcji i metod wykorzystania inteligentnych przekształceń sygnałów, modeli poznawczych i sugestii decyzyjnych do poprawy skuteczności obrazowej diagnostyki medycznej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: W ramach zadań projektowych studenci opracowują algorytmy i programowe realizacje różnych technik przetwarzania danych stosowanych na różnych etapach procesu wspomaganie interpretacji obrazów medycznych. Ponadto przewidywane są prace z zakresu analizy (treściowej, statystycznej) wybranych zagadnień optymalizacyjnych (np. dobór klasyfikatora, modele obrazu stosowane w metodach selekcji cech użytecznych w analizie obrazów danej modalności, sposoby poprawy skuteczności metod aktywnych konturów). Ważnymi zadaniami projektowymi są badania eksperymentalne nad poprawą percepcji struktur obrazowych oraz weryfikacją automatycznych algorytmów wspomaganie.
---------	--

Część I

Wykład	Wykład: <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie (2h) • Uwarunkowania obrzowej diagnostyki medycznej (8h) • Elementy teorii i obróbki obrazów medycznych (6h) • Charakterystyka koncepcji CAD (8h) • Kliniczne modele użytkowe, przykłady zastosowań (6h)
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie metod analizy sygnałów stochastycznych i algorytmów przetwarzania obrazów oraz rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki w zakresie zjawisk fizycznych stanowiących istotę metod diagnostycznych takich jak radiografia, scyntygrafia i tomografie: rentgenowska, magnetycznego rezonansu jądrowego i pozytonowa.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie konstruowania aparatury medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim i krótkie doniesienie naukowe w języku angielskim, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane. Pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie projektowania podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie projektowania algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z elektroniki i informatyki w zastosowaniach medycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi dot. projektowania algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U07
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne dot. systemów komputerowego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U08

Część I

Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanej specjalności, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; potrafi: - stosując także koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-TOM
Nazwa przedmiotu	Tomografia komputerowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,MGR_FT_FM_2,3_Z
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami rekonstrukcji obrazów z projekcji oraz metodami akwizycji, wizualizacji i przetwarzania danych obrazowych stosowanymi w tomografii komputerowej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

Laboratorium: Celem laboratorium jest przekazanie studentom umiejętności wykonywania symulacji numerycznych i implementacji algorytmów rekonstrukcji obrazów. Studenci realizują zadania w języku C i w języku Matlab. W ramach laboratorium studenci zapoznają się z wybranymi technikami tomograficznymi. Praktycznie zapoznają się z urządzeniami tomograficznymi, przeprowadzają pomiary i opracowują wyniki w komputerowych systemach analizy obrazów. Ćwiczenia laboratoryjne obejmują symulacje projekcji tomograficznych, praktyczne pomiary tomograficzne fantomów fizycznych, algorytmy rekonstrukcji obrazów oraz metody wizualizacji obrazów tomograficznych. Tematyka ćwiczeń:

- Symulacja numeryczna danych tomograficznych (projekcji) dla fantomu matematycznego głowy z uwzględnieniem szumu.
- Implementacja wybranego algorytmu rekonstrukcji obrazów z projekcji. Badanie właściwości algorytmu.
- Pomiary w tomografii rentgenowskiej.
- Metody prezentacji i przetwarzania obrazów w tomografii rentgenowskiej.
- Zjawisko rezonansu magnetycznego, metody pobudzenia, sygnał odpowiedzi (FID), kodowanie przestrzeni częstotliwością i fazą.
- Pomiary w elektrycznej tomografii pojemnościowej.

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp. Wprowadzenie do tomografii komputerowej. Obrazowe techniki diagnostyczne. Historia tomografii: tomografia klasyczna i komputerowa. Podstawowe pojęcia: projekcja, sinogram, rekonstrukcja obrazów z projekcji, problem odwrotny. Przegląd technik tomograficznych. Obszary zastosowań.2. Analityczny opis projekcji tomograficznych. Transformacja Radona. Operator wstecznej projekcji. Twierdzenie o projekcji. Twierdzenie o zamianie zmiennych w całce podwójnej. Jakobian. Odwrotna transformacja Radona. Filtrowana projekcja wsteczna. Filtr R i jego własności. Twierdzenia o splocie. Splatana projekcja wsteczna. Twierdzenie o wstecznej projekcji. Odwrotna transformacja Radona z 2W transformacją Fouriera.3. Dyskretna transformacja Radona. Algorytm filtrowanej projekcji wstecznej. 1W filtracja sinogramu. Własności dyskretnej transformacji Fouriera. Rozszerzanie sinogramu. Funkcje okna filtru tomograficznego. Interpolacja w projekcji wstecznej. Widmo gęstości mocy. Filtracja dla danych zaszumionych. Funkcja przenoszenia modulacji. Koncepcja filtracji adaptacyjnej i optymalnej.4. Algebraiczny model projekcji tomograficznych. Dyskretyzacja i interpolacja. Rekonstrukcja obrazu z projekcji jako rozwiązanie problemu liniowego. Problem odwrotny źle postawiony. Model liniowy nadokreślony, niedookreślony. Liniowe zadanie najmniejszych kwadratów. Pseudoodwrotność. Rozwiązanie o minimalnej normie. Algebraiczne metody bezpośrednie i iteracyjne5. Relaksacyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda Kaczmarza. Minimalizacja entropii i algorytmy multiplikatywne. Optymalizacja średniokwadratowa metodą gradientową. Algorytmy gradientowe. SIRT, SART. Metoda średniokwadratowa ważona. Problem odwrotny źle uwarunkowany numerycznie. Regularyzacja. Metoda: Tikchonova, TSVD. Metody automatycznego doboru wartości parametru regularyzacji. Metoda krzywej-L.6. Statystyczne metody rekonstrukcji obrazu z projekcji. Metoda największej wiarygodności. Maksymalizacja funkcji wiarygodności metodą Monte-Carlo. Statystyczny model pomiaru projekcji w tomografii emisyjnej. Model danych niekompletnych. Dane obserwowalne i nieobserwowalne. Metoda maksymalizacji wartości oczekiwanej. Iteracyjny algorytm ML-EM. Bayesowski model projekcji tomograficznych. Maksymalizacja prawdopodobieństwa a posteriori.7. Rentgenowska tomografia transmisyjna. Generacja i detekcja promieniowania X. System pomiarowy, tomografy trzeciej generacji i EBCT. Tomografia helikalna i z wiązką stożkową (CBCT). Narażenie na promieniowanie jonizujące. Akwizycja i korekcja danych. Numeryczny model pomiarowy. Metody rekonstrukcji obrazów dla akwizycji helikalnej. Algorytm Feldkampa.
--------	--

Część I

	<p>8. Metody oceny jakości obrazów tomograficznych. Podstawowe pojęcia i definicje. Rodzaje fantomów fizycznych. Standaryzacja. Fantom głowy Shepp'a-Logan'a. Wizualizacja obrazów tomograficznych. Skala Hounsfielda. Pseudokolorowanie. Dobór kontrastu i jasności za pomocą „okienkowania”. Wielopłaszczyznowa rekonstrukcja przekrojów. Projekcje „radio” i projekcje maksimum intensywności.</p> <p>9. Tomografia emisyjna jednofotonowa. Izotopy i znaczniki izotopowe. Budowa gammakamery obrotowej. Dwuwymiarowa projekcja równoległa. Efekty fizyczne wpływające na jakość danych. Statystyka danych. Osłabianie promieniowania. Metody korekcji osłabiania promieniowania: Sorenson, Chang. Numeryczny model pomiaru projekcji. Iteracyjne algorytmy rekonstrukcji obrazów. Kryterium zatrzymania obliczeń jako regularyzacja.</p> <p>10. Tomografia emisyjna pozytonowa. Podstawy fizyczne. Detekcja koincydencyjna i kolimacja elektroniczna. Budowa tomografu PET. Ograniczenia rozdzielczości przestrzennej. Linie odpowiedzi. Akwizycja danych 2D i 3D. Model pomiaru projekcji. Rekonstrukcja trójwymiarowa. Statystyczne metody rekonstrukcji. Iteracyjny algorytm ML-OS. Korekcja danych: osłabianie promieniowania, zdarzenia przypadkowe i rozproszone.</p> <p>11. Tomografia NMR. Zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego w ujęciu kwantowym i makroskopowym. Wektor magnetyzacji. Częstotliwość precesji Larmora. Czasy relaksacji. Gęstość protonowa. Gradientowe pole magnetyczne i kodowanie przestrzenne. Metoda czułego punktu. Obrazowanie z użyciem wstecznej projekcji. Kodowanie częstotliwością i fazą. Fourierowska rekonstrukcja obrazów. Sekwencje pomiarowe: „spin-echo”, „echo-planar”. Obrazowanie dynamiczne.</p> <p>12. Elektryczna tomografia pojemnościowa. Numeryczny model pomiarowy liniowy i nieliniowy. Metody wyznaczania rozkładu pola elektrycznego w sondzie tomograficznej. Metoda różnic skończonych, metoda objętości skończonych. Macierz wrażliwości. Rekonstrukcja liniowa: pseudoodwrotność, zlinearyzowana projekcja wsteczna, iteracyjny algorytm Landwebera. Rekonstrukcja nieliniowa: metoda GaussaNewtona. Regularyzacja. Metoda Levenberga-Marquardta. Rekonstrukcja obrazów za pomocą sieci neuronowych.</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii komputerowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07, W08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U04, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U04, U07, U10, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia współodpowiedzialności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELEIM-MSP-ENUMT
Nazwa przedmiotu	Nuclear Medicine Techniques
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	ELEIM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	The course aims to present issues related to the use of electronics and computer techniques in nuclear medicine, particularly the basics of the construction and operation of imaging systems using radioactive isotopes in scintigraphy, SPECT, and PET tomography. Selected models of functional tests of organisms and organs will be presented. Algorithms for reconstructing, presenting, and processing medical 2D and 3D images will be discussed. Simulation methods for imaging systems in Nuclear Medicine will be presented, including the Monte Carlo method. As part of the laboratory, students acquire skills related to testing the quality and parameters of imaging devices in Nuclear Medicine and have the ability to write programs for image reconstruction and analysis.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Classes: 1. Statistics of scintigraphic measurements 2. Construction and principle of operation of a gamma camera. 3. Acquisition of gamma camera images 4. Analysis of selected functional tests 5. Image reconstruction algorithms for SPECT tomography 6. Analysis of multimodal tomographic images
--------------	--

Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none">1. Basics of nuclear medicine applications - diagnostics and therapy. Radioactive transformations. Isotopes for nuclear medicine - production, properties, and clinical applications. Anatomy and physiology of organs. Radiation protection.2. Interaction of radiation with matter. Statistics of single photon counts. Statistical properties of scintigraphic images. Dead time and resolution time of detectors. Statistical assessment of the detection of foci in scintigraphic images. ROC curves.3. Parameters of radiation detectors. Review of detectors for their applications in nuclear medicine imaging systems. Position sensitive detectors. Construction of analog and digital electronics systems working with detectors.4. Gamma radiation topography. Construction and principle of operation of a gamma camera. Design variants of gamma cameras. Scintillation cameras. Methods of obtaining positional information.5. SPECT tomography: structure and principle of operation of SPECT tomography, image reconstruction, reconstruction algorithms in SPECT tomography, correction of radiation attenuation in the patients body, methods of presenting tomographic data (three-dimensional presentation), computer system for SPECT tomography.6. PET tomography: the physicochemical basis of the development of PET tomography, transport of deoxyglucose and glucose across the bloodbrain barrier, metabolic changes in the heart muscle, autoradiographic methods (in vitro). Physical basics of PET tomography, beta decay, positron annihilation, 511 keV gamma quanta emission. Detectors for PET tomography, time coincidence, image artifacts from false coincidences, and PET detection sets (gantry). Time of flight PET tomography. Positron emitters for PET. Cyclotrons for the production of isotopes for PET, compounds labeled with positron emitters. Overview of commercial tomographs and cyclotrons for PET. Tomographic reconstruction algorithms for PET, analysis of PET images, three dimensional presentation, SPECT technique for research using positron emitters.7. Automation of isotope diagnostics in studies of the nervous system (assessment of flow through the carotid vessels, blood vessels, and perfusion of the cerebral hemispheres), heart ventricular function (first pass method, ECG signal gating method), blood flow in the heart muscle (research using isotope thallium TI-201, tests using isonitrile compounds - MIBI), kidney function (assessment of clearance and glomerular filtration rate (GFR), DMSA uptake), liver function (blood flow in the portal system), digestive system (assessment of esophagogastric reflux), thyroid gland (perfusion of thyroid lobes and nodules, iodine uptake).8. Monte Carlo simulation of the gamma camera in the GEANT environment. SPECT tomography simulation. PET scanner simulation. Quality assessment of imaging systems in nuclear medicine. Coupling nuclear medicine techniques with other imaging techniques (MRI, CT). Analysis of data from multiple modalities.
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Knows the basic concepts, methods, and techniques of nuclear medicine
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Has knowledge of the structure and operation of imaging systems, typical radiation detection systems, and analog and digital electronics systems cooperating with detectors
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Has knowledge of Monte Carlo simulation of the operation of scintigraphy, SPECT and PET tomography systems
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Has knowledge of current development trends in imaging systems and software in nuclear medicine
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Is able to measure the basic parameters of a gamma camera
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Knows how to analyze scintigraphic images
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Is able to write a program for image reconstruction in SPECT tomography
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Is able to communicate on specialized topics with diverse audiences
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Is ready to implement the project in a team and share responsibility
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-ZZP
Nazwa przedmiotu	Zwinne zarządzanie projektami
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest wprowadzenie do zarządzania zwinnego. Po przedstawieniu podstawowej terminologii wykład koncentruje się na omówieniu typowych działań realizowanych w ramach metodyki SCRUM - jednej z najchętniej stosowanych metodyk zarządzania zwinnego. Materiał opanowany na wykładzie jest utrwalany podczas zajęć projektowych. Istotnym elementem tych zajęć jest analiza i dyskusja rozwiązań zadań projektowych przedstawianych przez poszczególne zespoły projektowe
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Treści kształcenia	Opis wykładu (29 godzin): <ul style="list-style-type: none">• Źródła i początki ruchu Agile. (2)• Manifest programowania zwinnego (2)• Zasady zwinności (2)• Metody zwinne w wytwarzaniu oprogramowania (2)• Toyota Production System. Lean (4)• Metoda Sześć Sigma, Kanban (2)• Scrum jako ramy postępowania (1)• Scrum – odpowiedzialności, artefakty, wydarzenia (2)• Scrum – fundamenty, filary (2)• Zasady funkcjonowania zespołu scrumowego – wartości Scruma (2)• Narzędzia stosowane w Scrumie. Skalowanie Scruma. (4)• Psychologiczne aspekty funkcjonowania w zespole scrumowym (2)• Współczesne trendy w zarządzaniu: Zarządzanie 3.0, Socjokracja 3.0, Turkusowe organizacje (2)• Projekt (16 godzin): Projekt realizowany jest w kilkusobowych zespołach projektowych. Tematami kolejnych projektów są:<ul style="list-style-type: none">• Scrum (4)• Scrum Tale (4)• Iterate (4)• Lego Kanban (4)
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-SCIR
Nazwa przedmiotu	Sieci czujnikowe i internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy na temat współczesnych sieci czujnikowych które są elementem systemów Internetu Rzeczy (IoT).
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	WYKŁADY: <ul style="list-style-type: none">Wprowadzenie do systemów IoT, inteligentne budynki, inteligentne miasta, inteligentne systemy transportowe, przemysł 4.0Typy konstrukcji czujnika i sieci czujnikowych, wymagania stawiane blokowi interfejsu sieciowego, komponenty systemu IoT od węzła przez bramy do chmury.Baza do realizacji prototypów sieci / ćwiczeń laboratoryjnych (np. Arduino, STM32 Nucleo, RaspberryPi,...)Standardy sieciowe/komunikacyjne M2M (BLE, IEEE 802.15.4, 6LoWPAN, LoRa, NB-IoT, WLAN i LPWAN, LoRa, Sigfox, Zigbee, Dash-7, Z-Wave)Protokoły sieciowe IoT (np. CoAP, MQTT, AMQP, XMPP, WebSocket ...)Usługi chmurowe do przechowywania i waloryzacji danych z czujników oraz ekstrakcji wiedzy (np. Amazon AWS IoT, Watson IoT, ThingSpeak, ...)Prognozy rozwojowe IoT
--------	---

Część I

Laboratorium	LABORATORIA: Lab.1. Programowanie mikrokontrolerów i prototypów System on Chip (SoC) (np.Arduino, STM32 Nucleo, ...) Lab.2. Tworzenie oprogramowania węzła do obsługi czujnika/ów i warstwy sieciowej (BLE, LoRa) Lab.3. Przesyłanie i integracja danych w chmurze Lab.4. Tworzenie interfejsu graficznego do prezentacji danych z chmury
--------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Nabywa specjalistyczną wiedzę z dziedziny elektronika i projektowanie laboratoria laboratoria mikrosystemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma wiedzę do rozwiązywania zadań z zakresu Internetu Rzeczy, ma widzę o trendach rozwojowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Nabywa wiedzy dotyczącej mikrosystemów elektronicznych, w tym wbudowanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Umie pozyskać niezbędne informacje z literatury światowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porozumiewać się i innymi inżynierami również w j.angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność przygotowania prezentacji wyników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Prowadzi proces ciągłego samokształcenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi rozwiązywać zadania inżynierskie wymagające integracji wiedzy z obszarów mikrosystemów i systemów elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06

Część I

Opis	Umie krytycznie ocenić rozwiązania sprzętowe Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Kreatywne działanie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-ZAMFP
Nazwa przedmiotu	Zaawansowane metody programowania układów FPGA
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze współczesnymi układami programowalnymi typu FPGA, ich strukturą, specjalizowanymi blokami wewnętrznymi metodami ich programowania oraz narzędziami służącymi do konfigurowania układów FPGA. W ramach przedmiotu studenci poznają szczegółowo rozwiązania architektur współczesnych rodzin układów FPGA z uwzględnieniem specjalizowanych bloków konfigurowalnych (m.in. pamięci, DSP, PLL, DLL) oraz interfejsów do układów zewnętrznych (np. DDR, PCIe, Ethernet) i ich integracji z układami peryferyjnymi. Zostaną omówione dostępne rodzaje narzędzi projektowych (jak kompilatory, symulatory, analizatory konfiguracji, generatory IPcore, HLS itp.) wraz z praktycznymi metodami programowania, symulowania i konfigurowania układów FPGA. Zostanie omówiony proces prawidłowej integracji układów FPGA w urządzeniach i systemach elektronicznych. Przedmiot kładzie duży nacisk na umiejętność praktycznego wykorzystania zdobytej wiedzy związku z czym studenci będą mogli praktycznie zweryfikować swoje umiejętności samodzielnie tworząc, symulując, optymalizując, kompilując i testując układy FPGA na platformach testowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	<p>Zakres projektu: Program projektu dzieli się na dwie części, każda po 3 sesje 5-godzinne.</p> <ul style="list-style-type: none">• Część pierwsza projektu – wprowadzająca, nie podlega ocenie. Celem jest zapoznanie się z oprogramowaniem oraz płytami uruchomieniowymi dostępnymi w laboratorium, a następnie wykonanie przykładowego projektu, przeprowadzenie jego symulacji, kompilacji, syntezy oraz konfiguracji układu FPGA z wykorzystaniem wybranych interfejsów komunikacyjnych i układów peryferyjnych dostępnych na płycie uruchomieniowej.• Część druga projektu – zaliczeniowa, podlega ocenie. Celem jest opracowanie, symulacja, kompilacja, synteza oraz konfiguracja układu FPGA na płycie uruchomieniowej dostępnej w laboratorium własnego projektu z wykorzystaniem kilku odrębnych komponentów (w tym bloków IP-core) oraz z zastosowaniem metod parametryzacji i optymalizacji projektu. Projekt będzie obejmował realizację algorytmu sterującego oraz przetwarzania i akwizycji danych z wykorzystaniem wybranych interfejsów komunikacyjnych i układów peryferyjnych dostępnych na płycie uruchomieniowej, a także będzie obejmował opracowanie i uruchomienie programu sterującego zrealizowanego w wybranym środowisku programistycznym.• Realizacja projektu: Zajęcia projektowe będą realizowane w laboratoriach Zespołu Internetowych Systemów Pomiarowych ISE (pokoje 330 i 603B) w oparciu o wyposażenie laboratorium - nowoczesne zestawy uruchomieniowe z układami FPGA, DSP i mikrokontrolerami. Projekty będą realizowane w grupach 2-4 osobowych – zależnie od stopnia komplikacji projektu. Rozliczenie projektu przewidziano jako prezentację studencką w godzinach zarezerwowanych na projekt.
---------	---

Wykład:

- Budowa współczesnych układów FPGA – omówienie technologii FPGA i trendów rozwojowych, prezentacja aktualnych rodzin układów FPGA (głównie Intel/Altera, Xilinx) z uwzględnieniem ich podstawowych bloków konfigurowalnych (jak LC, rejestry) oraz bloków specjalizowanych (m.in. pamięci, zegara, DSP) i bloków peryferyjnych (jak porty I/O, PCIe, SERDES), ponadto przedstawienie przykładów płyt uruchomieniowych (tzw. ewaluacyjnych) dostępnych na rynku – w tym szczegółowe omówienie płyt uruchomieniowych dostępnych w laboratorium
- Omówienie zasobów układów FPGA – omówienie dostępnych we współczesnych rodzinach FPGA podstawowych bloków konfigurowalnych (jak typy prostych i złożonych LC oraz rejestrów), bloków specjalizowanych (m.in. typów pamięci, generatorów zegarów zależnych, bloków przetwarzania numerycznego) i bloków peryferyjnych (jak indywidualne porty I/O, interfejsy specjalizowane typu PCIe, SERDES itp),
- Metodyka projektowania, weryfikacji, konfiguracji i testowania układów FPGA – omówienie dostępnego na rynku oprogramowania projektowego do programowania, analizy projektowej i symulacji układów FPGA. Szczegółowe omówienie ścieżki projektowania (etapy kompilacji, syntezy, analizy czasowej, symulacji, generacji konfiguracji itp.) wykorzystaniem oprogramowania głównych światowych producentów układów FPGA (tj. Intel/Altera i Xilinx). Omówienie na przykładach praktycznych programowania złożonych bloków logicznych, pamiętających, obliczeniowych z uwzględnieniem metod optymalizacji (funkcjonalnej, czasowej i logicznej) oraz narzędzi wspomagających (jak np. generatory IP-core, HLS) i dedykowanych bibliotek.
- Zaawansowane metody projektowania – omówienie realizacji projektów złożonych z użyciem technik parametryzacji i opisu algorytmicznego. Omówienie metod implementacji projektowych struktur hierarchicznych, bloków IP oraz procesów obliczeniowych, synchronizujących, rejestrujących, komunikacyjnych itp. Omówienie metod optymalizacji funkcjonalnej (np. minimalizacja zasobów), czasowej (np. maksymalizacja częstotliwości przetwarzania) na poziomie strategii projektowania oraz przykładach konfiguracji kompilatorów głównych światowych producentów układów FPGA (tj. Intel/Altera i Xilinx). Omówienie efektywnych metod weryfikacji projektów wykorzystaniem technik programowych, symulacji oraz testowania i diagnostyki uruchomionych projektów w czasie rzeczywistym z użyciem płyt uruchomieniowych dostępnych w laboratorium.

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Integracja układów FPGA w urządzeniach i systemach elektronicznych – omówienie metod integracji sygnałów zegarowych, synchronizujących i sterujących, metod integracji interfejsów komunikacyjnych (jak RS-232, I2C, SPI, PCIe, Ethernet) oraz układów peryferyjnych (jak DDR, ADC, DAC itp.). Omówienie metod integracji zaawansowanych implementacji FPGA z oprogramowaniem sterującym (jak C/C++, Python) oraz środowiskami projektowymi (jak Matlab, Octave, LabVwindows itp.) na przykładach praktycznych z użyciem dedykowanego oprogramowania oraz płyt uruchomieniowych dostępnych w laboratorium.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie architektury współczesnych układów FPGA.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę na temat współczesnych metod programowania układów FPGA oraz na temat metod i narzędzi zaawansowanej symulacji, optymalizacji, kompilacji, testowania oraz konfiguracji układów FPGA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę na temat metod programowania podstawowych i specjalizowanych bloków konfigurowalnych dostępnych w układach FPGA, integracji FPGA z układami peryferyjnymi, realizacji interfejsów z otoczeniem, użytkownikiem oraz przesyłania danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę praktyczną na temat istniejących rozwiązań integracji współczesnych układów FPGA dla urządzeń i systemach elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi poprawnie skonfigurować i uruchomić układ FPGA za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi opracować, zweryfikować i uruchomić projekt z wykorzystaniem interfejsów i bloków funkcjonalnych za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08

Część I

Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi opracować i zweryfikować projekt maszyny stanów o zadanej funkcjonalności oraz uruchomić w układzie FPGA za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi opracować i zweryfikować projekt procesu obliczeniowego oraz uruchomić w układzie FPGA za pomocą odpowiedniego środowiska narzędziowego i płyty uruchomieniowej dostępnej w laboratorium
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi pracować indywidualnie, w tym także potrafi zarządzać swoim czasem oraz podejmować zobowiązania i dotrzymywać terminów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-WZTO
Nazwa przedmiotu	Wybrane zagadnienia teorii obwodów
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z wybranymi zaawansowanymi zagadnieniami teorii obwodów liniowych pasywnych i aktywnych oraz teorii obwodów nieliniowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykłady:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Sprawy organizacyjne i regulaminowe. Efekty uczenia się. (1h) Nieoznaczona macierz admitancyjna i jej zastosowania. Dekompozycja obwodów. Wielomiany charakterystyczne nzz, noo, noz, nzo i m. (1h)2. Matematyczne i komputerowe metody formułowania równań układu. Elementy teorii grafów. Podstawowe podgrafy. Grafy sieciowe, macierze strukturalne, metoda potencjałów węzłowych i metoda prądów obwodowych. Zmodyfikowana metoda potencjałów węzłowych. (2h)3. Pseudodwójniki i czwórnik aktywne. Nulatory, noratory, fiksatory, zwierciadła prądowe i napięciowe, konwertery, inwertery, konwejjory. Klasyfikacja czwórników aktywnych. (2h)4. Opis czwórników w dziedzinie czasu i częstotliwości. Odpowiedź impulsowa i jednostkowa. Zastosowanie spłotu. Związki między charakterystykami czasowymi a częstotliwościowymi. Podstawowy warunek realizowalności układu. (2h)5. Rodzaje filtrów. Aproksymacja charakterystyk częstotliwościowych (Butterwortha, Czebyszewa, Cauera, Bessela). Transformacje częstotliwościowe. Skalowanie elementów. Program ELSIE. (2h)6. Wrażliwość układów elektronicznych. Niezmienniki wrażliwości. Twierdzenie Tellegena. Układy dołączone i ich zastosowanie do obliczania wrażliwości. Metoda Monte-Carlo obliczania wrażliwości. Liczby pseudo-losowe a quasi-losowe. (2h)7. Równania stanu. Grafy przepływu sygnałów. Redukcja gaflu przepływowego. Grafy transponowane. Reguła Masona. Schematy blokowe. Układy ze wzmacniaczami operacyjnymi i grafy dwuwęzłowe. (2h)8. Stabilność układu transmisyjnego. Kryteria stabilności: Hurwitza-Lienarda, RouthaHurwitza, Michajłowa, Nyquista. Sprzężenie zwrotne. Wzmocnienie pętli. Stabilność układów ze sprzężeniem zwrotnym. Marginesy stabilności. (2h)9. Warunki realizowalności różnych klas dwójników i czwórników pasywnych. Funkcje wymierne rzeczywiste dodatnie i ich właściwości. Funkcje reaktancyjne. Immitancje i transmitancje układów pasywnych. Metody syntezy dwójników i czwórników pasywnych i aktywnych. (2h)10. Przykłady elektronicznych elementów nieliniowych. Memrystory. Układy nieliniowe pierwszego rzędu. Opis równaniami stanu. Metody analizy: graficzne, analityczne, numeryczne, mieszane. Zastosowanie symulatorów układów elektronicznych i programów analizy numerycznej. (2h)11. Układy nieliniowe rzędu drugiego. Metody płaszczyzny fazowej. Trajektorie fazowe i ich rodzaje. Klasyfikacja punktów osobliwych. Poszukiwanie trajektorii zamkniętych. Układy zachowawcze. Bifurkacje. (2h)12. Chaos. Odwzorowanie Poincare. Dziwne atraktory. Obwód Chua. Drgania chaotyczne. Zastosowania praktyczne. (2h)13. Metody wolno zmiennych amplitud i faz w układach nieliniowych. Stany nieustalone w generatorach. Synchronizacja drgań. Rezonans nieliniowy. Układy parametryczne – opis różniczkowy i całkowy. (2h)
--------	--

Część I

	14. Drgania w układach nieliniowych. Metody bilansu harmonicznego. Równania Groszkowskiego. Metoda pierwszej harmonicznej. Metoda równowagi mocy urojonej harmonicznego. Metoda Van der Pola.
Laboratorium	Laboratoria: Jednogodzinne zajęcia odbywają się raz w tygodniu (po wykładzie), są z nim ściśle skoordynowane i służą przedstawieniu i analizie przykładów dotyczących zagadnień poruszanych na wykładzie. Mają właściwie charakter pośredni pomiędzy laboratoriami a ćwiczeniami audytoryjnymi i gdyby nie ograniczenia formalne, należałoby je nazwać zajęciami zintegrowanymi. Studenci pracują jedynie częściowo samodzielnie – są w dużej mierze sterowani przez bieżące polecenia prowadzącego. Przewiduje się możliwie szerokie wykorzystanie na zajęciach programów komputerowych typu LTspice czy MATLAB. W takim właśnie wysoce skomputeryzowanym i praktycznym podejściu należy upatrywać aspektu unowocześnień programu studiów. Zajęcia powinny odbywać się w małych grupach (maksymalnie ośmiolub dziesięcioosobowych) w sali wyposażonej w odpowiedni sprzęt komputerowy i oprogramowanie, ale koniecznie także w rzutnik komputerowy i w zwykłą tablic

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie wybranych metod opisu matematycznego i symulacji układów analogowych liniowych pasywnych i aktywnych w dziedzinie czasu i częstotliwości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie wybranych metod opisu matematycznego i symulacji układów analogowych nieliniowych pasywnych i aktywnych w dziedzinie czasu i częstotliwości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaplanować i przeprowadzić symulacje komputerowe układów analogowych liniowych i nieliniowych pasywnych i aktywnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne dotyczące układów analogowych liniowych i nieliniowych pasywnych i aktywnych do sformułowania i rozwiązania prostych zadań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03

Część I

Opis	Potrafi dokonać identyfikacji zadania inżynierskiego polegającego na analizie laboratoria laboratoria układu analogowego liniowego lub nieliniowego, pasywnego lub aktywnego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi pracować samodzielnie w kreatywny sposób nad niedużymi problemami dotyczącymi wykorzystania prostych narzędzi CAD do analizy i projektowania liniowych i nieliniowych analogowych układów elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-ISYN
Nazwa przedmiotu	Integralność sygnałowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami IS umożliwiającymi skuteczne projektowanie płyt z obwodami drukowanymi dla układów elektronicznych wykorzystujących szybkie układy cyfrowe oraz układy analogowe wielkich częstotliwości. Wykład jest ukierunkowany na przekazanie informacji praktycznych, które mogą być niezbędne w praktyce inżynierskiej projektantów układów elektronicznych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium

Zakres laboratorium:

1. **Zapoznanie się studentów z oprogramowaniem służącym do symulacji i analizy obwodów elektronicznych w celu oceny integralności sygnałowej** na przykładzie pakietu HyperLynx firmy Mentor Graphics. Dopasowanie impedancji w torach asymetrycznych i różnicowych. Laboratorium obejmuje analizę wybranych struktur, w tym obwodów przygotowanych do testowania dopasowania impedancji linii
2. **Zagadnienia transmisji sygnałów cyfrowych w obwodach drukowanych.** Ćwiczenie ma na celu zapoznanie studentów z zagadnieniami modelowania transmisji sygnałów cyfrowych w liniach transmisyjnych stanowiących fragmenty obwodów drukowanych PCB. W ramach ćwiczenia będą omówione podstawy projektowania i realizacji drukowanych obwodów układów elektronicznych. Przedstawione zostaną podstawy transmisji różnicowej i przyjęte standardy tej transmisji. Omówione zostaną także podstawowe zjawiska zachodzące podczas omawianej transmisji, w tym zjawisko sprzężenia linii (niekoniecznie różnicowych), oraz związane z nim zjawisko przesłuchu. Studenci nauczą się modelować wyżej wymienione zjawiska w oprogramowaniu HyperLynx
3. Celem laboratorium **jest zapoznanie się z problemami mogącymi występować na płytach drukowanych.** W celu ich symulacji będzie użyty pakiet HyperLynx firmy Mentor Graphics. Przy jego pomocy na laboratorium studenci poznają sposoby wyszukiwania, diagnozowania i naprawiania błędów powstałych przy projektowaniu płyty drukowanej
4. Pomiary integralności sygnałowej. Zapoznanie z przyrządami pomiarowymi. Badanie przesłuchów i odbić sygnałów w dziedzinie częstotliwości i czasu. Pomiary szumów fazowych oraz jitteru sygnałów zegarowych.

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie (2h): omówienie konstrukcji i właściwości współczesnych obwodów elektronicznych, pojęcie Integralności Sygnałowej (IS), znaczenie IS dla współczesnych układów elektronicznych, omówienie technik i przebiegu projektowania układów wykorzystywanych dla zapewnienia IS, przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu przetwarzania i propagacji sygnałów. Najważniejsze cechy opisu sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości2. Podstawowe zależności czasowe (timing) w systemach elektronicznych (2h): Znaczenie zależności czasowych dla systemów elektronicznych, podstawowe schematy taktowania systemów elektronicznych, podstawowe zależności czasowe dla przerzutników, czasy setup, hold, czasy propagacji, itd., najważniejsze zależności czasowe w systemach elektronicznych, budżet czasowy systemu.3. Konstrukcja obwodów drukowanych w ujęciu IS (2h): Budowa i rodzaje płyt drukowanych. Zasady konstruowania płyt wielowarstwowych. Rodzaje i parametry laminatów oraz ich znaczenie dla IS. Proces wytwarzania płyt drukowanych4. Propagacja sygnałów oraz linie transmisyjne (3h): Pojęcie i znaczenie linii transmisyjnej w konstrukcjach PCB, linie długie, rodzaje linii transmisyjnych wykorzystywanych w konstrukcjach PCB. Parametry fizyczne podłoży. Obliczenia podstawowych parametrów linii transmisyjnych (impedancja, pojemność, itd.) oraz projektowanie linii o wyznaczonych parametrach.5. Odbicia sygnałów i dopasowanie impedancji (3h): Mechanizm powstawania odbić sygnałów. Współczynnik odbicia. Znaczenie odbić dla systemów cyfrowych. Metodyka obciążania i dopasowania impedancji linii.6. Straty w liniach transmisyjnych (2h): przyczyny i skutki występowania strat w liniach transmisyjnych. Straty w przewodnikach i dielektrykach, efektywna przenikalność dielektryczna, efekt naskórkowy i głębokość wnikania. Wpływ strat na obciążalność ścieżek. Propagacja impulsów wzdłuż stratnych linii transmisyjnych.7. Wprowadzenie do modelowania i symulacji obwodów dla potrzeb IS (1h): Metodyka modelowania toru transmisyjnego na potrzeby analizy IS, rodzaje modeli (strukturalne, liniowe, behawioralne), Rodzaje symulacji i przykładowe symulatory wykorzystywane do rozwiązywania zagadnień IS. Modele IBIS i ich zastosowanie.8. Linie różnicowe i ich zastosowania do transmisji sygnałów (2h): Parametry linii różnicowych oraz cechy propagacji sygnałów w takich liniach. Linie sprzężone. Przegląd interfejsów wykorzystujących linie różnicowe. Metody obciążania (tzw. „terminacji”) interfejsów.9. Przesłuchy sygnałów (2h): pojęcie oraz przyczyny powstawania przesłuchów, model sprzężonych linii, metody eliminacji przesłuchów, przesłuchy w różnych strukturach i elementach stosowanych do konstrukcji PCB.10. Via (2h): konstrukcja i parametry przelotek, geometria, pady i antypady, modele i elementy pasożytnicze przelotek, prądy masy przy przejściach pomiędzy warstwami. Praktyczne zasady stosowania via w PCB.
--------	---

Część I

	<p>11. Integralność zasilania układów (2h): rozprowadzanie zasilania, płaszczyzny masy i zasilania, reguły odprężania zasilania, prawidłowa konstrukcja układu warstw „board stackup”, kondensatory blokujące, przetwornice impulsowe i stabilizatory liniowe.</p> <p>12. Techniki pomiaru parametrów IS (1h): omówienie metod i aparatury stosowanej w pomiarach IS. Wykres oczkowy, reflektometria czasowa, pomiary jitter'u, impedancji, odbić, przesłuchów i szumów.</p> <p>13. Efekty związane z konstrukcją PCB (2h): Płaszczyzny odniesienia, droga powrotna sygnału, powstawanie wyższych modów, pętle masy, przerwy w płaszczyznach masy, ekranowanie i redukcja zakłóceń, odbicia sygnałów, prowadzenie linii, zagięcia linii, zmiany szerokości linii, przejścia między warstwami.</p> <p>14. Generacja i synteza sygnałów zegarowych (2h): rodzaje i parametry generatorów sygnałów zegarowych, rozprowadzanie sygnałów w obwodach, układy fan-out, synchronizacja sygnałów</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie integralności sygnałowej i jej wpływu na działanie układów i systemów elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna kluczowe zagadnienia w projektowaniu obwodów drukowanych w układach cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z modelowaniem i optymalizacją połączeń i torów sygnałowych w systemach elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy projektowaniu układów analogowych i cyfrowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi poprawnie przeprowadzić projekt toru sygnałowego w systemie cyfrowym.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej.

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich przy modelowaniu, analizie i projektowaniu torów sygnałowych w systemach cyfrowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie integralności sygnałowej w systemach cyfrowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PPMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia problemowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Określenie tematyki, zakresu i harmonogramu prac związanych z pracą dyplomową.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<p>Pracownia problemowa to początek współpracy Dyplomanta i Promotora. W ramach zajęć ustalane są:</p> <ul style="list-style-type: none">• tematyka, zakres i cel pracy dyplomowej,• narzędzia i metodologia wykorzystywana w pracy,• zasady i formy współpracy Dyplomanta i Promotora.• Opracowywany jest harmonogram prac. Dyplomant dokonuje przeglądu literatury i w zależności od specyfiki pracy określa wstępną dokumentację pracy w postaci algorytmów, schematów blokowych, opisów eksperymentów, itp. Efekty pracy przedstawi Promotorowi w postaci raportu. Treści kształcenia Pracowni Problemowej obejmują: <p>1. Wprowadzenie do pracy dyplomowej</p> <p>Cel i struktura pracy dyplomowej. Wymagania formalne i merytoryczne. Etapy realizacji pracy dyplomowej.</p> <p>1. Metodyka badań naukowych</p> <p>Przegląd literatury i źródeł naukowych. Formułowanie hipotez badawczych. Metody zbierania danych Techniki analizy danych.</p>
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I

Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w celu określenia tematyki, zakresu i harmonogramu działań związanych z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Student wie jak opracować plan badawczy i zna sposoby weryfikacji, analizy i interpretacji wyników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Student zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu obejmującego tematykę pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Student potrafi przedstawić i uzasadnić przyjęte założenia i plan działania związany z pisaniem pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELMSE-MSP-MOSS
Nazwa przedmiotu	Metody opisu i symulacji sprzętu
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Matematyka)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zdobycie wiedzy z zakresu metod numerycznych i algorytmów symulacji komputerowej układów elektronicznych analogowych i cyfrowych oraz nabranie praktycznych umiejętności programowania tego rodzaju algorytmów w środowisku Matlab w przypadku stosunkowo prostych układów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treść wykładu

- Metody opisu matematycznego sprzętu analogowego
- Elementy analogowe i ich opis matematyczny (modelowanie, gałęzie, topologia, transformacje zmiennych),
Równania algebraiczno-różniczkowe z przykładami,
Opis sprzętu językami VHDL-AMS (domeny sygnałowe)
- Symulacja analogowa
- Symulacja systemów liniowych
Symulacja stanu ustalonego przy wymuszeniach stałych
Symulacja stanu ustalonego przy małych wymuszeniach sinusoidalnych
Symulacja czasowa systemów
Problemy symulacji (uwarunkowanie, zbieżność, dokładność, stabilność, zachowanie ładunku)
- Metody opisu sprzętu cyfrowego
- Opis matematyczny
Opis VHDL (układy kombinacyjne, sekwencyjne, język a układ, synteżowalność)
- Symulacja systemów cyfrowych
- Symulacja kierowana zdarzeniami (język - układ - symulator)
- Metody opisu sprzętu analogowo-cyfrowego
- Opis matematyczny układów konwersji sygnałowej A/C i C/A
Opis VHDL-AMS, interfejs analogowo-cyfrowy
- Symulacja systemów analogowo-cyfrowych
- Architektura procesu symulacji mieszanej - analogowo - cyfrowej
Symulacja podsystemów analogowego i cyfrowego
Algorytm kierowany zdarzeniami symulacji systemu analogowo-cyfrowego

Część I

Projekt	<p>Zakres projektu Zakres projektu (2 części) (praca w Matlabie, dostępna pomocnicza biblioteka)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Napisanie programu do symulacji prostego układu analogowego. • Napisanie programu do symulacji prostego układu cyfrowego.
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Metody modelowania i matematycznego opisu układów elektronicznych analogowych dla dziedzin sygnałów stałych, sinusoidalnych i dowolnie zmiennych w czasie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Teoria algorytmów symulacji układów elektronicznych dla dziedzin częściowo sygnałów stałych, sinusoidalnych i projekt częściowo dowolnie zmiennych w czasie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Metody modelowania i matematycznego opisu układów elektronicznych cyfrowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Teoria algorytmów symulacji układów elektronicznych cyfrowych bez opóźnień i z opóźnieniami
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Układania równań opisujących układy elektroniczne pracujące w dziedzinie sygnałów stałych, sinusoidalnych i dowolnie zmiennych w czasie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Programowania algorytmów do symulacji układów elektronicznych pracujących w dziedzinie sygnałów stałych, sinusoidalnych i dowolnie zmiennych w czasie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Prezentowania opisowego lub za pomocą działającego programu przebiegu symulacji układów elektronicznych cyfrowych z opóźnieniami i bez opóźnień
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07, U08

Część I

Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Projekt skłania do myślenia i działania w praktyce inżynierskiej w sposób kreatywny i zwracający uwagę na potrzebę stosowania narzędzi symulacyjnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-SPAR
Nazwa przedmiotu	Stosowane procesy stochastyczne i analiza regresji
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Matematyka)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Cel przedmiotu: zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami stosowanych procesów stochastycznych, zarówno z czasem dyskretnym, jak i ciągłym, oraz zaprezentowanie elementarnych metod i zastosowań analizy regresji (liniowej, logistycznej i poissonowskiej). Istotną wagą będzie zwrócona na wyrobienie intuicji probabilistycznych, podstawowych umiejętności symulacyjnych, umiejętności analizy danych oraz umiejętności widzenia metod losowych jako narzędzia przydatnego w pracy inżyniera.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	45.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	LABORATORIA: W ramach zajęć laboratoryjnych studenci będą mieli do wykonania zadania praktyczne, ściśle związane z bieżącą problematyką omawianą na wykładzie i ćwiczeniach, które będą wykonywać w środowiskach Matlab, Simulink i R.
--------------	---

Część I

Wykład	WYKŁADY: <ol style="list-style-type: none"> 1. Przypomnienie wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. 2. Modele liniowe: model zależności liniowej między dwiema zmiennymi, model regresji liniowej wielorakiej, regresja wielomianowa – estymacja, predykcja, diagnostyka, problem wyboru zmiennych do modelu. 3. Uogólnione modele liniowe: regresja logistyczna, regresja poissonowska – estymacja, predykcja, diagnostyka, problem wyboru zmiennych do modelu. 4. Procesy Poissona: jednorodne procesy Poissona i ich przekształcenia (przerzedzanie, superpozycja), niejednorodne procesy Poissona, złożone procesy Poissona. 5. Procesy kolejkowe: kolejki M/M/c, inne markowskie procesy kolejek, wzór Little'a. 6. Elementy teorii niezawodności: funkcja niezawodności, funkcja intensywności uszkodzeń, skumulowana funkcja uszkodzeń, modele niezawodności obiektów aproksymowane rozkładami prawdopodobieństwa (rozkład wykładniczy, rozkład normalny, rozkład Weibulla) 7. Procesy gaussowskie: wielowymiarowe rozkłady gaussowskie, funkcje kowariancji, symulacje. 8. Procesy stacjonarne w szerszym sensie: podstawowe pojęcia, elementy analizy widmowej, biały szum, szумы kolorowe, ergodyczność. 9. Proces Wienera: definicja, proces Wienera jako proces gaussowski, podstawowe własności trajektorii. 10. Rozkłady z ciężkimi ogonami i ich zastosowania: podstawowe własności, symulacje.
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student ma podstawową wiedzę z modeli liniowych i uogólnionych modeli liniowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Student ma podstawową wiedzę na temat najważniejszych klas stosowanych procesów stochastycznych (procesy Poissona, kolejkowe, gaussowskie, stacjonarne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Student umie analizować dane metodami modeli liniowych i uogólnionych modeli liniowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Student umie rozwiązać prosty problem techniczny metodami analitycznymi i symulacyjnymi wykorzystującymi procesy stochastyczne
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09, U10, U15

Część I

Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
--------------------	-----------------

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103C-ELEIM-MSP-MWS
Nazwa przedmiotu	Modele i wnioskowanie statystyczne
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Matematyka)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie wybranych zagadnień statystyki matematycznej mających zastosowanie we współczesnej technice i przemyśle. Tematyka przedmiotu obejmuje: estymację parametryczną i nieparametryczną, weryfikację hipotez statystycznych, analizę wariancji i regresji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Laboratoria Laboratoria realizowane w formie zajęć komputerowych z wykorzystaniem języka R i systemu RStudio. Zajęcia zgrupowane są w pięć 3-godzinnych bloków: <ol style="list-style-type: none">1. Elementy statystyki opisowej2. Estymacja punktowa i przedziały ufności3. Estymacja bayesowska4. Testowanie hipotez statystycznych5. Regresja liniowa i analiza wariancji
--------------	--

Część I

Wykład	<p>Wykłady realizowane są w postaci klasycznej prezentacji przeplatanej pokazami analizy danych przeprowadzanej z wykorzystaniem języka R.</p> <ul style="list-style-type: none"> • (2h) Wprowadzenie do zagadnień wnioskowania statystycznego i statystyki opisowej. • (2h) Podstawowe rozkłady zmiennych losowych oraz metoda momentów. • (2h) Wprowadzenie do programowania w języku R. • (4h) Estymatory największej wiarygodności. Zgodność, nieobciążoność i asymptotyczna normalność estymatorów. Informacja Fishera. Nierówność CrameraRao. Estymatory efektywne. • (2h) Estymacja przedziałowa. Rozkład chi kwadrat i t-Studenta. • (2h) Estymacja bayesowska. Rozkłady sprzężone. • (2h) Testowanie hipotez statystycznych w ujęciu Neymana-Pearsona. Testy najmocniejsze. Testy randomizowane. • (4h) Twierdzenie Pearsona. Testowanie zgodności rozkładu. Testowanie niezależności oraz jednorodności zmiennych losowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa. • (2h) Porównywanie prób. Testy parametryczne i nieparametryczne. • (2h) Jądrowe estymatory gęstości. • (2h) Analiza wariancji. Metoda Bonferroniego. • (4h) Regresja liniowa i jej własności. Regresja logistyczna
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Rozumie podstawowe parametry właściwości modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna metody estymacji parametrów modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe konstrukcje testów statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna metody konstrukcji modeli liniowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Umie formułować zagadnienia analizy wykład, laboratoria, danych w języku statystyki matematycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi skonstruować estymatory wybranych parametrów modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi sformułować zagadnienie wykład, laboratoria, testowania hipotez statystycznych i wykonać odpowiedni test w wybranych pakiecie statystycznym
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i oraz aktywnego jej uzupełniania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-KWABI
Nazwa przedmiotu	Kwantowa biofotonika
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kwantowa biofotonika (QBF), będąca częścią takich dyscyplin jak informacyjne technologie kwantowe, metrologia kwantowa, technologie obrazowania, oraz aparatura biomedyczna nie jest wykładana w postaci zwartej jako całość tworząca nowy obszar nauk inżynierjno-technicznych na pograniczu z naukami o życiu i medycyną. Obszar ten jest interdyscyplinarny i obejmuje następujące specjalności z przymiotnikiem kwantowy: zasadę działania, technologię elementów i urządzeń oraz systemów funkcjonalnych, fotonikę, informatykę, architekturę kwantowego sprzętu biomedycznego, itp. Przy obecnym szybkim rozwoju obszaru metrologii kwantowej pozwalającej na nowe metody pomiarowe i obrazowania, coraz częściej znacznie poniżej klasycznych limitów rozdzielczości, szumów i ograniczeń kwantowych, przedmiot QBF na ten temat wydaje się celowy i wartościowy. Aparatura kwantowa będzie wypierała klasyczną w wielu obszarach w ciągu następných dziesięcioleci.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Opis wykładu: Kwantowa Biofotonika jako sub-obszar kwantowych technik informacyjnych. Obszar zainteresowań i działy QBF. Różnice między klasycznymi technologiami oddziaływania i obrazowania a kwantowymi. Kwantowe przekraczanie barier szumowych, dyfrakcyjnych i kwantowych. Biofotonika jest kombinacją biologii i fotoniki oraz w niektórych coraz częstszych i przyszłościowych obszarach, kwantowych technik informacyjnych, w tym metrologicznych. Biofotonika dotyczy rozwoju aplikacji technik optycznych i kwantowo optycznych, szczególnie detekcji słabych sygnałów i obrazowania do badań molekuł biologicznych, komórek, oraz tkanek. Zastosowanie technik QBF, np. w postaci detektorów kwantowych, charakteryzuje się szeregiem zalet, że zachowują one integralność badanych obiektów biologicznych. Biofotonika i QBF są ogólnymi terminami dla wszystkich technik zajmujących się interakcją pomiędzy obiektami biologicznymi i fotonami, w tym fotonami pojedynczymi, oraz falami nieklasycznymi jak światło ściśnięte/anty-ściśnięte, sub/super Poissonowskie. Badane zjawiska obejmują emisję, detekcję, absorpcję, odbicie, rozproszenie, modyfikację i generację promieniowania z biomolekularnych obiektów, komórek, tkanek, organizmów i biomateriałów. Obszary obecnych zastosowań BF i potencjalnych QBF obejmują nauki o życiu, medycynę, rolnictwo, nauki o środowisku. Głównym obszarem działania/zastosowania BF/QBF jest diagnostyka, choć posiada także zastosowania terapeutyczne. Rozwijane techniki QBF wprowadzają zupełnie nowe możliwości badawcze w wymienionych obszarach i następnie w konsekwencji aplikacyjne. Takie obszary jak mikroskopia, obrazowanie 2/3D, fuzja czujników, wydobywanie wiedzy, detekcja i przetwarzanie słabych sygnałów, magnetometria, itp. mają silne perspektywy kwantowe.

- Przypomnienie klasyki, metrologia, inteligentne obrazowanie – kluczowy element diagnostyki, szумы i zniekształcenia, ograniczenia szumowe, dyfrakcyjne i kwantowe, granice technik klasycznych, kryterium Rayleigha, formaty danych, przetwarzanie danych, co na tym tle klasycznym dają techniki kwantowe, technologiczna dostępność technik kwantowych;
- Optyka kwantowa. Statystyka fotonowa. Światło Poissonowskie. Światło super i sub-Poissonowskie. Pojedynczy foton. Zasada Heisenberga. Fotonika. Oświetlenie kwantowe. Detekcja światła nieklasycznego. Sygnały poniżej szumów.
- Informacja kwantowa. Qubit. Nielokalność. Splątanie. Przyczynowość informacyjna. Przetwarzanie informacji kwantowej. Twierdzenia o niemożliwościach kwantowych. Relacja informacji kwantowej do klasycznej. Koherencja i dekoherencja kwantowa. Dokładność w operacjach kwantowych.
- Biofotonika. Definicja dziedziny. Zjawiska biofotoniczne. Zastosowania. Przegląd technik biofotonicznych. Techniki spektroskopowe Ramana i FTIR (Fourier-transform IR). Nanoskalowe pułapkowanie optyczne. Mikroskopia fotoakustyczna (PAM). Laserowe oddziaływania silne i słabe. Techniki fotodynamiczne, fotoaktywacyjne i fotothermalne. Rezonansowy transfer energii.

- Kwantowa biofizyka. Kwantowa biologia. Kwantowa Biofotonika. Niezwykłe spotkanie fizyki kwantowej i optyki kwantowej z biologią, medycyną, naukami o życiu. Kwantowa biologia informacyjna (QIB).
- Biosygnale optyczne. Biofluorescencja. Bioluminescencja. Biofosforencencja. Biolaserowanie. Aktywacja i deaktywacja fotoniczna. Aktywacja kwantowa. Dekoherencja kwantowa w systemach biologicznych.
- Metrologia kwantowa. Wzmocnienie kwantowe metrologii klasycznej. Jak jest dokładna metrologia kwantowa. Estymacja kwantowa a klasyczna. Splątanie dwuczęściowe i wieloczęściowe. Limit Heisenberga. Gdzie szukać przewagi nad metrologią klasyczną. Szum i niedoskonałości eksperymentu. Kwantowy efekt Zeno i akumulacja błędów. Metrologia kwantowa w biomedycynie.
- Materiały kwantowe w biofotonice. Metamateriały fotoniczne. Materiały eliptyczne, Jak metamateriał eliptyczny daje suoperrozdzielczość? Wykorzystanie metamateriałów w budowie sprzętu, Zwiększenie rozdzielczości obrazowania. detektory, źródła, mikroskopia, Nanoznaczniki, nanodiamenty fluorescencyjne, Fluorescencyjne nanosondy - kropki kwantowe AgInS₂.
- Czujniki kwantowe. Dojrzałość techniczna czujników kwantowych. Ograniczenia czujników kwantowych. Dokładność czujników kwantowych. Czujniki kwantowe do pomiarów wielkości biomedycznych. SQID. Interferometr ze ściśniętym światłem. Spektroskopia kwantowa NMR. Detekcja splątanych fotonów. Kwantowe detektory pikselowe.
- Obrazowanie kwantowe i klasyczne. Litografia kwantowa. Ghost imaging. Wymiar piksela i wymiar czujnika – dwa podejścia do zwiększenia rozdzielczości, Obrazujące matryce kwantowe, Rodzaje kwantowych metod obrazowania.
- Mikroskopia kwantowa. Modyfikowane techniki mikroskopowe. Zasady zwiększania rozdzielczości. Technika LSM (light sheet microscopy) mikroskopia światła arkuszowego, ultraszybkie obrazowanie 3D metodą LSM,

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • Techniki fotoniczne. Techniki OB (optical biopsies), obrazowanie endospektroskopowe Techniki MPI/MPE (multiphoton imaging/endoscopy) obrazowanie wielofotonowe, sondy światłowodowe, rozwiązania techniczne sond Ramanowskich, Techniki SRS (spontaneous Raman spectroscopy) spontaniczna spektroskopia Ramanowska, szybka diagnostyka in-vivo bez znaczników, nieelastyczne rozpraszanie fotonu na molekule powodujące wzbudzenie charakterystycznych dla niej modów wibracyjnych, analiza pojedynczo-komórkowa i tkankowa, rozróżnianie makrocząsteczek białek, lipidów, kwasów nukleinowych, węglowodanów i innych, Techniki mikroskopowe CRS (coherent Raman scattering) mikroskopia z koherentnym rozpraszaniem Ramana, należy do grupy SRS, Techniki SERS (surface-enhanced Raman spectroscopy), należy do grupy SRS, Techniki MES (microendospectroscopy) obrazowanie mikro-endo-spektroskopowe, Techniki CSAR (coherent anti-stokes Raman scattering) koherentne anti-Stokesowskie rozpraszanie Ramana, Techniki TPEF (two-photon excited autofluorescence) wzbudzona dwufotonowa autofluorescencja, Techniki MUSE (microscopy with UV surface excitation): mikroskopia niedestrukcyjna z pobudzaniem powierzchniowym UV do testów molekularnych. Techniki SHG (second harmonic generation) wzbudzenie drugiej harmonicznej w próbce do identyfikacji i dyferencjacji, Techniki THzI (terahertz imaging) obrazowanie terahercowe • Techniki specjalne. Techniki mezoskopowe i nanoskopowe. Plazmonika. Mikro i nanofluidyka, Nanoskopowe pułapkowanie, Pęseta optyczna. Etykietowanie kwantowe. Kwantowe etykiety fluorescencyjne (kropki kwantowe). Emergencje kwantowe. Kwantowe techniki odkrywania leków. • Oddziaływania subkrytyczne i aktywacyjne. Techniki fotodynamiczne, fotoaktywacyjne i fotothermalne. Nanoaktywatory kwantowe. Techniki FRET (Forster resonance Energy transfer) rezonansowy transfer energii. Optogenetyka. Eksperymenty krajowe w zakresie optogenetyki kwantowej. • Wspomagane kwantowo techniki obliczeniowe w biofizyce i biofotonics. Uczenie maszynowe i sztucznej inteligencji AI do interpretacji danych. Obliczeniowe techniki kwantowe inspirowane biologią. Środowiska sprzętowe i programistyczne projektowania i budowy aparatury i oprogramowania kwantowego: QISKIT, ARTIQ, SINARA.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma wiedzę w zakresie: podstaw fizyki kwantowej, zjawisk kwantowych w tym fotonicznych w systemach biomedycznych, oraz wykorzystywanych do budowy urządzeń technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02

Część I	
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie projektowania i zasad użytkowania technicznych urządzeń kwantowych jak: czujników, urządzeń pomiarowych, systemów złożonych w tym biomedycznej kwantowej aparatury biomedycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele teoretyczne i techniczne do analizy podstawowych zagadnień z obszaru kwantowej biofizyki i biofotoniki oraz niektórych informacyjnych technologii kwantowych oraz do podstawowych metod projektowania funkcjonalnych kwantowych urządzeń metrologicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody kwantowej biofotoniki oraz niektórych informacyjnych technologii kwantowych oraz odpowiednie narzędzia projektowania do rozwiązywania podstawowych zadań z obszaru metrologii kwantowej i jej integracji z metodami klasycznymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie. Potrafi skutecznie pracować w projektowym środowisku wirtualnym.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-MISS
Nazwa przedmiotu	Metrologia i sensoryka światłowodowa
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi zagadnieniami w zakresie pomiarów w technice światłowodowej. W szczególności przedmiot obejmuje tematykę związaną z czujnikami światłowodowymi w systemach pomiarowych oraz z zagadnieniami metrologicznymi wykorzystywanymi w laboratoriach badawczych i wzorcujących. W zakresie metrologii światłowodowej nacisk położony został na omówienie: specjalistycznych metod pomiarowych stosowanych do charakteryzacji światłowodów i podzespołów światłowodowych, tematyki wzorców pomiarowych, spójności pomiarowej oraz analizy niepewności.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	16.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład	WYKŁADY: <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp: przypomnienie i rozszerzenie podstawowych zagadnień z zakresu techniki światłowodowej (rodzaje, parametry i właściwości), oraz pojęć z zakresu czujników oraz metrologii (4h)2. Światłowodowe czujniki natężeniowe (1h)3. Interferometry światłowodowe (2h)4. Periodyczne struktury światłowodowe w zastosowaniach czujnikowych (4h)5. Dwójłomność i polaryzacja w sensoryce światłowodowej (2h)6. Rozłożone systemy pomiarowe (technologie: OTDR, OFDR, rozpraszanie ramanowskie, rozpraszanie Brillouina) (3h)7. Rezonatory pętlowe i laserowe układy czujnikowe (2h)8. Techniki pomiarowe w badawczym laboratorium światłowodowym (6h):9. pomiary właściwości włókien światłowodowych (straty zgięciowe, długość fali odcięcia, apertura numeryczna, tłumienność, charakterystyka spektralna)10. pomiary zaawansowane (polaryzacja i dwójłomność, dyspersja polaryzacyjna, dyspersja chromatyczna, straty zależne od polaryzacji, współczynnik ekstynkcji)11. Spójność pomiarowa w technice światłowodowej (6h):12. wzorce pomiarowe stosowane w technice światłowodowej13. zaawansowane metody pomiarowe14. szacowanie niepewności pomiarowej
Laboratorium	LABORATORIA: Celem laboratorium jest ugruntowanie wiedzy teoretycznej i nabycie umiejętności praktycznych przygotowujących do pracy w laboratorium badawczym w zakresie techniki i metrologii światłowodowej. Studenci mają możliwość własnoręcznego zestawienia stanowiska badawczego, zdobycia umiejętności eksperymentatorskich, poznania zaawansowanych metod pomiarowych oraz analizy, przetwarzania i opracowywania wyników badań. Tematyka zajęć laboratoryjnych: <ul style="list-style-type: none">• Badania podstawowych właściwości światłowodów – część 1: zestawienie stanowiska pomiarowego do obserwacji rozkładu modów w światłowodzie, pobudzenie modów, obserwacja i pomiary (4h).• Badanie podstawowych właściwości światłowodów – część 2: pomiar strat zgięciowych, długości fali odcięcia, wyznaczenie apertury numerycznej światłowodów (4h).• Badania właściwości polaryzacyjnych światłowodów – pomiar stanu polaryzacji, pomiar dyspersji polaryzacyjnej, szacowanie niepewności pomiarowej (4h).

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I	
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie metod obliczeniowych przydatnych do rozwiązywania złożonych zagadnień dotyczących mikroelektroniki i fotoniki oraz rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki w zakresie zjawisk fizycznych istotnych dla działania zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy laboratoryjnym rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy, projektowania, modelowania, charakteryzacji i wytwarzania zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu analizy, projektowania, modelowania, charakteryzacji i wytwarzania zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-USYB
Nazwa przedmiotu	Układy systemów bezprzewodowych
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy teoretycznej oraz praktycznej z zakresu układów elektronicznych stosowanych do bezprzewodowej komunikacji w systemach wbudowanych, Internetu Rzeczy oraz 5G. Zrozumienie wymagań stawianym układom elektronicznym przeznaczonym do urządzeń bezprzewodowych wymaga szerszego omówienia kluczowych cech systemów radiokomunikacyjnych, dlatego przedstawione zostaną najpopularniejsze techniki modulacji cyfrowych oraz wielodostępu. Pozwoli to na szczegółowe omówienie różnic pomiędzy standardami sieci bezprzewodowych przeznaczonych dla systemów wbudowanych określonego przeznaczenia. W przypadku rozległych sieci małej mocy LPWAN (ang. low-power wide-area network) zostaną omówione standardy LoRa, NarrowBand IoT (NB-IoT), Sigfox oraz Weightless. Jako przykłady bezprzewodowych sieci osobistych WPAN (ang. wireless personal area network) zostaną przedstawione standardy Bluetooth (classic oraz low-energy), a także ZigBee. Przekazane zostanie również wiedza z zakresu bezprzewodowych sieci w obszarze ludzkiego ciała WBAN (ang. wireless body area network), a także komunikacji zbliżeniowej NFC (ang. near field communication). Omówione zostaną standardy szerokopasmowe w sieciach WLAN (ang. wireless local area network) z rodziny IEEE 802.11 oraz interfejsy radiowe w systemach komórkowych drugiej, trzeciej, czwartej i piątej generacji. Głównym celem przedmiotu jest omówienie różnorodnych rozwiązań sprzętowych w systemach transmisji bezprzewodowej, dlatego studentom zostanie przekazana wiedza z zakresu kluczowych parametrów i charakterystyk odbiorników i nadajników radiowych, ich architektur oraz wymagań stawianym poszczególnym elementom elektronicznym takim jak: filtry, mieszacze, wzmacniacze i anteny. Zaprezentowane zostaną techniki pomiaru anten i układów radioelektronicznych. Istotnym elementem uzupełniającym wykład będą zajęcia zintegrowane (ćwiczenia) oraz laboratoria, pozwalające w rzeczywistych warunkach zapoznać się z kluczowymi zagadnieniami związanymi z łącznością bezprzewodową w systemach wbudowanych.

WYKŁADY:

1. **Sygnały w systemach transmisji bezprzewodowej:**
2. Przegląd sygnałów stosowanych w systemach bezprzewodowych, podstawowe modulacje cyfrowe, transmisja OFDM, transmisja z rozpraszaniem widma (DSSS, FHSS, CSS)
3. Podstawowe techniki wielodostępu i organizacja transmisji w łączu radiowym
4. Wpływ właściwości poszczególnych sygnałów na wymagania stawiane układom nadawczo-odbiorczym (liniowość, pasmo pracy, architektura)
5. **Systemy transmisji bezprzewodowej:**
6. Bezprzewodowe systemy wąskopasmowe dla IoT
 1. Sieci LPWAN (LoRa, LTE NB-IoT, Sigfox, Weightless)
 2. System Bluetooth (classic i low energy)
 3. System ZigBee
7. Bezprzewodowe systemy szerokopasmowe
 1. WiFi: IEEE 802.11n/ac/ax
 2. Systemy komórkowe GSM, UMTS, LTE, 5G
8. **Rozwiązania sprzętowe w systemach transmisji bezprzewodowej:**

9. Parametry i charakterystyki urządzeń radiowych
 1. Odbiornik: szумы, czułość, dynamika, selektywność
 2. Nadajnik: liniowość (IMD, ACPR, EVM), sprawność
 3. Budżet energetyczny i szumowy łącza radiowego
10. Elementy składowe układów radiowych: wzmacniacze niskoszumne, mieszacze i modulatory (IQ), oscylatory, wzmacniacze mocy, filtry
11. Nadawczo-odbiorcze moduły radiowe
 1. Układy z przemianą częstotliwości – odbiornik superheterodynowy i homodynowy
 2. Rola mieszacza kwadraturowego
 3. Przegląd rozwiązań komercyjnych
12. Układy sterowania i przetwarzania sygnałów
 1. Mikrokontrolery (w tym mikrokontrolery zawierające część radiową oraz mikrokontrolery wielosystemowe) – przegląd rozwiązań
 2. Przetwarzanie „w chmurze”
13. Projektowanie obwodów drukowanych wysokiej częstotliwości i integralność sygnałów
14. Anteny:
 1. Rodzaje anten stosowanych w systemach wbudowanych (w tym anteny paskowe, ceramiczne)
 2. Symetryzatory i układy dopasowujące (rola, typy układów)
15. **Metody pomiaru kluczowych parametrów układów komunikacji bezprzewodowej:**
16. Przyrządy stosowane w technice pomiarowej układów komunikacji bezprzewodowej: generatory, analizatory widma, wektorowe analizatory sygnałów zmodulowanych, wektorowe analizatory obwodów, mierniki mocy
17. Pomiary kluczowych parametrów anten: kierunkowości, zysku, współczynnika odbicia.
18. Pomiary nadajników: moc wyjściowa, punkt 1dB kompresji, emisje pozapasmowe
19. Pomiary odbiorników: czułości, stosunek sygnału do szumu, bitowa stopa błędów.

ĆWICZENIA – ZAJĘCIA O CHARAKTERZE CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANYM:

- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem Altair Feko oraz Matlab Antenna Toolbox. Projektowanie podstawowych typów anten takich jak dipol, monopole i antena mikropaskowa; optymalizacja geometrii anten pod kątem kluczowych parametrów
- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem AWR Design Environment. Projektowanie układów pasywnych takich jak linie transmisyjne, filtry, transformatory impedancji i układy dopasowujące impedancję anteny do impedancji linii zasilającej
-

LABORATORIA:

1. **Anteny w systemach wbudowanych**
 1. Badania dopasowania anteny drukowanej (z i bez układu dopasowującego)
 2. Badania wpływu obudowy na dopasowanie i charakterystyki promieniowania
 3. Badania wpływu umiejscowienia anteny ceramicznej na płycie PCB

Część I

	<ol style="list-style-type: none">2. Badania właściwości czasowych i częstotliwościowych sygnałów wykorzystywanych w systemach bezprzewodowych<ol style="list-style-type: none">1. Sygnały wąskopasmowe2. Sygnały szerokopasmowe (OFDM, sygnały z rozpraszaniem widma)3. Badania łącza LoRa<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Badania bitowej stopy błędów3. Pomiar pobieranego prądu w zależności od klasy urządzenia końcowego4. Badania łącza Bluetooth Low Energy<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Transmisja rozsiewcza i zwykła3. Badania bitowej stopy błędów4. Pomiar pobieranego prądu
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	LABORATORIA: <ol style="list-style-type: none">1. Anteny w systemach wbudowanych<ol style="list-style-type: none">1. Badania dopasowania anteny drukowanej (z i bez układu dopasowującego)2. Badania wpływu obudowy na dopasowanie i charakterystyki promieniowania3. Badania wpływu umiejscowienia anteny ceramicznej na płycie PCB2. Badania właściwości czasowych i częstotliwościowych sygnałów wykorzystywanych w systemach bezprzewodowych<ol style="list-style-type: none">1. Sygnały wąskopasmowe2. Sygnały szerokopasmowe (OFDM, sygnały z rozpraszaniem widma)3. Badania łącza LoRa<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Badania bitowej stopy błędów3. Pomiar pobieranego prądu w zależności od klasy urządzenia końcowego4. Badania łącza Bluetooth Low Energy<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Transmisja rozsiewcza i zwykła3. Badania bitowej stopy błędów4. Pomiar pobieranego prądu
--------------	--

Część I

Ćwiczenia

ĆWICZENIA – ZAJĘCIA O CHARAKTERZE CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANYM:

- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem Altair Feko oraz Matlab Antenna Toolbox. Projektowanie podstawowych typów anten takich jak dipol, monopól i antena mikro-paskowa; optymalizacja geometrii anten pod kątem kluczowych parametrów
- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem AWR Design Environment. Projektowanie układów pasywnych takich jak linie transmisyjne, filtry, transformatory impedancji i układy dopasowujące impedancję anteny do impedancji linii zasilającej
-

WYKŁADY:

1. **Sygnaly w systemach transmisji bezprzewodowej:**
2. Przegląd sygnałów stosowanych w systemach bezprzewodowych, podstawowe modu-lacje cyfrowe, transmisja OFDM, transmisja z rozpraszaniem widma (DSSS, FHSS, CSS)
3. Podstawowe technik wielodostępu i organizacja transmisji w łączu radiowym
4. Wpływ właściwości poszczególnych sygnałów na wymagania stawiane układom na-dawczo-odbiorczym (liniowość, pasmo pracy, architektura)
5. **Systemy transmisji bezprzewodowej:**
6. Bezprzewodowe systemy wąskopasmowe dla IoT
 1. Sieci LPWAN (LoRa, LTE NBIoT, Sigfox, Weightless)
 2. System Bluetooth (classic i low energy)
 3. System ZigBee
7. Bezprzewodowe systemy szerokopasmowe
 1. WiFi: IEEE 802.11n/ac/ax
 2. Systemy komórkowe GSM, UMTS, LTE, 5G
8. **Rozwiązania sprzętowe w systemach transmisji bezprzewodowej:**
9. Parametry i charakterystyki urządzeń radiowych
 1. Odbiornik: szумы, czułość, dynamika, selektywność
 2. Nadajnik: liniowość (IMD, ACPR, EVM), sprawność
 3. Budżet energetyczny i szumowy łącza radiowego
10. Elementy składowe układów radiowych: wzmacniacze niskoszumne, mieszacze i mo-dulatory (IQ), oscylatory, wzmacniacze mocy, filtry
11. Nadawczo-odbiorcze moduły radiowe
 1. Układy z przemianą częstotliwości – odbiornik superheterodynowy i homody-nowy
 2. Rola mieszacza kwadraturowego
 3. Przegląd rozwiązań komercyjnych
12. Układy sterowania i przetwarzania sygnałów
 1. Mikrokontrolery (w tym mikrokontrolery zawierające część radiową oraz mi-krokontrolery wielosystemowe) – przegląd rozwiązań
 2. Przetwarzanie „w chmurze”
13. Projektowanie obwodów drukowanych wysokiej częstotliwości i integralność sygnałów
14. Anteny:
 1. Rodzaje anten stosowanych w systemach wbudowanych (w tym anteny pa-skowe, ceramiczne)
 2. Symetryzatory i układy dopasowujące (rola, typy układów)
15. **Metody pomiaru kluczowych parametrów układów komunikacji bezprzewodowej:**
16. Przyrządy stosowane w technice pomiarowej układów komunikacji bezprzewodowej: generatory, analizatory widma, wektorowe analizatory sygnałów zmodulowanych, wektorowe analizatory obwodów, mierniki mocy
17. Pomiary kluczowych parametrów anten: kierunkowości, zysku, współczynnika odbicia.
18. Pomiary nadajników: moc wyjściowa, punkt 1dB kompresji, emisje pozapasmowe
19. Pomiary odbiorników: czułości, stosunek sygnału do szumu, bitowa stopa błędów.

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma ugruntowaną wiedza o standardach opisujących warstwę fizyczną laboratoria częściowo systemów łączności bezprzewodowej do zastosowań w systemach wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe architektury modułów nadawczo/ odbiorczych, a także układów i elementów elektronicznych stosowanych do łączności bezprzewodowej w systemach wbudowanych i urządzeniach Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę o kluczowych parametrach układów analogowych wielkiej częstotliwości i systemów łączności bezprzewodowej wraz z wiedzą o przyrządach i metodach umożliwiających pomiar tych parametrów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi trafnie wskazać typ standardu komunikacji bezprzewodowej, który spełnia wymagania systemu wbudowanego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi stworzyć projekt, a następnie zaimplementować komercyjny układ transmisji bezprzewodowej w systemie wbudowanym oraz dobrać odpowiednią antenę
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U10, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać typowe przyrządy i metody do wyznaczenia charakterystyk jakościowych układu bezprzewodowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-WBIK
Nazwa przedmiotu	Współczesne wyzwania bezpieczeństwa informacji i kryptografii
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami ochrony informacji, w szczególności kompleksowe spojrzenie na zagadnienia współczesnej kryptografii, podatności na różne zagrożenia (w tym nowoczesna ataki typu side-channel), czynnik ludzki w bezpieczeństwie oraz rozwiązania specjalizowane w zakresie zabezpieczeń. Przedmiot pozwoli na kompleksowe spojrzenie na zarządzanie informacją od bezpieczeństwa fizycznego, osobowo-organizacyjnego po rozwiązanie informatyczne i kryptograficzne. W szczególności omówione zostaną techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>PROJEKT: W ramach projektu wykorzystywana będzie wiedza i umiejętności nabyte w ramach wykładu i laboratoriów, jednak projekt będzie wymagał samodzielnego pogłębienia wiedzy i umiejętności w zakresie wybranej tematyki. Projekty mogą być wykonywane samodzielnie lub w zespołach od 2 do 5 osób. W tym drugim przypadku konieczny jest jasny podział zadań, doraźna współpraca oraz synteza wyników. Przykładowe tematy projektów obejmują:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Implementacja mechanizmu kryptograficznego.2. Kryptoanaliza mechanizmu kryptograficznego.3. Implementacja protokołu kryptograficznego.4. Przeprowadzenie ataku na protokół kryptograficzny.5. Implementacja zabezpieczenia przeciw atakom typu side-channel.6. Przeprowadzenie aktywnego ataku typu side-channel.7. Przeprowadzenie pasywnego ataku typu side-channel.8. Przeprowadzenie wnioskowania bez przełamywania dostępu do informacji.9. Zaproponowanie polityki zarządzania informacją w firmie.10. Zaproponowanie polityki ochrony informacji dla konkretnej firmy.11. Zaproponowanie polityki zapewnienia poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności.12. Zaproponowanie polityki uwierzytelniania ludzi i dostępu do zasobów w firmie.13. Opracowanie systemu bezpiecznej komunikacji prostych urządzeń Internetu Rzeczy.
Laboratorium	<p>LABORATORIA:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Tendancyjne i kierunkowe łamanie haseł2. zebranie informacji prywatnych na podstawie profilu internetowego3. opracowanie reguł i priorytetów sprawdzania haseł4. implementacja mechanizmu łamania haseł i weryfikacja poprawności jego działania5. Przeprowadzenie ataku polegającego na podsłuchu sprzętu6. implementacja wybranego algorytmu/protokołu na wybranej platformie sprzętowej (mikrokontroler/FPGA/CPLD/system wbudowany)7. rejestracja poboru mocy i/lub ulotu elektromagnetycznego8. wnioskowanie na podstawie zebranych danych9. Atak aktywny na generator liczb prawdziwie losowych lub kluczy elektronicznych10. implementacja sprzętowa wybranego generatora (TRNG, PUF) na wybranej platformie sprzętowej (mikrokontroler/FPGA/CPLD/system wbudowany)11. zakłócanie środowiska pracy generatora (zasilania i/lub elektromagnetycznie)12. analiza skuteczności wpływu działania na generator13. Analiza komunikacji radiowej prostych urządzeń Internetu Rzeczy14. rejestracja komunikacji RFID/NFC pomiędzy dwoma urządzeniami15. dekodowanie komunikatów nadawcy i odbiorcy16. analiza możliwości śledzenia urządzeń/podszywania się pod urządzenie

WYKŁADY:

1. **Wprowadzenie do bezpieczeństwa informacji**
2. potrzeba chronienia informacji różnego rodzaju
3. kompleksowe spojrzenie na zarządzanie informacją (od informacji na papierze, przez elektroniczną, aż po informacje w głowach pracowników)
4. bezpieczeństwo fizyczne, osobowo-organizacyjne oraz informatyczne
5. zapewnienie poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
6. monitorowanie obiektów, systemów, sieci i baz danych, monitorowanie uzyskiwania i zakresu dostępu do pomieszczeń, systemów i informacji
7. testowanie zabezpieczeń (szacowanie kosztów i trudność przełamania zabezpieczeń, testy penetracyjne, analiza ryzyka)
8. zasady i procedury reakcji na incydenty (w zależności od rozmiaru i poziomu)
9. normy i standardy zapewniania bezpieczeństwa informacji
10. zgodność i dostosowanie procedur przetwarzania informacji z obowiązującym prawem
11. szkolenia pracowników w zakresie bezpieczeństwa informacji
12. **Podstawy kryptografii**
13. kryptografia z kluczem prywatnym,
14. kryptografia z kluczem publicznym
15. szyfry blokowe, strumieniowe, tryby wykorzystania szyfrów
16. funkcje skrótu
17. podpis cyfrowy
18. **Generatory liczb losowych i pseudolosowych oraz fizyczne klucze elektroniczne**
19. generatory pseudolosowe (zalety, ograniczenia)
20. generatory fizyczne, w szczególności liczb prawdziwie losowych
21. fizycznie niekopiowalne funkcje
22. weryfikacja losowości
23. **Protokoły kryptograficzne**
24. protokoły głosowania,
25. stemplowanie czasem
26. identyfikacja i uwierzytelnianie
27. **Uwierzytelnianie ludzi**
28. uwierzytelnianie oparte na wiedzy (przegląd technik, zalet i wad)
29. uwierzytelnianie oparte na posiadaniu (przegląd technik, zalet i wad)
30. uwierzytelnianie biometryczne (przegląd technik, zalet i wad)
31. podatności i ataki na techniki uwierzytelniania
32. **Kryptoanaliza i łamanie szyfrów**
33. klasyczne podejście do kryptoanalizy
34. złożoność obliczeniowa i wnioskowanie
35. tablice tęczowe i inne techniki kryptoanalizy
36. **Ataki polegające na łamaniu sprzętu (side-channel)**
37. analiza kanałów ataków (czasowy, mocy, elektromagnetyczny itp.)
38. techniki analizy informacji (różnicowa itp.)
39. zabezpieczenia na poziomie: fizycznym, elektronicznym, algorytmicznym
40. **Bezpieczeństwo w dobie Internetu Rzeczy**

Część I

	41. ograniczone możliwości przechowywania i przetwarzania informacji a kryptografia 42. rozproszona struktura i podatności środowiskowe 43. wnioskowanie bez przełamywania dostępu do informacji
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa w określonym obszarze funkcjonowania instytucji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U14, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	

Część I

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-PIMI
Nazwa przedmiotu	Projektowanie i modelowanie mikrosystemów
Wersja przedmiotu	2021L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami i narzędziami służącymi do projektowania i modelowania mikrosystemów. Po ukończeniu przedmiotu studenci powinni potrafić samodzielnie przejść całą ścieżkę projektowania od narysowania topologii mikrosystemu, poprzez sprawdzenie poprawności i wykonywalności projektu w danej technologii, symulację działania oraz optymalizację projektu.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	Treść wykładu <ul style="list-style-type: none">• Przegląd pojęć podstawowych i metod modelowania na poziomie stałych rozłożonych, podstawy metod elementów skończonych (Finite Element Method), metody elementów brzegowych (Boundary Element Method), metody objętości skończonej (Finite Volume Method) oraz metody różnic skończonych (Finite Difference Method). (4 godz.)•• Wprowadzenie do środowiska Coventor. Przedstawienie metodologii projektowania i symulacji. mikrosystemów na przykładowych konstrukcjach (6 godz.)•• Zastosowanie elektrycznych obwodów zastępczych do modelowania zjawisk nieelektrycznych występujących w mikrosystemach. Modelowanie z wykorzystaniem elementów o stałych skupionych i rozłożonych (2 godz.)•• Modele behawioralne, języki dedykowanych do modelowania systemów (2 godz.)•• Problemy związane z identyfikacją parametrów, perspektywy rozwojowe (1 godz.)•
--------	--

Część I

Laboratorium	Zakres laboratorium <ul style="list-style-type: none">• Lab.1 (3+3 godz.) Krzemowy czujnik ciśnienia (projektowanie geometrii, symulacja naprężeń membrany, symulacja zmian pojemności, optymalizacja rozmiarów membrany i lokalizacji piezorezystorów)•• Lab.2 (3+3 godz.) Czujniki gazów z grzaną membraną (projektowanie geometrii, obliczenia pola rozkładu temperatury dla zadanej konfiguracji grzejnika, optymalizacja kształtu grzejnika pod kątem uzyskania równomierności rozkładu pola temperatury)•• Lab.3 (3+3 godz.) Czujnik przyspieszenia z masą sejsmiczną (projektowanie struktury czujnika, obliczenia odkształceń w warunkach dynamicznych, optymalizacja kształtu i rozmiaru zawieszonych masy sejsmicznej)•• Lab.4 (3+3 godz.) Mikrosystem typu LoC (symulacja przepływu cieczy o zadanych parametrach w mikrokanałach ? wymuszenie ciśnieniowe i elektroosmotyczne, mieszanie cieczy, optymalizacja kształtów kanałów)•• Lab.5 (3+3 godz.) Mikrosystem biologiczny (symulacja systemu do PCR- polymerase chain reaction, optymalizacja pola temperatury i szybkości przepływu)•
--------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Student zna budowę podstawowych mikrosystemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi zaprojektować prosty mikrosystem
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08, U10, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-PSYL
Nazwa przedmiotu	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów z wykorzystaniem LabView
Wersja przedmiotu	2020Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	<p>Celem wykładu jest omówienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z zaawansowanymi metodami przetwarzania sygnałów cyfrowych szeroko wykorzystywanych we współczesnych systemach telekomunikacyjnych, radiokomunikacyjnych, czy radiolokacyjnych. Na wykładzie przedstawiony zostanie przegląd współczesnych technik przetwarzania począwszy od omówienia podstaw teorii cyfrowego przetwarzania sygnałów poprzez metody zaawansowane, a kończąc na praktycznych ich realizacjach. W ramach wykładów omówione zostaną również metody programowania z wykorzystaniem środowiska Labview oraz ich wykorzystanie pod kątem realizacji algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów. W ramach laboratorium odbędzie się praktyczny kurs korzystania ze środowiska Labview mający na celu efektywne wykorzystanie go w celu implementacji metod przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci będą mieli możliwość nieodpłatnego przystąpienia do egzaminu CLAD (ang. Certified LabVIEW Associate Developer) certyfikowanego przez firmę National Instruments (NI). Dodatkowo, każdy student uczestniczący w kursie otrzyma bezpłatnie pełną wersję studencką LabVIEW. Studenci wybierający ten przedmiot powinni posiadać podstawową wiedzę z teorii sygnałów oraz podstaw cyfrowego przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci nabędą umiejętności programowania graficznego w Labview (G programming language) i wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów w tym środowisku.</p>
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

Część I

Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>Zakres laboratorium</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie do programowania w środowisku LabVIEW, Tworzenie aplikacji modułowych (Sub-VI).2. Tworzenie i używanie struktur (Operacje na tablicach, Klastry, Definicja Typu).3. Obsługa plików i sprzętu.4. Tworzenie i wykorzystanie zmiennych, maszyna stanów, przetwarzanie sekwencyjne.5. Aplikacje wielowątkowe, wymiana danych pomiędzy wątkami, obsługa zdarzeń, obsługa błędów, implementacja architektur programistycznych6. Techniki przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem LabView.
--------------	--

Wykład	<p>Celem wykładu jest omówienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z zaawansowanymi metodami przetwarzania sygnałów cyfrowych szeroko wykorzystywanych we współczesnych systemach telekomunikacyjnych, radiokomunikacyjnych, czy radiolokacyjnych. Na wykładzie przedstawiony zostanie przegląd współczesnych technik przetwarzania począwszy od omówienia podstaw teorii cyfrowego przetwarzania sygnałów poprzez metody zaawansowane, a kończąc na praktycznych ich realizacjach. W ramach wykładów omówione zostaną również metody programowania z wykorzystaniem środowiska Labview oraz ich wykorzystanie pod kątem realizacji algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów. W ramach laboratorium odbędzie się praktyczny kurs korzystania ze środowiska Labview mający na celu efektywne wykorzystanie go w celu implementacji metod przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci będą mieli możliwość nieodpłatnego przystąpienia do egzaminu CLAD (ang. Certified LabVIEW Associate Developer) certyfikowanego przez firmę National Instruments (NI). Dodatkowo, każdy student uczestniczący w kursie otrzyma bezpłatnie pełną wersję studencką LabVIEW. Studenci wybierający ten przedmiot powinni posiadać podstawową wiedzę z teorii sygnałów oraz podstaw cyfrowego przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci nabędą umiejętności programowania graficznego w Labview (G programming language) i wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów w tym środowisku.</p> <p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie do LabVIEW (2h)2. Debugowanie (wyszukiwanie i usuwanie błędów w VI) w środowisku LabVIEW (2h)3. Podstawy programowania w LabVIEW, czyli jak zaimplementować prosty VI (2h)4. Modularyzacja oprogramowania (Sub-VI) (2h)5. Tworzenie i wykorzystanie struktur danych (2h)6. Zarządzanie plikami i zasobami sprzętowymi (2h)7. Przetwarzanie sekwencyjne, maszyna stanów (2h)8. Tworzenie i wykorzystanie zmiennych, wyścigi (race conditions) (2h)9. Komunikacja asynchroniczna, kolejki, aplikacje wielowątkowe, wymiana danych pomiędzy wątkami, obsługa zdarzeń (2h)10. Wzorce programowe środowiska LabVIEW (2h)11. Metody kontroli interfejsu użytkownika (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes) (2h)12. Techniki zarządzania różnymi typami plików w LabVIEW (1h)13. Techniki refaktoryzacji oprogramowania w LabVIEW (1h)14. Tworzenie i dystrybucja aplikacji (1h)15. Techniki przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem LabView (2h)16. Przykłady wykorzystania LabVIEW w praktyce (3h)17. Dodatkowy: przygotowanie do egzaminu CLAD (2h)
--------	--

Część I

Projekt	<p>Zakres projektu Projekt składa się z dwóch części:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mini-projekt (tzw. rozgrzewka): implementacja prostych technik cyfrowego przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem LabVIEW 2. Projekt główny, w skład którego wchodzi dwa etapy: <p>Etap I. Definicja tematu i zakresu projektu oraz opracowanie podstaw teoretycznych algorytmów i struktury oprogramowania.</p> <p>Etap II. Implementacja, refaktoryzacja i testowanie kodu wraz z odpowiednią dokumentacją oprogramowania</p> <p>Przykładowe tematy projektów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementacja wielokanałowego analizatora widma sygnałów 2. Implementacja systemu sonarowego do wykrywania obiektów 3. Analiza zdjęć/sekwencji optycznych, wykrywanie cech charakterystycznych 4. Symulator modulacji cyfrowych PSK, FSK, QPSK 5. Przetwarzanie sygnałów mowy - koder/dekoder 6. Przetwarzanie, kodowanie i dekodowanie sygnałów wykorzystywanych w radio- i tele-komunikacji (np. DAB, DVB-T, GSM, UMTS, WIFI)
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę programowania graficznego w LabVIEW (ang. G programming language)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Posiada wiedzę wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów w środowisku LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę warsztatu pracy projektanta/programisty LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę zapewnienia jakości w projekcie LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05

Część I	
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę nt. stosowanych architektur aplikacji LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zbudować warsztat pracy do realizacji projektów w LabVIEW, ocenić przydatność i zastosowanie poszczególnych funkcjonalności środowiska LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić architekturę aplikacji oraz dokonać doboru narzędzi odpowiednich do realizacji systemu o postawione wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi profilować i optymalizować kod oraz zarządzać zasobami sprzętu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować w LabVIEW aplikację lub jej komponent w oparciu o omawiane na wykładzie metody
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać szczegółowe informacje techniczne niezbędne do realizacji projektu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi wykorzystać środowisko LabVIEW w celu implementacji współczesnych technik cyfrowego przetwarzania sygnałów w praktycznych zastosowaniach
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U07
Opis	Potrafi zapewnić jakość w projekcie poprzez testy, profilowanie i optymalizację kodu, dokumentację i narzędzia wspierające
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi planować działania projektowe z wykorzystaniem środowiska LabView wg. wymaganego terminu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Współpracować w grupie realizującej złożone projekty w LabView wykorzystujące modularne oprogramowanie (Sub-VI)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K03
Opis	Potrafi zwięźle zaprezentować wyniki swojej pracy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-RIM
Nazwa przedmiotu	Równoległe implementacje metod numerycznych
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami implementacji metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów, w których szczególny nacisk położony jest na efektywność, uzyskaną przez wykorzystanie równoległości obliczeń, zapewnianej przez wielordzeniowe procesory i układy logiki programowalnej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami implementacji metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów, w których szczególny nacisk położony jest na efektywność, uzyskaną przez wykorzystanie równoległości obliczeń, zapewnianej przez wielordzeniowe procesory i układy logiki programowalnej.</p> <p>Treść wykładu</p> <ul style="list-style-type: none">• Sprawy organizacyjne i regulaminowe. Technologiczne ograniczenia klasycznego podejścia związanego z przetwarzaniem sekwencyjnym. Najnowsze tendencje w dziedzinie procesorów wielordzeniowych i masywnie wielordzeniowych. Porównanie procesorów CPU i GPU, ich zalety i wady. Przyspieszenie, prawa Amdahla i Gustafsona-Barsisa. Podstawowe języki i modele programowania równoległego. Opis potoku przetwarzania w kartach graficznych. Początki technologii CUDA. Generacje procesorów GPU firmy NVIDIA i ich możliwości obliczeniowe. (2h)• Model sprzętowy platformy GPU. Hierarchiczna struktura urządzenia – wieloprocessor strumieniowy i procesory skalarne. Taksonomia Flynna. Współpraca komputera nadrzędnego (gospodarza) z urządzeniami GPU. Sposoby wykonywania wątków przez GPU i ich hierarchia: sieć, bloki, sploty, wątki. Sposoby indeksowania wątków. Zanurzenie modelu wykonania w modelu platformy sprzętowej. Wprowadzenie do języka CUDA C/C++. Struktura kodu gospodarza i urządzeń podrzędnych. Fazy i ścieżki kompilacji programu, opcje linii komendy kompilatora nvcc. Koncepcja języka PTX. Architektury sprzętowe i obliczeniowe. Wybrane cechy funkcjonalne i parametry architektury wieloprocessorów strumieniowych różnych rodzin. (2h)• Studium przypadku – mnożenie macierzy. Rola współczynnika CGMA (Compute to Global Memory Access). Podstawowa referencyjna implementacja algorytmu sekwencyjnego na procesorze CPU. Sposób weryfikacji poprawności obliczeń. Najprostszy „naiwny” program równoległy na procesor GPU. Pomiar czasu wykonania całego programu i samego jądra obliczeniowego. Pomiar przyspieszenia. Testowanie błędów wykonania. Ograniczenia technologiczne wieloprocessorów strumieniowych i ich wpływ na dopuszczalne konfiguracje wykonania jądra. Mnożenie macierzy o dowolnych (nawet absurdalnie wielkich) rozmiarach. Precyzyjne dostrajanie konfiguracji wykonania jądra. Wykorzystanie hierarchicznego modelu podsystemu pamięci. Hierarchia pamięci a szybkość dostępu. Pamięć gospodarza, globalna, stała, współdzielona, podręczna, rejestry. (2h)
--------	--

- Studium przypadku – ciąg dalszy. Technika „kafelkowania” danych wejściowych z wykorzystaniem pamięci współdzielonej. Dynamicznie alokowana pamięć współdzielona. Grupowanie dostępu do pamięci globalnej. Rozwiązywanie konfliktów dostępu do banków pamięci współdzielonej. Upraszczenie kodu operującego na brzegowych obszarach dziedziny obliczeń. Wykorzystanie szablonów języka C++ do efektywnej implementacji adaptacyjnego rozmiaru „kafelka”. Rozwijanie pętli. Zmiana kolejności pętli w „szkolnym” algorytmie mnożenia macierzy. Algorytm Wołkowa równoległego mnożenia macierzy. Porównanie wydajności ręcznie zoptymalizowanego kodu z firmową biblioteką na różnych platformach sprzętowych. (2h)
- Metody optymalizacji programów równoległych rekomendowane przez firmę NVIDIA. Firmowa metodyka Assess – Parallelize – Optimize – Deploy. Heurystyka związana z maksymalizacją wykorzystania zasobów wieloprocesora strumieniowego, arkusz kalkulacyjny i interfejs programistyczny do optymalizacji wykorzystania zasobów. Parametry wydajnościowe wieloprocesorów strumieniowych różnych rodzin. Potokowe programowanie aplikacji równoległych. Strumienie i grafy wykonania programu. Profilowanie aplikacji równoległej. (2h)
- Programowanie wysokiego poziomu i biblioteki. Biblioteka szablonów Thrust. Pojemniki, iteratory, funktory wbudowane i zdefiniowane przez użytkownika. Podstawowe algorytmy równoległe biblioteki Thrust: zbieranie, rozrzucanie, generacja, transformacja, redukcja, skanowanie, sortowanie, scalanie, wyszukiwanie, podział, wybór, operacje na zbiorach. Iteratory generujące, układ danych w pamięci i iteratory „zazębiające” dane, składanie operacji. Współpraca biblioteki Thrust z systemem CUDA. Biblioteka algebry liniowej CUBLAS. Definicja poziomów BLAS. Konwencje nazewnictwa funkcji. Podstawowe operacje na wektorach i macierzach. Sposób wykorzystania biblioteki, także w wariacie „lekkim” i „rozszerzonym”. Generatory liczb pseudolosowych i quasi-losowych. Biblioteka CURAND w wariacie na komputer nadrzędny i na urządzenie GPU – sposoby użycia w programie użytkownika. Generowanie niestandardowych rozkładów. (2h)

- Biblioteka CUFFT. Dyskretna transformata Fouriera, algorytm FFT, biblioteka FFTW i jej główne cechy funkcjonalne. Podstawowe funkcje interfejsu użytkownika, również w rozszerzonej wersji biblioteki. Funkcje zwrotne. Wzorce optymalizacji systemów wielowątkowych. Optymalny układ danych w pamięci, transformacja rozrzucania do zbierania, „kafelkowanie” danych wejściowych i „prywatyzacja” danych wyjściowych, wstępne grupowanie i pakowanie danych, wyrównywanie obciążeń. Synchronizacja w przetwarzaniu równoległym. Synchronizacja komputera nadrzędnego do zdarzeń, do urządzeń GPU i do strumieni. Synchronizacja pomiędzy różnymi urządzeniami GPU. Synchronizacja na barierze, szeregowanie zapisów do pamięci. Synchronizacja wątków w ramach współpracujących grup mniejszych i większych niż standardowe bloki. Operacje atomowe w zależności od wersji wieloprocesora strumieniowego. Operacja atomowa Compute – And – Swap. (2h)
- Geneza układów FPGA. Architektury programowalnych układów logicznych w porównaniu z technologią FPGA. Podstawowa struktura zasobów logicznych FPGA. Zastosowanie tablic LUT do modelowania bramek logicznych. Pamięć konfiguracji układu. Możliwości konfiguracji bloków wejścia/wyjścia (IOB). Programowalna matryca połączeń. Przegląd rodzin układów FPGA dostępnych od różnych producentów. Funkcjonalność komórek CLB/Slice na podstawie rodziny Xilinx Virtex7. Alternatywne zastosowania tablic LUT: pamięć rozproszona i rejestry przesuwne. Dedykowane bloki funkcjonalne: pamięć RAM, układy mnożące (Mult18x18, DSP48A), transiwery gigabitowe. Możliwości współpracy układu z pamięcią zewnętrzną DDR2/3/4. Prezentacja najnowszych technologicznie układów FPGA (Xilinx Virtex UltraScale+, Xilinx Versal). (2h)
- Typowa ścieżka projektu dla układu FPGA. Etapy: syntezy logicznej, implementacji i mapowania, rozmieszczenia i łączenia (Place & Route). Definicja pliku ograniczeń. Metody fizycznej konfiguracji układu. Geneza i rozwój języka VHDL, prezentacja kolejnych rewizji standardu IEEE Std. 1076. Struktura przykładowego pliku w języku VHDL – biblioteki, deklaracja jednostki projektowej, opis architektury. Podstawowe typy danych: BIT, STD_LOGIC, funkcja rezolucji. Syntezowalne i niesyntezowalne biblioteki VHDL z uwzględnieniem bibliotek arytmetycznych. Wykorzystanie portów, sygnałów, komponentów we własnym projekcie. Atrybuty i metakomentarze VHDL. Instrukcje współbieżne, podstawowe operacje na wektorach bitowych. Przykłady kodowania typowych elementów logicznych (multipleksery, dekodery, bramki). Operatory języka VHDL i ich priorytety. Przepływowy i strukturalny styl opisu w języku VHDL. (2h)

- Sposoby wykorzystania specjalizowanych bloków FPGA we własnych projektach: instancja, wnioskowanie, elementy biblioteczne. Przykłady instancji bloku mnożącego, pamięci RAM, bloku zegarowego DCM, bufora wejścia / wyjścia LVDS. Behavioralny styl opisu w języku VHDL, ograniczenia możliwości implementacji. Definicja procesu, instrukcje sekwencyjne (warunku, przypadku, pętli). Synchroniczne i asynchroniczne działanie procesu. Techniki kodowania RTL zgodnie ze standardem IEEE Std. 1076.6. Przykłady kodowania elementów synchronicznych: przerzutniki, liczniki, rejestry przesuwne, akumulatory, pamięci ROM u RAM. Ograniczenia i zagrożenia związane z zastosowaniem zatrząsków (Latch). Operatory i biblioteki arytmetyczne języka VHDL: `ieee.std_logic_arith`, `ieee.numeric_std`. Realizacja operacji dodawania i odejmowania w strukturze FPGA: pełny sumator bitowy, dedykowana logika do obliczania i propagacji bitów przeniesienia. Łańcuchy bitów przeniesienia jako kolejny typ zasobu FPGA. Przykłady realizacji prostych sumatorów w logice FPGA, ścieżka krytyczna sumatora. Zalecenia do kodowania VHDL z uwzględnieniem ograniczeń układów FPGA. (2h)
- Kodowanie i realizacja operacji mnożenia. Mnożenie liczb ze znakiem i bez znaku. Realizacja mnożenia przez stałą. Realizacja w komórkach logicznych i dedykowanych blokach mnożących. Evolucja bloków obliczeniowych w układach firmy Xilinx: MULT18x18, DSP48, DSP48A, DSP48E, DSP48E1, DSP58. Mnożenie liczb zespolonych: realizacja podstawowa i zoptymalizowana, z uwzględnieniem wykorzystania bloków DSP48 i DSP58. Kombinacyjny przesuwnik bitowy (Barrel shifter) z przykładową realizacją kombinacyjną i potokową w języku VHDL. Obliczanie modułu liczby zespolonej, algorytm aproksymacji min +max. Dzielenie liczb całkowitych przez stałą oraz w algorytmach iteracyjnych (odtworzących i nieodtworzących). Metody przyspieszenia operacji dzielenia. Koncepcja arytmetyki rozproszonej (obliczanie splotu) z uwzględnieniem specyfiki FPGA. (2h)
- Geneza algorytmu CORDIC. Tryby pracy z obrotem po okręgu, hiperboli i przesuwaniu po prostej. Możliwości zastosowań CORDIC do obliczania funkcji elementarnych, przykładowe realizacje. Stałoprzecinkowa reprezentacja liczb – wady i zalety. Biblioteka `ieee.fixed_pkg` (VHDL-2008). Standardy zmiennoprzecinkowej reprezentacji liczb (IEEE Std. 754-2008). Realizacja podstawowych operacji zmiennoprzecinkowych w układach FPGA. Przykładowe bloki biblioteczne typu Floating-point. Biblioteka `ieee.float_pkg` (VHDL-2008). Wsparcie sprzętowe dla obliczeń zmiennoprzecinkowych w układach FPGA z serii Intel-10 oraz Xilinx Versal. Podejście System-on-Chip (SoC) w najnowszych układach. Procesory typu Hard oraz Soft w FPGA. Przegląd układów SoC firmy Xilinx: Zynq-7000, Zynq UltraScale+ MPSoC. Alternatywne sposoby specyfikacji projektu FPGA: opis w języku OpenCL. Kodowanie w jęz. C/C++ dla układu FPGA na przykładzie środowiska Xilinx Vivado HLS – trzy etapy syntezy: Scheduling, Binding, Control Logic Extraction. (2h)

- Wirtualna maszyna i asembler PTX. Model programowy maszyny PTX. Modele spójności pamięci. Składnia języka asemblera. Operandy i typy danych. Lista rozkazów i dyrektywy. Przykłady wykorzystania asemblera PTX. Wstawki asemblerowe w języku CUDA C/C++. Implementacja nietypowego wariantu algorytmu FFT – wywoływanie kodu w języku PTX z poziomu środowiska MATLAB. Ogólne uwagi o współpracy MATLAB-a z procesorami GPU. Inne środowiska potrafiące wykonywać kod w języku PTX. (2h)
- Inne niż CUDA środowiska programowania GPU. Język OpenCL. Historia. Przenośność kodu. Modele: platformy sprzętowej, wykonania programu, indeksowania wątków, hierarchii pamięci. Konteksty wykonania i ich elementy składowe: programy, jądra, obiekty pamięci i kolejki zleceń. Struktura aplikacji. Przykładowy program – dodawanie wektorów. Środowisko OpenACC. Historia aktualne wsparcie w różnych kompilatorach i językach. Najważniejsze dyrektywy i ich klauzule. Przykładowy program. Modele programowania równoległego z pamięcią lokalną i pamięcią wspólną. Model PGAS (Partitioned Global Address Space) na przykładzie języka X10. Inne projekty programowe i sprzętowe wykorzystujące model PGAS. (2h)
- W poszukiwaniu równoległości. Graf przepływu sygnałów i jego zastosowanie do wyszukiwania równoległości w regularnych algorytmach iteracyjnych. Wykres zależności – definicja. Szeregowanie i rzutowanie punktów wykresu zależności. Krótki przegląd około dziesięciu zaczerpniętych z literatury przykładów konkretnych równoległych implementacji metod numerycznych i zastosowanych w nich mechanizmów optymalizacji wydajności programu. Zmieniająca się rola procesora nadrzędnego w systemach z akceleracją obliczeń na procesorach GPU. (2h)
-

Część I

Projekt	<p>PROJEKT: W ramach projektu wiedza pozyskana na wykładach i laboratoriach będzie wykorzystywana do rozwiązywania konkretnych, choć z konieczności odpowiednio uproszczonych, problemów praktycznych na jednej wybranej platformie (albo procesor graficzny, albo układ logiki programowalnej). Projekt ma charakter grupowy i odbywa się w zespołach liczących od 2 do 4 osób. W wyjątkowych przypadkach, po udokumentowaniu przez studenta jego doświadczenia w pracy zespołowej, kierownik przedmiotu może wyrazić zgodę na indywidualną realizację. Projekt obejmuje następujące etapy: utworzenie zespołu, wybór platformy sprzętowej (albo FPGA, albo GPU) i uzgodnienie z prowadzącym tematu projektu, opracowanie koncepcji i algorytmu rozwiązania problemu projektowego, uruchomienie kodu prototypowego implementującego ten algorytm (niekoniecznie równoległego, niekoniecznie w docelowym języku i niekoniecznie na docelowej platformie), opracowanie dokumentacji wstępnej (zawierającej opis problemu i sposobu jego rozwiązania, wyniki działania programu prototypowego i dyskusję przewidywanych sposobów zrównoleglenia implementacji na platformie docelowej), napisanie kodu źródłowego równoległej implementacji algorytmu rozwiązania problemu (kod nie musi jeszcze działać poprawnie, ale musi się kompilować), uruchomienie i optymalizacja równoległej implementacji algorytmu rozwiązania problemu oraz przekazanie projektu prowadzącemu do testowania podczas terminu projektowego, przekazanie kodu źródłowego i dokumentacji końcowej (zaktualizowana dokumentacja wstępna plus opis implementacji równoległej, przebiegu jej uruchamiania i optymalizacji, napotkanych problemów i ciekawostek itp.).</p>
Laboratorium	<p>Zakres laboratorium Laboratorium ma na celu nauczenie wszystkich słuchaczy kursu sprawnego posługiwania się systemami uruchomieniowymi (zarówno w aspekcie sprzętowym, jak i programowym) dla przedstawicieli obu rozważanych platform równoległych (procesorów graficznych Nvidia i układów logiki programowalnej Xilinx). Tematy laboratoriów obejmują pięć ćwiczeń po 3h każde:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Implementacja podstawowych obliczeń algebry liniowej w języku CUDA C i z wykorzystaniem biblioteki CUBLAS.2. Implementacja podstawowych algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów w języku CUDA C i z wykorzystaniem biblioteki CUFFT.3. Implementacja metod optymalizacji i symulacji Monte-Carlo w języku CUDA C.4. Przybliżone implementacje podstawowych funkcji arytmetycznych w układzie FPGA.5. Implementacja banku filtrów i algorytmu FFT w układzie FPGA. <p>Laboratorium odbywa się w środkowej części semestru.</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie wybranych metod przetwarzania równoległego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metodyki i technik implementacji wybranych metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów na wielordzeniowych procesorach graficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metodyki i technik implementacji wybranych metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów na układach logiki programowalnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi napisać w języku strumieniowym i uruchomić prosty program na wielordzeniowy procesor projekt graficzny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07, U08, U09, U10, U11, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi napisać w języku opisu sprzętu i uruchomić prosty program dla układu logiki programowalnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07, U08, U09, U10, U11, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi optymalizować kod opracowany w języku strumieniowym lub w języku opisu sprzętu przez odpowiedni dobór bibliotek i wykorzystywanych elementów architektury użytego procesora czy układu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi pracować indywidualnie i w małym zespole nad niedużymi projektami dotyczącymi implementacji wybranych metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów w systemach wbudowanych zawierających wielordzeniowe procesory graficzne lub układy logiki programowalnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELEIK-MSP-SRMP
Nazwa przedmiotu	Sygnaly radiolokacyjne i metody ich przetwarzania
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z nowoczesnymi metodami przetwarzania sygnałów radiolokacyjnych. Główny nacisk położony będzie na praktyczne aspekty wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów, takich jak filtracja cyfrowa, szybkie przekształcenie Fouriera, czy filtracja kalmanowska, w radiolokacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Zakres laboratorium Studenci wykonują sześć czterogodzinnych ćwiczeń projektowo-laboratoryjnych.</p> <p>Temat 1. Zastosowanie kompresji impulsów w radiolokacji - analiza rozróżnialności sygnałów w czasie i częstotliwości.</p> <p>Temat 2. Detekcja sygnałów - CFAR.</p> <p>Temat 3. Śledzenie obiektów</p> <p>Temat 4. Filtracja MTD, MTI.</p> <p>Temat 5. Radary SAR/ISAR.</p> <p>Temat 6. Radary pasywne/szumowe</p>
Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie do radiolokacji, propagacja fal, apertura anteny, powierzchnia skuteczna obiektów, równanie zasięgowe (2 godz.)1. Czasowo-częstotliwościowe metody reprezentacji sygnałów radiolokacyjnych, problem1. rozróżnialności w odległości i prędkości, przykłady stosowanych w praktyce sygnałów sondujących (2 godz.)1. Przetwarzanie sygnałów w niekoherentnych radarach impulsowych: kompresja impulsu, detekcja (CFAR), estymacja parametrów (4 godz.)1. Śledzenie obiektów, filtracja kalmanowska, inicjalizacja trasy. (4 godz.)1. Przetwarzanie sygnałów w koherentnych radarach impulsowych, filtracja MTD, filtracja MTI (4 godz.)1. Radary z falą ciągłą FMCW (2 godz.)1. Obrazowanie radarowe, techniki SAR, ISAR, DBS, kompensacja ruchu (4 godz.)1. Radary pasywne, wykorzystywane źródła promieniowania, usuwanie clutteru, lokalizacja obiektów (4 godz.)1. Radary szumowe, sygnały szumowe (4 godz.)

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Zna podstawowe metody przetwarzania sygnałów w aktywnych impulsowych radarach monostatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów w radarach z falą ciągłą FMCW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów w radarach szumowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów w radarach pasywnych PCL
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów Wykład Kolokwia w radarach obrazujących SAR, ISAR
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy kompresji impulsów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy filtracji dopplerowskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy detekcji obiektów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy śledzenia obiektów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
-------------------	-----

Część I

Opis	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą w zakresie radiolokacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELMSE-MSP-SSC
Nazwa przedmiotu	Stabilizacja i synteza częstotliwości
Wersja przedmiotu	2021Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z analizą, projektowaniem i pomiarami źródeł sygnału wielkiej częstotliwości o dużej stałości częstotliwości. W ramach przedmiotu omawiane są metody modelowania generatorów i ich szumów fazowych. Przedstawione są podstawowe metody opisu szumów i stabilności źródeł sygnału, a także podstawowe metody pomiaru tych parametrów oraz ich poprawy. Omówione są podstawowe układy oraz problemy analogowej syntezy częstotliwości bezpośredniej, pośredniej (PLL) oraz cyfrowej syntezy częstotliwości (DDS). W ramach laboratorium bada się rzeczywiste układy generatorów i syntezerów oraz ich podstawowe parametry.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium

Laboratorium:

1. Pomiary podstawowych parametrów generatorów: pomiar podstawowych parametrów wybranych generatorów przestrajanych (częstotliwość, moc), pomiar widma wyjściowego generatorów, badanie wpływu warunków pracy na częstotliwość wyjściową generatora, badanie wpływu wybranych modyfikacji generatora na jego częstotliwość wyjściową
2. Badanie układu pętli synchronizacji fazy (PLL): badanie zakresu chwytania i trzymania, badanie zależności charakterystycznych napięć w układzie od częstotliwości, obserwacja dynamicznego zachowania pętli fazowej
3. Badanie układu cyfrowej syntezy bezpośredniej (DDS): obserwacje sygnału wyjściowego w dziedzinie czasu oraz częstotliwości, badanie wpływu filtra antyaliasingowego, obserwacja wpływu nastawy częstotliwości na zachowanie układu ze szczególnym naciskiem na wystąpienie modulacji pasożytniczych
4. Pomiary szumów fazowych różnych źródeł sygnału: pomiar i analiza szumów fazowych na wyjściach wybranych generatorów oraz układu PLL, obserwacja zjawiska mikrofonowania na szumy fazowe generatorów, badanie wpływu filtra pętli układu PLL na kształt charakterystyki szumów fazowych

Wykład	<p>Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z analizą, projektowaniem i pomiarami źródeł sygnału wielkiej częstotliwości o dużej stałości częstotliwości. W ramach przedmiotu omawiane są metody modelowania generatorów i ich szumów fazowych. Przedstawione są podstawowe metody opisu szumów i stabilności źródeł sygnału, a także podstawowe metody pomiaru tych parametrów oraz ich poprawy. Omówione są podstawowe układy oraz problemy analogowej syntezy częstotliwości bezpośredniej, pośredniej (PLL) oraz cyfrowej syntezy częstotliwości (DDS). W ramach laboratorium bada się rzeczywiste układy generatorów i syntezerów oraz ich podstawowe parametry. Wykłady:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wykład wstępny: omówienie przedmiotu, wprowadzenie do tematyki stabilizacji częstotliwości, przypomnienie zagadnień podstawowych wykorzystywanych w dalszej części wykładu2. Opis stałości częstotliwości: przedstawienie podstawowego modelu sygnału sinusoidalnego z modulacjami szumowymi, omówienie metod opisu szumów fazowych w dziedzinach częstotliwości oraz czasu (w szczególności wprowadzenie pojęcia szumów fazowych oraz wariacji Allana), przedstawienie podstawowych związków pomiędzy szumami fazowymi, szumami amplitudy oraz widmem sygnał3. Modelowanie szumów fazowych w generatorze: omówienie zasady działania generatora oraz warunków generacji, wprowadzenie podstawowych modeli liniowych oraz nieliniowych generatora rzeczywistego, wprowadzenie podstawowych modeli szumowych generatorów4. Metody stabilizacji częstotliwości: omówienie wpływu elementów składowych generatora na stałość częstotliwości (krótko- oraz długoterminową), omówienie związku dobroci rezonatora z szumami fazowymi, zarys tematu wzorców częstotliwości (wzorce atomowe oraz kwarcowe), zarys stabilizacji przez synchronizację (bezpośrednią przez wstrzykiwanie oraz pośrednią w pętli)5. Bezpośrednia analogowa synteza częstotliwości: omówienie zasady działania oraz właściwości syntezy bezpośredniej, omówienie podstawowych operacji na częstotliwości (sumowanie, odejmowanie, powielanie oraz dzielenie) oraz ich wpływu na szumy fazowe, przedstawienie przykładowych układów realizujących powyższe operacje6. Pośrednia synteza częstotliwości: omówienie budowy i zasady działania pętli synchronizacji fazy (PLL) oraz częstotliwości (FLL), analiza małosygnałowa i szumowa pętli fazowej, wprowadzenie pojęć zakresu chwytania i trzymania, omówienie dynamicznego zachowania pętli fazowej, omówienie całkowitej oraz ułamkowej konwersji częstotliwości w pętli fazowej7. Bezpośrednia cyfrowa synteza częstotliwości (DDS): omówienie budowy i zasady działania układu DDS, przedstawienie problemów implementacyjnych takich układów oraz ich rozwiązań, omówienie widma sygnału wyjściowego8. Mieszana synteza częstotliwości: omówienie syntezerów złożonych na wybranych przykładach praktycznych
--------	--

Część I

	<p>9. Metody pomiaru stałości częstotliwości: omówienie podstawowych metod pomiarów szumów fazowych źródeł sygnałów (generatorów i syntezerów), omówienie podstawowych metod pomiaru wariancji Allana</p> <p>10. Atomowe wzorce częstotliwości: omówienie podstawowych metod realizacji wzorców atomowych, przedstawienie wybranych przykładów współczesnych wzorców</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metod opisu oraz analizy sygnałów stochastycznych z szumową modulacją fazy i częstotliwości.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy budowie układów generacji i syntezy częstotliwości z zakresu mikrofal
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu budowy złożonych układów syntezy częstotliwości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać oraz właściwie interpretować informacje z not katalogowych oraz innych dokumentów dostarczonych przez producentów badanych urządzeń i układów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wyznaczyć istotne parametry źródeł sygnałów (generatorów i syntezerów) przy pomocy symulacji komputerowych, a także zweryfikować te parametry eksperymentalnie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody projektowania oraz poprawy parametrów układów generatorów oraz syntezerów częstotliwości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-MARM
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery ARM Cortex
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie z architekturą mikrokontrolerów z rdzeniami ARM Cortex-M0,M3,M4,M7s Po zapoznaniu z podstawowymi informacjami o budowie i działaniu rdzeni firmy ARM o profilu dedykowanym dla mikrokontrolerów omawiane są przykładowe zastosowania. Głównymi elementami zajęć jest zapoznanie studentów z jednej strony z budową i możliwościami oraz ograniczeniami architektury ARM v6m/v7m z drugiej z strony, peryferiami dostępnymi w mikrokontrolerach bazujących na rdzeniach ARM, ich możliwościami oraz metodami konfiguracji. Praktyczne aspekty wykorzystywania mikrokontrolerów są analizowane podczas zajęć laboratoryjnych na przykładzie popularnej rodziny mikrokontrolerów jednonukładowych STM32.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

WYKŁADY:

- Wprowadzenie, zarys historii oraz profile rdzeni firmy ARM, opis oraz porównanie różnych rdzeni opartych o architekturę ARMv6m/v7m (2h)
- Opis architektury ARMv7m, rejestry, tryby pracy, wyjątki procesora, koprocessor numeryczny, budowa stosu (3h)
- Peryferia zintegrowane z rdzeniem mikrokontrolera, kontroler przerwań NVIC, Timer SysTick, Jednostka ochrony pamięci MPU (3h)
- Lista instrukcji Thumb/Thumb2, podstawy assemblera (3h)
- Magistrale wewnętrzne, pamięć cache mikrokontrolera (2h)
- Narzędzia developerskie, kompilatory ze szczególnym uwzględnieniem GCC, środowiska IDE, systemy budowania, oprogramowanie middleware dostarczane przez producentów, narzędzia openSource (2h)
- Metody uruchamiania oprogramowania, narzędzia debugger OpenOCD/GDB, przykłady oprogramowania związane z rdzeniem mikrokontrolera (2h)
- Uruchamianie procesora (boot), omówienie podtypów rodziny STM32, zegar systemowy, pętla PLL, budowa portów GPIO (2h)
- Interfejsy szeregowy: UART, SPI, I2C, I2S (3h)
- Układy czasowo licznikowe ogólnego przeznaczenia, liczniki czuwające (2h)
- Systemy operacyjne czasu rzeczywistego przeznaczone dla mikrokontrolerów na przykładzie systemu ISIX-RTOS (2h)
- Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe (2h)
- Układ bezpośredniego dostępu do pamięci DMA (2h)
-

Część I

Laboratorium

LABORATORIA: Zajęcia laboratoryjne wykonywane są w zespołach jednoosobowych w oparciu o dedykowane pakiety dydaktyczne wyposażone w mikrokontrolery STM32 z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratorium umożliwia praktyczne zweryfikowanie wiedzy z zakresu obsługi wewnętrznych zasobów mikrokontrolerów opartych na architekturze ARMv6m/v7m, ich komunikacji z przykładowymi, urządzeniami zewnętrznymi oraz podstaw implementacji systemów operacyjnych.

Zajęcia obejmują podstawy poruszania się w środowisku uruchomieniowym VSCODE/GCC, inicjalizację mikrokontrolera i konfigurację oraz obsługę jego układów peryferyjnych takich, jak liczniki, system przerwań, sterownik DMA, przetwornik A/C i C/A, a także typowych urządzeń zewnętrznych, jak klawiatura, akcelerator, żyroskop, kompas., zewnętrzne przetworniki A/C i C/A, czujniki temperatury, ciśnienia, pamięć SD itp.

Tematy laboratoriów:

1. Zapoznanie się z narzędziami oraz środowiskiem programistycznym, uruchamianie oprogramowania oraz debugowanie, pierwszy projekt w Visual Studio Code / ARM-GCC
2. Zapoznanie się z obsługą portów GPIO mikrokontrolera z użyciem niskopoziomowych bibliotek Low Level API dostarczanych przez firmę ST, oraz bibliotekami niskopoziomowymi systemu ISIX. Zapoznanie się ze sposobem zgłaszania przerwań zewnętrznych z wykorzystaniem kontrolera EXTI.
3. Zapoznanie z zestawami ewaluacyjnymi STM32F411E oraz STM32F469I discovery, środowiskiem deweloperskim opartym o kompilator GCC oraz Visual Studio Code. Uruchamianie i debugowanie kodu w środowisku deweloperskim. Podstawowe funkcje API systemu ISIX przydatne podczas realizacji laboratoriów.
4. Konfiguracja portu szeregowego, oraz oprogramowanie portu szeregowego w trybie odpytywania oraz z wykorzystaniem systemu przerwań i kontrolera NVIC.
5. Obsługa magistral szeregowych I2C oraz SPI, sposoby komunikacji z przykładowymi układami MEMS: akcelerometr oraz żyroskop.
6. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego na przykładzie systemu ISIX-RTOS. Działanie algorytmu szeregującego, tworzenia zadań (wątków), mechanizmy synchronizacji międzyprocesowej: semafony, mutexy, zmienne warunkowe, kolejki komunikatów. Komunikacja pomiędzy przerwaniami, a zadaniami (wątkami)
7. Pomiary wartości skutecznej (RMS) z wykorzystaniem przetwornika A/C. Generowanie sygnałów analogowych z wykorzystaniem wbudowanego przetwornika C/A

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną wiedzę ogólną na temat architektury ARMv6M ARMv7M obejmującą: • Budowę rdzenia • Zestawu dostępnych instrukcji dla poszczególnych rdzeni: Cortex-M0/ K1_ W04 M3/M4/M7 • Budowy wewnętrznych układów peryferyjnych zintegrowanych z rdzeniem. • Modelu programowego architektury oraz zestawu instrukcji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

Część I	
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	W2: Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia służące do produkcji laboratoria laboratoria, oprogramowania dla mikrokontrolerów ARM z następujących zakresów: • systemy kontroli wersji (SCM) • Zarządzanie kompilacją wielomodułowych projektów z wykorzystaniem narzędzi do budowania oprogramowania K2_W04 • Debugowanie oprogramowania przeznaczonego dla mikrokontrolerów • Zastosowanie zewnętrznych bibliotek dostarczanych przez producentów oraz openSource do realizacji skomplikowanych zagadnień programistycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę techniczną związaną z układami peryferyjnymi mikrokontrolerów jednoukładowych obejmujących: • Porty wejścia-wyjścia K3_W04 • Układy czasowo-licznikowe • Kontrolery magistral szeregowych • Przetworniki analogowo – cyfrowe oraz cyfrowo-analogowe
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę na temat systemów operacyjnych czasu rzeczywistego dedykowanych dla mikrokontrolerów należących do jednego z poniższych zakresów: • Działanie algorytmów szeregujących systemów operacyjnych czasu rzeczywistego • synchronizacja oraz komunikacja międzyprocesowa. • Tworzenia zadań systemu operacyjnego oraz podział poszczególnych części projektu na zadania systemu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać odpowiedni mikrokontroler w zależności od problemu który powinien być zrealizowany.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi tworzyć oraz uruchamiać oprogramowanie w języku C/ C++ dla mikrokontrolerów z wykorzystaniem dostępnych narzędzi OpenSource oraz środowisk IDE
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać oraz oprogramować wewnętrzne układy peryferyjne mikrokontrolera potrzebne do realizacji określonego zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	

Część I

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-EDSPL
Nazwa przedmiotu	Digital Signal Processing Techniques using LabVIEW
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	The course aims to teach the fundamental theoretical and practical application problems related to advanced digital signal processing methods widely used in modern radar systems, radio, or telecommunications. The applications will be presented using LabVIEW environment. The course of LabVIEW programming language will be incorporated in the study to allow students effective implementation for signal processing algorithms and methods in that environment. The laboratory exercises will provide practical knowledge of signal processing algorithm implementation in the LabVIEW environment. After completing the course, students will have the possibility of taking a free CLAD exam (called Certified LabVIEW Associate Developer) certified by National Instruments (NI). In addition, each student participating in a course will receive a full version of the free student edition of LabVIEW. Students choosing this item should have a basic knowledge of signal processing theory and necessary digital signal processing skills. After the course, students will possess skills in LabView Graphical programming (G programming language) and the use of digital signal processing techniques in LabVIEW programming environment(FI).
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>LABORATORIES:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lab 0: Introduction to LabVIEW Environment, Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals, Modularity (Sub-VI) (3h).2. Lab 1: Creating and Leveraging Data Structures (Arrays, Clusters, Type Definitions) (3h).3. Lab 2: Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (3h).4. Lab 3: Creating variables, Using Sequential and State Machine Programming (3h).5. Lab 4: Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops, Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes), Design Patterns (3h).6. Lab 5: Signal Processing techniques implementation in LabView (3h).
Projekt	<p>PROJECT:</p> <p>The project consists of two parts:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Mini-project (so-called warm-up): build in LabVIEW simple applications using digital signal processing2. The main project, which consists of two parts:3. Part I. Definition of the subject and scope of the project. Algorithms definition and software structure.4. Part II. Final built in LabVIEW applications with software documentation. <p>PSYL projects examples:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Multi-channel signal spectrum analyzer2. Sonar system for target detection3. Features detection in optical images4. PSK, FSK, QPSK modulations simulator5. Audio signal processing6. Radio- and tele-communication signals coder/decoder (e.g. DAB, DVB-T, GSM, UMTS, WIFI)

Część I

Wykład	<p>LECTURES:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Introduction to LabVIEW Environment (2h)2. Troubleshooting and Debugging VIs (2h)3. Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals (2h)4. Modularity (Sub-VI) (2h)5. Creating and Leveraging Data Structures (2h)6. Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (2h)7. Using Sequential and State Machine Programming (2h)8. Variables and race conditions (2h)9. Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops (2h)10. Design Patterns (2h)11. Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes) (2h)12. File IO Techniques (1h)13. Improving an Existing VI, Creating and Distributing Applications (1h)14. Signal Processing in LabView (2h)15. LabVIEW in Practical Applications (3h) <p>W_ Additional: Preparing to the CLAD Exam - Most Commonly Missed Topics on the CLAD (3h)</p> <p>LABORATORIES:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lab 0: Introduction to LabVIEW Environment, Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals, Modularity (Sub-VI) (3h).2. Lab 1: Creating and Leveraging Data Structures (Arrays, Clusters, Type Definitions) (3h).3. Lab 2: Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (3h).4. Lab 3: Creating variables, Using Sequential and State Machine Programming (3h).5. Lab 4: Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops, Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes), Design Patterns (3h).6. Lab 5: Signal Processing techniques implementation in LabView (3h).
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Has solid knowledge of LabVIEW graphic programming
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Has knowledge of the use of digital signal processing methods in the LabVIEW environment
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Has structured knowledge of the LabVIEW designer / programmer's work
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I

Kod efektu	W04
Opis	Has a structured knowledge of quality assurance in the LabVIEW project
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Has a structured knowledge of the LabVIEW application architectures used
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Is able to implement projects in LabVIEW, assess the suitability and application of individual functionalities of the LabVIEW environment
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Can define the application architecture and select the appropriate tools for the implementation of the system according to the requirements
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Can profile and optimize code and manage hardware resources
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Is able to design and implement in LabVIEW an application or its component based on the methods discussed in the lecture
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Can independently obtain detailed technical information necessary to implement the project
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Is able to use the LabVIEW environment to implement modern techniques of digital signal processing in practical applications
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U07
Opis	Can ensure quality in the project through tests, code profiling and optimization, documentation and supporting tools
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Can plan project activities using the LabView environment by the required date (deadline)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Cooperate in a group implementing complex projects in LabView using modular software (Sub-VI)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K03
Opis	Is able to concisely present the results of his work
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-TIMP
Nazwa przedmiotu	Technika impulsowa
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zaznajomienie słuchaczy z zaawansowanymi układami techniki analogowej, zwłaszcza impulsowej, a także ze zjawiskami występującymi w układach przerywników zarówno analogowych, jak i cyfrowych. W szczególności omawiane jest zjawisko metastabilności. Omawiane są zjawiska odbić w liniach długich, problemy obserwacji i pomiaru sygnałów bardzo szybkich oraz praca sinusoidalnych generatorów LC widziana od strony impulsowej. Wszystkie poruszane zagadnienia są prezentowane pod kątem problemów występujących w praktyce. Omawiane są głównie te układy i zjawiska, które znajdują zbyt ubogie odzwierciedlenie w literaturze lub też są omawiane w dostępnych źródłach na bardzo abstrakcyjnym poziomie. Celem wykładu jest przybliżenie omawianych zjawisk i układów, a także umożliwienie praktycznego zastosowania wybranych układów. Większość omawianych zagadnień ujęto w postaci przykładów – rozwiązania określonego problemu poprzez realizację konkretnego układu.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h
Laboratorium	8.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

Laboratorium

- Odbicia w liniach długich i reflektometria czasowa (TDR): dopasowanie, zwarcie, rozwarcie, pojemność, indukcyjność, kilkuelementowe obwody RLC.
- Obserwacja metastabilności/tremoru w przerzutnikach analogowych i cyfrowych.
-

WYKŁADY:

- Wzmacniacze szerokopasmowe małych i dużych sygnałów; wzmacniacze-ograniczniki. Problem przenoszenia składowej stałej. Dobór typu wzmacniacza w zależności od potrzeb. Wybór realizacji scalonej i dyskretnej. Wzmacniacze z małą rezystancją wejściową.
- Wtórnik – struktury proste i złożone; dobór pod kątem zastosowania. Przenoszenie składowej stałej. Wtórnik "oscyloskopowy" z tranzystorami J-FET, wtórnik komplemen-tarne w technice impulsowej, wtórnik czterotranzystorowy ("kwadrowtórnik"). Obwody zabezpieczenia wejść.
- Układy przerzutników prostych i złożonych. Zastosowanie przesuwników poziomu w przerzutnikach. Elementarny opis procesu przerzutu. Wybór struktury przerzutnika pod kątem parametrów funkcjonalnych (szybkość przerzutu, częstotliwość maksymalna, możliwość przestrajania, liniowość itd). Przerzutniki – rozwiązania scalone i dys-kretne. Optymalizacja szybkości przerzutu i maksymalnej częstotliwości poprawnej pracy.
- Realizacja stałych i regulowanych opóźnień – układy monostabilne i układy opóź-nia-jące, uzyskiwanie szerokiego przestrajania, liniowość. Pomiar czasu – metoda ekspansji czasu.
- Próbkowanie sygnałów szerokopasmowych – bramki transmisyjne i układy próbkuj-ące. Elementy typowe dla szybkich układów próbkujących. Zależność pomiędzy szerokością pobieranej próbki a uzyskiwanym pasmem. Wzmacnianie próbek.
- Skrócona klasyfikacja oscyloskopów – zasada działania a możliwości pomiarowe oscyloskopu.
- Metastabilność przerzutników. Przerzutniki z elementami o rezystancji ujemnej. Ogólny opis przerzutnika w ujęciu ujemnorezystancyjnym. Definicja metastanu. Zarys klasycznej teorii metastabilności. Ujęcie alternatywne – ujemnorezystancyjna teoria metasta-bil-ności (teoria tremoru). Praktyczna demonstracja tremoru na oscyloskopie.
- Metody redukcji metastabilności – podział technik; wady i zalety poszczególnych metod.
- Zjawiska propagacyjne w liniach długich, odbicia. Reflektometria czasowa – techniki rozpoznawania zaburzeń w linii długiej: odległość od przeszkody, typ/ charakter przeszkody (zwarcie, rozwarcie, oporność, pojemność, indukcyjność, obwody złożone). Naskórkowość w liniach długich.
- Problemy praktyczne w szybkiej technice impulsowej – pomiary oscyloskopem, sto-sowanie sond, typy sond, wpływ elementów pasożytniczych. Projektowanie płytek – prowadzenie ścieżek, rozmieszczanie elementów. Sprzężenia pasożytnicze, ekranowanie.
- Typowy generator LC w ujęciu impulsowym – zasada działania. Wzmacniacz rezonansowy z dodatnim sprzężeniem zwrotnym. Mechanizmy ograniczania i stabilizacji amplitudy. Techniki przybliżonego projektowania i uruchamiania generatora LC. Złożony generator LC o uproszczonej technice projektowania – zalety i wady w stosunku do kon-figuracji elementarnych.

Część I

Projekt	<p>Projekt</p> <ul style="list-style-type: none"> Przeznaczeniem projektu jest praktyczne zastosowanie materiału wykładowego przy opraco-wywaniu omawianych układów oraz zaznajomienie się z projektowaniem zaawansowanych układów analogowych. W ciągu semestru każdy student otrzymuje do opracowania jeden lub dwa projekty. Tematy projektów są ustalane indywidualnie z każdym studentem.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w jednym z trzech następujących zakresów: zjawiska fizyczne istotne dla modelowania, analizy i projektowania obiektów technicznych specyficznych dla działania złożonych układów, systemów i mikrosystemów elektronicznych oraz nanoelektronicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w jednym z trzech następujących zakresów: - konstruowanie aparatury medycznej lub - zaawansowane materiały i struktury mikroelektroniki i fotoniki lub - z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami jednego z trzech następujących zakresów: projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - projektowanie systemów wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06

Część I	
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do jednego z trzech następujących zakresów: - systemy elektroniczne, w tym systemy wbudowane, mikro i nanosystemy, - układy analogowe impulsowe i wielkiej częstotliwości.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z trzech następujących obszarów: - elektroniki i informatyki w zastosowaniach medycznych lub - mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii lub - mikrosystemów i systemów elektronicznych oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do jednego z trzech następujących zakresów: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05

Część I

Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w jednym z trzech następujących zakresów: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla studiowanej specjalności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-CCM
Nazwa przedmiotu	Czasowo-częstotliwościowe metody analizy i syntezy sygnałów
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami analizy częstotliwościowej sygnałów stacjonarnych oraz czasowo-częstotliwościowej analizy i syntezy sygnałów niestacjonarnych. W odniesieniu do sygnałów stacjonarnych, studenci poznają nieparametryczne (np. periodogram) i parametryczne (np. model AR) metody wyznaczania widma, a w odniesieniu do sygnałów niestacjonarnych czasowoczęstotliwościowe przekształcenia liniowe (np. widmo chwilowe) oraz biliniowe (np. transformata Wignera). Przedstawione zostaną też pojęcia częstotliwości i częstotliwości chwilowej oraz różne metody ich estymacji. Uczestnicząc w wykładach i wykonując zadania projektowe studenci poznają sposoby realizacji przedstawionych metod przetwarzania sygnałów oraz przykłady praktycznych ich zastosowań m.in. w systemach kompresji i rekonstrukcji dźwięku, w echolokacji i rozpoznaniu elektronicznym.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykład</p> <ol style="list-style-type: none">1. Analiza widmowa sygnałów deterministycznych: widmo sygnału o ograniczonej energii, szereg Fouriera, dyskretne przekształcenie Fouriera (DTF) (2h).2. Filtry liniowe o współczynnikach niezmiennych w czasie: filtry SOI, filtry NOI, praktyczne metody projektowania filtrów (2h).3. Aspekty obliczeniowe transformaty Fouriera: algorytm szybkiej transformaty Fouriera (FFT), algorytm Geortzel'a, algorytm z transformatą chirp (2h).4. Widmowa gęstość mocy sygnału losowego: rzeczywiste i zespolone sygnały stochastyczne, macierz i funkcja korelacji, definicja i właściwości widmowej gęstości mocy, funkcja koherencji sygnałów (2h).5. Estymacja widma mocy metodami nieparametrycznymi: periodogram, metody Bartletta, Welch, Blackmana – Tukeya i najmniejszej wariancji; estymacja funkcji korelacji (4h).6. Estymacja widmowej gęstości mocy metodami parametrycznymi: porównanie metod nieparametrycznych i parametrycznych, modele ARMA, AR i MA, równania Yule'a-Walkera (1h).7. Model AR: związki modelu AR z predykcją liniową i z maksymalizacją entropii, metody estymacji parametrów modelu AR, wyznaczenie rzędu modelu – kryterium Akaike (AIC), rozdzielczość widmowa, zastosowanie modelu AR w kompresji sygnału mowy i inne przykłady (1h).8. Detekcja sygnałów harmoniczných: problem detekcji, kryteria Bayesa i Neymana-Pearsona, przykłady problemów detekcji z algorytmami decyzyjnymi i analizą otrzymanych krzywych detekcji (1h).9. Estymacja sygnałów harmoniczných: podstawy estymacji (kryterium Bayesa, estymacja deterministycznych parametrów, kres Cramera-Rao, estymator największej wiarygodności), wybrane metody estymacji parametrów pojedynczej harmonicznej lub wielu harmoniczných w szumie (np. estymator NW; metody z wyznaczeniem podprzestrzeni sygnałowej lub szumowej: metody Pisarenki, MUSIC) (3h).10. Widmo chwilowe: definicja i różne interpretacje widma chwilowego, przykłady analizy sygnałów syntetycznych i rzeczywistych (akustycznych, wibracji, radiolokacyjnych), właściwości widma chwilowego, synteza sygnału na podstawie widma chwilowego, analiza widmowa losowych sygnałów niestacjonarnych, transformaty biliniowe (transformata Wignera, funkcja nieoznaczoności, klasa Cohen'a) (2h).11. Częstotliwość chwilowa sygnału: definicja częstotliwości chwilowej, transformata Hilberta i sygnał analityczny, częstotliwość chwilowa sygnału dyskretnego, wybrane algorytmy wyznaczania częstotliwości chwilowej, praktyczne przykłady (2h).12. Przegląd zaawansowanych metod: wyostrzenie reprezentacji czasowo-częstotliwościowych; analiza wielorozdzielcza; ułamkowa transformata Fouriera (2h).13. Liniowy równomierny szereg sensorów, sygnał wąskopasmowy, częstotliwość przeszerzona, formowania wiązki i estymacja kierunku nadejścia fali (2h).
--------	---

Część I

Projekt	<p>Projekt</p> <ul style="list-style-type: none"> W trakcie trwania semestru student indywidualnie opracowuje projekt związany merytorycznie z wykładanym materiałem. Temat i zakres projektu zostaje na początku semestru uzgodniony indywidualnie ze studentem. Projekt powinien zawierać: sformułowanie problemu i jego analizę teoretyczną, analizę możliwości rozwiązania za pomocą wybranych narzędzi teoretycznych i programowych, opis komputerowych badań eksperymentalnych z zastosowaniem sygnałów rzeczywistych lub syntetycznych, analizę otrzymanych wyników wraz z wnioskami i literaturą. Projekty mogą być realizowane na dowolnych platformach (np. komputerach PC (w tym na GPU), układach FPGA, Raspberry Pi, ARM Cortex, Red Pitaya, itp.) przy czym dopuszcza się wspólne projekty z innymi przedmiotami (np. dla FPGA lub GPU może to być projekt wspólny z przedmiotem RIM). Alternatywną możliwością jest wykonanie kilku mniejszych tzw. mikro-projektów polegających np. na analizie widmowej lub czasowo-częstotliwościowej podanego sygnału lub opracowaniu i zaimplementowaniu prostego toru przetwarzania sygnału radia FM z odbiornika SDR.
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę na temat metod analizy częstotliwościowej i czasowo-częstotliwościowej sygnałów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Rozumie pojęcie częstotliwości chwilowej i zna metody jej wyznaczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe pojęcia związane ze statystycznym przetwarzaniem sygnałów, potrafi ocenić jakość metody estymacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi dobrać właściwe metody parametrycznej lub nieparametrycznej analizy lub syntezy sygnału o zadanych właściwościach widmowych, w celu rozwiązania postawionego problemu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać podane metody analizy lub syntezy sygnału o zadanych właściwościach widmowych do przeprowadzenia eksperymentów i analiz symulacyjnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pozyskać z literatury fachowej (bądź z innych źródeł) informacje niezbędne o wykonaniu projektu, dokonać ich krytycznej oceny i wyciągnąć wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przygotować sprawozdanie z wykonanych prac projektowych i dokonać prezentacji uzyskanych wyników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELSEW-MSP-ITK
Nazwa przedmiotu	Informacyjne technologie kwantowe
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Informacyjne technologie kwantowe (ITK) nie są wykładane w postaci zwartej jako całość tworząca nowy obszar nauk inżyniersko- technicznych, obejmujących w szczególności dyscypliny naukowe AEE oraz ITT. Obszar ten jest interdyscyplinarny i obejmuje następującą wiedzę z przymiotnikiem kwantowa: zasadę działania, technologię elementów i urządzeń funkcjonalnych, fotonikę, informatykę, architekturę komputerów, złożone systemy kwantowe, itp. Przy obecnym szybkim rozwoju obszaru IKT, przedmiot na ten temat wydaje się wręcz obowiązkowy
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt

Projekt:

Podstawowym celem zajęć projektowych jest przekazanie ich uczestnikom informacji, w jaki sposób projektuje się środowisko sprzętowo – programistyczne komputera kwantowego. Projekt nie jest bezpośrednio związane z wykładem. Jest skoncentrowany na środowisku projektowym rzeczywistego komputera kwantowego klasy NISQ – Noisy Intermediate-Scale Quantum. Zespół w ISE dysponuje środowiskiem Artiq-Sinara umożliwiającym zaprojektowanie ćwiczeń demonstracyjnych i wykonywanych przez studentów. Studenci przygotowują się do zajęć na podstawie polecanej literatury. Po spotkaniach wprowadzających, demonstracyjnych i instruktażowych studenci dostają zdalny dostęp do środowiska projektowego Artiq-Sinara mogą realizować założone programowe lub własne projekty kwantowe.

Wykład	<p>Opis wykładu</p> <ul style="list-style-type: none">• Informacyjne Technologie Kwantowe. Obszar zainteresowań i działy ITK. Różnice między klasycznymi technologiami informacyjnymi i kwantowymi. Krótkie przypomnienie fizyki kwantowej. Podstawowe pojęcia mechaniki kwantowej, stan kwantowy układu. Układy dwupoziomowe. Zasada Heisenberga. Kwantowe wielkości niekomutujące. Reguła Pauliego. Dualizm i fala deBroglie. Tunelowanie kwantowe. Pola nieklasyczne. Interferencja i superpozycja stanów kwantowych. Kwantowe stany czyste i mieszane. Splątanie i nielokalność kwantowa, Tunel Schwarzschilda i jego stabilność. Związek mechaniki kwantowej z ITK• Informatyczna teoria kubitów. Działania na kubitach. Bramki kwantowe jedno i wielokubitowe. Algorytmy kwantowe• Komputing kwantowy, otwarte programistyczne inicjatywy społecznościowe. Inicjatywa QWorld. Kwantowa społeczność krajowa QAIF. Strukturalny kwantowy język programowania QCL. Platforma Qiskit. Wybrane algorytmy kwantowe (m.in. Bernsteina, Deutscha, Kitajewa, Simona, Grovera).• Kryptografia kwantowa. Kryptograficzne architektury i algorytmy kwantowe. Algorytm faktoryzacji Shora.• Fizyczna realizacja kubitów 1. Optyka atomowa. Rodzaje kubitów - jonowe, nadsubtelne, atomowe, spinowe, wakancyjne, molekularne, fazowe, strumieniowe, nadprzewodzące, quazicząsteczkowe. Konstrukcja pułapek jonowych. Miniaturyzacja elementów i urządzeń kwantowych. Optymalizacja energetyczna.• Fizyczna realizacja kubitów 2. Fotonika kwantowa. Światło nieklasyczne. Światło ściśnięte. Światło powolne. Lasery dla technologii kwantowych. Co oznacza szerokość spektralna wiązki laserowej 10-6 Hz i jakie są tego konsekwencje? Kubity stacjonarne i lotne. Rejestry kwantowe, ich realizacja i stabilność.• Komputer kwantowy. Teoria. Co jest naprawdę potrzebne do budowy dobrego komputera kwantowego?• Komputer kwantowy. Praktyka. Uniwersalny komputer kwantowy. Komputer NISQ. Parametry niektórych maszyn IONQ, Google/Sycamore, Honeywell, IBM/Hummingbird, D-Wave. Współczynnik Quantum Supremacy/Advantage. Metryka wydajności Objętość Kwantowa.• Kwantowy komputer fotoniczny. Algorytm próbkowania bozonu. Problem ujarzmienia fotonu.• Kwantowe środowiska chmurowe. Azure Quantum. Amazon Bracket.• Czujniki kwantowe. Kwantowe pomiary NMR. Grawimetry absolutne. Nawigacja bez GPS. Pomiary poniżej limitu kwantowego. Anihilacja kwantowego szumu projekcji. Jak działa LIGO? Wielokrotne stany splątane NOON.• Obrazowanie kwantowe. Kwantowe obrazowanie superrozdzielcze. Pomiary poniżej limitu dyfrakcyjnego. Kwantowe oświetlenie strukturalne. Ghost imaging. Mikroskop kwantowy. Teleskop kwantowy.• Zegary atomowe. Grzebień optyczny. Co oznacza niestabilność zegara 10-20 i jakie są tego konsekwencje?
--------	---

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Telekomunikacja kwantowa. Teleportacja kwantowa informacji. Kwantowy kanał telekomunikacyjny. Teleportacja kwantowa lokalnej energii próżni? Kwantowy limit informacyjny. Sprzętowo-programistyczne kwantowe standaryzowane środowisko projektowe ARTIQ i SINARA. Otwarte inicjatywy kwantowo-sprzętowe github/sinara. Standard ATCA i microTCA. Laboratorium PERG ISE dysponuje środowiskiem Artiq/Sinara i możliwe jest zorganizowanie kilku demonstracyjnych ćwiczeń/pokazów laboratoryjnych związanych z projektowaniem komputera kwantowego.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma wiedzę w zakresie: podstaw fizyki relatywistycznej i kwantowej, lokalnych i nielokalnych zjawisk kwantowych wykorzystywanych do budowy urządzeń technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie projektowania i zasad użytkowania technicznych urządzeń kwantowych jak: komputerów, czujników i urządzeń pomiarowych, systemów złożonych w tym telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele teoretyczne i techniczne do analizy podstawowych zagadnień z obszaru informacyjnych technologii kwantowych oraz do podstawowych metod projektowania technicznych urządzeń kwantowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody informacyjnych technologii kwantowych oraz odpowiednie narzędzia projektowania do rozwiązywania podstawowych zadań z obszaru komputingu kwantowego, metrologii kwantowej, i podstaw telekomunikacji kwantowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie. Potrafi skutecznie pracować w projektowym środowisku wirtualnym.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U04
Opis	Potrafi opracować dokumentację techniczną lub referat naukowy w języku angielskim. Potrafi posługiwać się specjalistycznym słownictwem w mowie i piśmie w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-MEF
Nazwa przedmiotu	Metody matematyczne w elektronice i fotonice
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami opisu matematycznego i symulacji działania składników systemów elektronicznych i fonicznych, ukształtowanie umiejętności w zakresie posługiwania się algorytmami, modelami i symulatorami o charakterze uniwersalnym do rozwiązywania problemów technicznych i badawczych w tym obszarze.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład:

Materiał wykładu obejmuje następujące bloki tematyczne:

- Wprowadzenie. Rodzaje równań różniczkowych. Opis matematyczny podstawowych zagadnień elektroniki i fotoniki (równania Maxwella, równanie kinetyczne Boltzmann, model termodynamiczny). Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych (eliptyczne, paraboliczne, hiperboliczne).
- Pojęcie równania różniczkowego zwyczajnego i jego rozwiązania. Zagadnienie początkowe. Równania wyższych rzędów. Przykład generator drgań sinusoidalnych
- Metody numerycznego całkowania dla zagadnień 1D, 2D i 3D. Przykład wyznaczania bilansu mocy ośrodków aktywnych. Równania różniczkowe niejednorodne, funkcje Greena.
- Przybliżone metody rozwiązywania równań nieliniowych. Przykład: numeryczne rozwiązywanie równania dyspersyjnego w światłowodzie planarnym.
- Równania hiperboliczne, równanie falowe. Metoda separacji zmiennych (Fouriera). Numeryczne rozwiązywanie równania falowego a przybliżone rozwiązania analityczne. Przykład dla światłowodu planarnego.
- Metody numerycznego rozwiązywania układu równań różniczkowych sprzężonych pierwszego stopnia. Przykład porównanie rozwiązań numerycznych z wynikami przybliżonego rozwiązania analitycznego dla lasera DFB.
- Częstotliwościowe metody elektrodynamiki obliczeniowej, pół-analityczne metody macierzowe. Metoda macierzy przejścia TMM i metoda macierzy rozpraszania SMM. Przykłady ich zastosowania do analizy kryształów fotonicznych (TMM) i struktur o symetrii parzystej (SMM).
- Zagadnienia eliptyczne, operator Laplace'a, równanie Poissona. Zagadnienia paraboliczne - przepływ prądu i ciepła w strukturach elektronicznych (równania ciągłości prądów elektronów i dziur, równanie Fouriera). Warunki brzegowe i początkowe.
- Dyskretyzacja równań w przestrzeni położenia i czasu, różnice i elementy skończone, schemat Cranka-Nicolson. Iteracyjne rozwiązywanie dużych układów równań liniowych - metody sprzężonych gradientów, generacja i adaptacja siatek dyskretyzacyjnych.
- Numeryczne algorytmy rozwiązywania układów równań różniczkowych cząstkowych zależnych: uogólniona metoda Newtona-Raphsona a metoda kolejnych przybliżeń. Metody przyspieszania algorytmów numerycznych, ekstrapolacja rozwiązań, analiza małosygnałowa. Przybliżenia początkowe i zastosowanie algorytmów ewolucyjnych.
- Metody tworzenia modeli "kompaktowych" elementów elektronicznych dla systemów CAD, efektywne przybliżenia analityczne, ciągłość modeli, konstruowanie wzorów empirycznych i modeli tablicowych.
- Symulacja statystyczna oparta na metodzie Monte-Carlo, przewidywanie uzysku produkcyjnego, analiza korelacyjna.

Część I

Projekt	Projekt: Zadania projektowe w części fotonicznej obejmują wykonanie analizy numerycznej wzmocnienia ośrodków aktywnych w wybranych strukturach falowodowych oraz analizy własności transmisyjnych struktur wykazujących parzystą symetrię. Zadania te będą realizowane w środowisku programistycznym Matlab z wykorzystaniem omawianych na wykładzie metod numerycznych. Zadania projektowe w części elektronicznej obejmują analizę numeryczną rozkładów pola i koncentracji nośników w strukturach układów scalonych dla różnych warunków chłodzenia, wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych i czasowych skalowanych przyrządów półprzewodnikowych, tworzenie bądź modyfikacje modelu kompaktowego elementu elektronicznego pod kątem efektywności obliczeniowej i dokładności. Część zadań będzie realizowana w środowisku Matlab, część przy użyciu profesjonalnych symulatorów TCAD.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, obejmującą metody numeryczne niezbędne do modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów elektronicznych i fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Wie jak stosować zaawansowane metody numeryczne do rozwiązywania złożonych problemów inżynierskich i prostych badawczych w zakresie elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna metody tworzenia modeli elementów dla systemów EDA (ECAD)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przeprowadzać eksperymenty symulacyjne dla charakteryzacji elementów elektronicznych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy szczegółowych zagadnień fizycznych i technicznych elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PPMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia problemowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Określenie tematyki, zakresu i harmonogramu prac związanych z pracą dyplomową.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<p>Pracownia problemowa to początek współpracy Dyplomanta i Promotora. W ramach zajęć ustalane są:</p> <ul style="list-style-type: none">• tematyka, zakres i cel pracy dyplomowej,• narzędzia i metodologia wykorzystywana w pracy,• zasady i formy współpracy Dyplomanta i Promotora.• Opracowywany jest harmonogram prac. Dyplomant dokonuje przeglądu literatury i w zależności od specyfiki pracy określa wstępną dokumentację pracy w postaci algorytmów, schematów blokowych, opisów eksperymentów, itp. Efekty pracy przedstawi Promotorowi w postaci raportu. Treści kształcenia Pracowni Problemowej obejmują: <p>1. Wprowadzenie do pracy dyplomowej</p> <p>Cel i struktura pracy dyplomowej. Wymagania formalne i merytoryczne. Etapy realizacji pracy dyplomowej.</p> <p>1. Metodyka badań naukowych</p> <p>Przegląd literatury i źródeł naukowych. Formułowanie hipotez badawczych. Metody zbierania danych Techniki analizy danych.</p>
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I

Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w celu określenia tematyki, zakresu i harmonogramu działań związanych z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Student wie jak opracować plan badawczy i zna sposoby weryfikacji, analizy i interpretacji wyników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Student zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu obejmującego tematykę pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Student potrafi przedstawić i uzasadnić przyjęte założenia i plan działania związany z pisaniem pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-DPZ
Nazwa przedmiotu	Doskonała praca zespołowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zajęcia mają wprowadzić studentów w zagadnienia związane z budowaniem i Funkcjonowaniem zadaniowych/ projektowych. W trakcie zajęć zanalizowane zostaną procesy i mechanizmy towarzyszące życiu zespołu tak, aby uczestnicy byli w stanie w przyszłości stworzyć i poprowadzić zespół projektowy działający skutecznie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Treść ćwiczeń <ol style="list-style-type: none">1. Co to jest "team building"? Znaczenie i korzyści pracy zespołowej.2. Proces budowania zespołu - umiejętności pracy zespołowej, tworzenie "ducha" zespołu.3. Cykl życia zespołu.4. Cele zespołowe - wyznaczanie i osiągnięcie; cele zespołowe, a cele i oczekiwania członków zespołu.5. Rozwijanie i doskonalenie zaangażowania i motywacji członków zespołu.6. Normy zespołowe - funkcje, źródła, normatywny wpływ grupowy.7. Techniki integracyjne.8. Role grupowe - interpersonalne i zadaniowe.9. Konstrukttywne i destruktywne zachowania członków zespołu.10. Rozwiązywanie i pokonywanie problemów.11. Metody zwiększania efektywności pracy zespołowej.12. Mechanizm grupowe podejmowanie decyzji - szanse i pułapki.13. Jak kierować zespołem - coaching.14. Komunikowanie w zespole.
--------------------	--

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie proces budowania zespołu i pracy zespołowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Skutecznie komunikuje się w zespole i działalność zespołu z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi w sposób kreatywny pracować w zespole i rozwiązywać zagadnienia związane z obszarem pracy zespołowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość jak istotna jest skuteczna komunikacja z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PAPS
Nazwa przedmiotu	Prawne aspekty prowadzenia startupu
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Młode, innowacyjne organizacje działające w warunkach podwyższonego ryzyka biznesowego doświadczają trudności związanych z mnogością regulacji prawnych znajdujących zastosowanie. Start Up'y podobnie do innych biznesów w początkowej fazie rozwoju dysponują nieznacznymi kompetencjami wewnętrznymi w zakresie organizacji i prowadzenia działalności. Brak doświadczenia i łączącej się z nim wiedzy dotyczącej prawnych aspektów prowadzenia działalności gospodarczej powoduje częstokroć, że działalność jest nierentowna. Celem zajęć jest nabycie przez studentów wiedzy w zakresie prawnych ram budowania i organizacji działalności gospodarczej na etapie startu i we wczesnej fazie rozwoju. Zajęcia te są przeznaczone w głównej mierze dla studentów kierunków technicznych, ale również dla studentów wszelkich innych kierunków, którzy chcą uzyskać skompilowaną wiedzę odnoszącą się do możliwości i formy prowadzenia działalności w Polsce w przystępnej formie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Treści kształcenia	<ul style="list-style-type: none">• Wprowadzenie do tematyki zajęć, w tym w szczególności prawoznawstwa – źródła prawa, podstawowe kategorie, podstawowe pojęcia, struktura aktu prawnego;• Omówienie najważniejszych elementów problematycznych prawnych aspektów organizacji procesu zakładania przedsiębiorstwa;• Wybór formy prowadzonej działalności, charakterystyka i różnice poszczególnych form prawnych;• Obowiązki łączące się z wyborem konkretnej formy prawnej i sposób prowadzenia tej działalności;• Opodatkowanie działalności gospodarczej. Wybór formy opodatkowania;• Procedura przygotowania przedsiębiorstwa do prowadzonej działalności, wymagania niezbędne do spełnienia;• Odpowiednie zabezpieczenie własności intelektualnej;• Transformacja cyfrowa – ryzyka związane z transformacją cyfrową, niezbędne zabezpieczenia, wymagania prawne, sposób zabezpieczenia działalności;• Prawne aspekty marketingu;• Prowadzenie działalności w sieci Internet – wymagania związane z organizacją i prowadzeniem działalności dystrybuującej towary lub usługi za pośrednictwem sieci Internet;• Ryzyka i zagrożenia związane z prowadzeniem działalności w sieci Internet;• Ochrona danych osobowych w działalności gospodarczej;• Wybrane wyzwania prowadzenia działalności gospodarczej w Polsce;• Omówienie obecnych i nadchodzących nowelizacji i zmian prawnych.•
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie ekonomiczne, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności StartUp'u
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności intelektualnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób pobudzający przedsiębiorczość w warunkach podwyższonego ryzyka
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-SPOPT
Nazwa przedmiotu	Społeczne oblicza przemian technologicznych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zasadniczym celem przedmiotu jest ukazanie społecznych skutków rozwoju nowych technologii i roli innowacji technicznych we współczesnej kulturze.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Treść ćwiczeń <ol style="list-style-type: none">1. Technika jako składnik cywilizacji i kultury.2. Od schematu po innowację (1). Funkcja schematów w postrzeganiu świata i kształtowaniu ludzkich postaw.3. Od schematu po innowację (2). Innowacja - odstępstwo od reguły czy kreacja ?4. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (1). Lęk przed "nowym".5. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (2). Uzależnienie od internetu.6. Społeczne życie przedmiotów - owoców nowych technologii.7. Komunikacja społeczna i jej znaczenie dla rozwoju społeczeństwa informacyjnego.8. Nowoczesne techniki komunikacji (internet).9. Wpływ internetu na procesy tworzenia się społeczności wirtualnych i więzi społecznych.10. Czy żyjemy w epoce "cyberkultury"?11. Społeczeństwo informacyjne a teoria demokracji.12. Społeczeństwo informacyjne a globalizacja.13. Społeczeństwo informacyjne na co dzień. Wpływ techniki na styl życia.14. Czy potrzebny jest e-savoir-vivre ? Nowe technologie a ludzkie maniere.15. Podsumowanie zajęć.
--------------------	---

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie wpływ techniki i technologii, działalności inżynierskiej na społeczeństwo.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę komunikacji i propagowania informacji społeczeństwu, we współczesny sposób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-DSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,(Metody)-Inteligentne systemy-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie studentów z pojęciem optimum, warunkami koniecznymi i dostatecznymi optymalności dla zadań optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami, pozwalającymi na weryfikację poprawności uzyskiwanych z pakietów rozwiązań. Studenci zapoznają się również z pewnymi pakietami modelowania i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych (AMPL, MATLAB). Ponadto w ramach wykładu przedstawione zostaną elementy teorii dualności Lagrangea oraz wybrane metody numerycznego rozwiązywania zadań optymalizacji. Szczególnie dużo uwagi poświęca się zadaniom programowania liniowego i kwadratowego. Celem dodatkowym jest zapoznanie studentów z pewnymi rzeczywistymi zastosowaniami metod optymalizacyjnych, formułowaniem modeli optymalizacyjnych oraz różnymi problemami, z którymi mogą się zetknąć w trakcie ich rozwiązywania, jak również praktycznym wykorzystaniem istniejących pakietów optymalizacyjnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL (w ramach programowania liniowego również LP_SOLVE). Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania. Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników.</p>
---------	---

1. Zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego. (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ**
1. Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej. (2h)
 2. Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych. (2h)
 3. Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)
 4. Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych. (2h)
- PROGRAMOWANIE LINIOWE**
1. Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej. (2h)
 2. Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M"). (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI**
1. Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności. (2h)
 2. Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępów dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego. (2h)
- PROGRAMOWANIE KWADRATOWE**
1. Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami. (2h)
 2. Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami. (2h)
- METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI**
1. Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego. (2h)
 2. Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary. (2h)
 3. Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea. (2h)
 4. Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego. (2h)

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Znajomość podstawowych koncepcji teorii optymalizacji oraz własności standardowych zadań optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Znajomość metodyki formułowania zadań optymalizacji w obszarach projektowania sprzętu oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Znajomość podstaw działania oraz własności numerycznych technik optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Umiejętność prawidłowego formułowania zadania optymalizacji na podstawie opisu zadania inżynierskiego oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Umiejętność właściwego doboru algorytmów numerycznej optymalizacji – z uwzględnieniem cech szczególnych zadania (rozmiar zadania, dostępność wrażliwości, koszt obliczeń funkcji celu, funkcji ograniczeń, rodzaj ograniczeń)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Umiejętność przeprowadzenia optymalizacji przy użyciu bibliotek numerycznych (np. programu Matlab). Umiejętność oceny przebiegu optymalizacji i własności rozwiązania (poprawność, dokładność, uwarunkowanie numeryczne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi udokumentować proces rozwiązywania zadania projektowego oraz osiągnięte wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Kształcenie oparte o projekty)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,(Semestr 2 modelowy)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów, także w praktyce, z zagadnieniami cyberbezpieczeństwa specyficznymi dla systemów Internetu Rzeczy. Student uczy się rozpoznawać potencjalne podatności i zagrożenia występujące we współczesnych systemach łączności radiowej ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń i sieci klasy IoT oraz poznaje typowe techniki wykrywania i zapobiegania incydentom bezpieczeństwa.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	120.00 h
Projekt	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	12
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

1. Wprowadzenie do zagadnień bezpieczeństwa sieci IoT, modelowanie zagrożeń. Specyfika systemów IoT i kwestie bezpieczeństwa, przykłady incydentów. Standardy, frameworki, protokoły, stan prawny, kierunki rozwoju. Pojęcia constrained-node, constrained-networks. Identyfikacja zagrożeń. Łączność w sieciach IoT – przewodowa i bezprzewodowa. Tablica przeznaczeń częstotliwości. Źródła informacji o urządzeniach IoT (np. FCC ID, inżynieria odwrotna). Technika Software Defined Radio – charakterystyka i rola w systemach IoT Minimisja: Na przykładzie specyfikacji wybranych urządzeń elektronicznych z najbliższego otoczenia - samodzielna próba identyfikacji sposobu i parametrów komunikacji (np. częstotliwość, moc, standard telekomunikacyjny).
2. Protokoły sieciowe w IoT Podstawy najpopularniejszych protokołów sieciowych wykorzystywanych w sieciach IoT np. HTTP, MQTT, CoAP. Narzędzia do generowania żądań i analizy komunikacji (np. Postman, MQTT Explorer, Mosquitto, Wireshark). Biblioteki wspomagające implementację klienta/serwera np. w Pythonie. Podgląd komunikacji na poziomie pakietów TCP/IP – program Wireshark. Minimisja: Klient/serwer w Pythonie – uruchomienie i modyfikacja przykładów . Analiza przechwyconych żądań i odpowiedzi za pomocą Wireshark dla protokołów sieci IoT Minimisja: Wykorzystując dostępne online odbiorniki SDR, odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały radiowe.
3. Podstawy komunikacji radiowej Fale elektromagnetyczne – właściwości propagacyjne, modele propagacji. Obliczanie bilansu łącza. Sygnał radiowy – definicja, miary jakości, cechy charakterystyczne. Podstawowe schematy modulacji analogowych i cyfrowych. Podstawowe problemy związane z przesyłaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (np. stosunek sygnał-szum, zniekształcenia, synchronizacja, publiczność przekazu). Reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej - sygnał kwadraturowy (IQ). Wizualizacja sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości, czasu-częstotliwości. Parametry widmowe sygnałów różnych standardów, identyfikacja sygnałów. Minimisja: Zainstalować i uruchomić odbiornik SDR na własnym komputerze. Przy jego pomocy odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały dostępne lokalnie w eterze. Minimisja: Analiza literaturowa obecnego stanu techniki w zakresie bezpieczeństwa systemów bezprzewodowych powszechnego użytku
4. Podstawowe narzędzia do testów penetracyjnych w sieciach radiowych IoT Architektura Zero-IF w systemach SDR. Przykłady dostępnych komercyjnie urządzeń odbiorczych i nadawczo-odbiorczych SDR – przegląd, wady, zalety ze szczególnym uwzględnieniem cech szczególnie ważnych dla badania bezpieczeństwa sieci IoT. Analizator widma. Oprogramowanie do odbioru i analizy sygnałów radiowych, np. Universal Radio Hacker, GNU Radio Companion, Gqrx, SDR#, SDR Console, Audacity. Minimisja: Odbiór sygnałów z wybranego otwartego standardu za pomocą mobilnej platformy SDR. Dyskusja nad potencjalnymi zagrożeniami wynikającymi z otwartości przekazu.

5. Testy bezpieczeństwa w sieciach IoT. Badanie bezpieczeństwa systemu IoT w różnych warstwach: rekonesans sieciowy (odkrywanie hostów, identyfikacja systemów operacyjnych oraz wersji narzędzi, mapowanie topologii), badanie protokołów w łączach bezprzewodowych i przewodowych, atakowanie usług/protokołów, przegląd konfiguracji hostów, testowanie aplikacji mobilnych / webowych / chmurowych, warstwa sprzętowa, rekonesans pasywny / OSINT. Rekonesans pasywny w sieci bezprzewodowej na przykładzie nasłuchu transmisji radiowych przy użyciu odbiorników SDR oraz ogólnodostępnego oprogramowania. Źródła wiedzy o sygnałach radiowych. Ulot elektromagnetyczny, urządzenia klasy TEMPEST. Minimisja: Wykorzystanie narzędzi do automatycznego skanowania sieci i podatności urządzeń IoT. Minimisja: Przechwytywanie i analiza emisji ujawniającej – ulot elektromagnetyczny.
6. Rekonesans systemu radiowego. Zagrożenia wynikające z możliwości przechwycenia transmisji, zarejestrowania sygnału, jego analizy/dekodowania i retransmisji. Inżynieria odwrotna protokołów radiowych na przykładzie urządzeń klasy Sub-1GHz. Typowe elementy ramki radiowej (np. preambuła, payload, suma kontrolna). Systemy o stałym i zmiennym kluczu. Minimisja: Dekodowanie sygnałów z urządzeń powszechnego użytku, np. stacje pogodowe, wodomierze, piloty zdalnego sterowania
7. Ingerowanie w działanie systemów radiokomunikacyjnych – nadawanie sygnałów. Aspekty prawne. Przegląd urządzeń i podzespołów pozwalających wytwarzać sygnały radiowe: dedykowane dla określonych schematów modulacji oraz generatory przebiegów arbitralnych (określanych na podstawie próbek IQ). Odtwarzanie zarejestrowanego sygnału – atak typu replay. Modyfikacja zarejestrowanego sygnału. Ataki typu brute-force, jamming, spoofing, tampering. Minimisja: Zaimplementować nadajnik podszywający się pod oryginalny czujnik stacji pogodowej (atak typu spoofing). Minimisja: Przeprowadzić atak typu brute-force oraz jamming na wskazanym systemie IoT.
8. Sieci WiFi / Bluetooth Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Przeprowadzenie ataków typu deauthentication, jamming sieci WiFi. Minimisja: Podsluchiwanie klawiatury / myszki bezprzewodowej.
9. Systemy ZigBee i BLE Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Podsluch oraz atak typu replay względem wybranego urządzenia konsumenckiego pracującego w standardzie ZigBee. Minimisja: Analiza komunikacji BLE. Odczyt deskryptorów, autentykacja, MAC spoofing.

10. Systemy łączności dalekiego zasięgu (np. LoRa, GPS, DCF77, publiczne emisje rozsiewcze) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Właściwości i propagacja fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości i na dużych dystansach. Modele propagacyjne. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: przeprowadzić wybrany atak na sieć LoRa np. bitflip, replay, ack spoofing. Minimisja: przeprowadzić atak GPS spoofing.
11. Systemy łączności bliskiego zasięgu (np. RFID, NFC) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Systemy RFID aktywne i pasywne. Tagi RFID i ich zabezpieczenia. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Klonowanie tagów. Modyfikowanie zawartości tagów. Podsluchiwanie transmisji pomiędzy czytnikiem a tagiem.
12. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 1. Komunikacja i diagnostyka za pomocą interfejsów szeregowych. Inżynieria odwrotna urządzenia IoT: inspekcja zewnętrzna, pozyskiwanie wszelkich informacji o urządzeniu z różnych źródeł, inspekcja wewnętrzna, identyfikacja roli kluczowych komponentów. FCC ID. Wyszukiwanie oraz czytanie not katalogowych komponentów elektronicznych. Komunikacja szeregową UART – odczyt informacji diagnostycznych. Standardy RS-232 / RS-485 i sieci przemysłowe. Protokół Modbus – podgląd transmisji, sterowanie urządzeniami. Minimisja: Inżynieria odwrotna wskazanego urządzenia IoT. Minimisja: Komunikacja w sieci przemysłowej Modbus – nasłuch i ingerencja
13. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 2. Komunikacja pomiędzy podzespołami urządzenia IoT (np. SPI, I2C, 1-Wire). Komunikacja pomiędzy komponentami składowymi urządzeń IoT – protokoły szeregowo SPI, I2C, 1-Wire itp. Podglądanie komunikacji z układami peryferyjnymi – wykorzystanie oscyloskopu, analizatora stanów logicznych itp. Pozyskiwanie listy zajętych adresów na magistrali I2C. Inżynieria odwrotna protokołu komunikacji w przypadku, gdy nota katalogowa układu nie jest dostępna. Wysyłanie własnych komend do sprzętu. Minimisja: odczyt, modyfikacja i zapis szeregowo pamięci EEPROM przechowującej nastawy lub firmware urządzenia. Minimisja: podgląd komunikacji szeregowo pomiędzy mikrokontrolerem a czujnikiem

14. Bezpieczeństwo IoT – aspekty prawne, moralne i praktyczne. Audyt bezpieczeństwa. Regulacje prawne (w tym planowane regulacje EU) dotyczące bezpieczeństwa urządzeń i systemów IoT. Kwestia ochrony prywatności użytkowników urządzeń IoT, anonimizacja danych, ochrona danych przed podsłuchaniem, szyfrowanie. Nieoczywiste drogi do utraty/zabrania komuś elementów prywatności, np. profilowanie zachowań ludzi na podstawie pomiarów zużycia energii elektrycznej, wody itp., ułot elektromagnetyczny, kamery i analiza obrazu za pomocą sztucznej inteligencji. Wykorzystywanie publicznie dostępnych danych do nieoczywistych zastosowań, np. <https://dictatoralert.org/>. Dalsze kierunki rozwoju dla inżynierów bezpieczeństwa IoT, rynek pracy. Minimisja: przygotowanie i poprowadzenie prelekcji lub dyskusji na wybrany temat dotyczący bezpieczeństwa IoT.
15. Rezerwa, prezentacje końcowe projektów semestralnych. Seminarium podsumowujące zrealizowane projekty semestralne. Każdy z zespołów prezentuje przygotowane rozwiązanie techniczne oraz uzyskane wyniki z zakresu bezpieczeństwa i stabilności działania sieci. Omawiane są logi wykrytych i przeprowadzonych prób naruszeń integralności systemów. Dyskusja nad potencjalnymi podatnościami poszczególnych rozwiązań.

Część I

Projekt

Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT

- Zadaniem każdego z kilkusobowych zespołów studenckich jest zaprojektowanie i zaimplementowanie uproszczonego modelu niskobudżetowej, możliwie bezpiecznej sieci IoT, realizującej zadania z zakresu akwizycji danych lub / i sterowania, zgodne z zarysem założeń funkcjonalnych określonym przez prowadzącego zajęcia. Istotą zadania jest zaprojektowanie własnego sposobu komunikacji bezprzewodowej wykorzystującego scalone transceivery Sub-1GHz lub / i urządzenia SDR (wykluczone jest stosowanie fabrycznych rozwiązań oferujących wbudowane szyfrowanie, np. WiFi, BLE, LTE itp.). Zadanie obejmuje wybór schematu modulacji, projekt ramki radiowej, wybór lub projekt protokołu warstwy aplikacji, decyzje o tym, czy system jest jedno- czy dwukierunkowy (z potwierdzeniami), wybór algorytmu szyfrowania (lub jego braku) itp. oraz implementację modelu sieci z wykorzystaniem dostępnych komponentów (np. minikomputer jednoukładowy Raspberry Pi plus dołączony interfejs bezprzewodowy, czujnik lub / i element wykonawczy). Elementem zadania jest także wyposażenie sieci w mechanizmy pozwalające zorientować się, że ktoś próbuje naruszać jej integralność (monitorowanie ruchu). Zadanie kończy się przygotowaniem dokumentacji technicznej systemu, obejmującej m.in. specyfikację opracowanego protokołu radiowego, szczegóły implementacji, podjęte działania i zastosowane rozwiązania mające na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa sieci.
- Część 2 – przegląd bezpieczeństwa sieci IoT

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Działający model sieci dany zespół studentów przekazuje w ręce innego zespołu, w celu zweryfikowania jej bezpieczeństwa. Względem swojej sieci zespół występuje w roli Zespołu Broniącego, natomiast względem obcej sieci zespół pełni rolę Testera. Zadaniem Testera jest przeprowadzenie przeglądu bezpieczeństwa sieci podążając za zaleceniami (np. zgodnie z wybranym frameworkiem bezpieczeństwa) przedstawionymi przez prowadzącego zajęcia. Zespół Broniący udostępnia Testerom kod źródłowy stworzonego oprogramowania (np. poprzez repozytorium), ale nie hasła czy innego rodzaju klucze autoryzujące. Przegląd bezpieczeństwa polega zarówno na analizie kodu źródłowego jak również przeprowadzeniu prób spenetrowania sieci oraz złamania jej zabezpieczeń, w tym tych dotyczących komunikacji radiowej. Przeprowadzane próby są odnotowywane w sprawozdaniu, z uwzględnieniem typu, dokładnej daty i godziny prowadzonych działań, oraz szczegółów technicznych pozwalających na odtworzenie ataku w późniejszym terminie np. przez prowadzącego zajęcia lub Zespół Broniący w ramach zabezpieczenia swojego rozwiązania. Tester przedstawia sprawozdanie z przeprowadzonych badań, wskazując na wykryte podatności analizowanego systemu. Zadaniem Zespołu Broniącego na tym etapie jest przede wszystkim wychycenie prób spenetrowania oraz złamania zabezpieczeń własnej sieci. Do tego celu wykorzystane powinny zostać wbudowane w sieć rozwiązania monitorujące podejrzane zachowania (np. zaimplementowane w Części 1 monitorowanie ruchu). Zespół Broniący przedstawia sprawozdanie, w którym zamieszcza wiarygodne zestawienie wykrytych prób naruszenia integralności swojej sieci.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04

Część I

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, (Teleinformatyka - obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w zagadnienia związane z Internetem Rzeczy oraz nowoczesnymi systemami czujnikowymi. W trakcie zajęć przedstawione są konstrukcje, technologie wykonania i parametry typowych czujników oraz omawiane są kierunki rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe i innowacyjne czujniki drukowane. W ramach przedmiotu studenci zdobywają umiejętności praktycznego wykorzystywania sprzętu, oprogramowania i technologii transmisji danych do tworzenia w pełni funkcjonalnych systemów dla Internetu Rzeczy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

<p>Treści kształcenia</p>	<p>Treść zajęć laboratoryjnych: Zajęcia laboratoryjne wykonywane będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o ewaluacyjne zestawy wyposażone w mikrokontrolery ARM z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratoria będą składać się z 6 części, na których kolejno będą poruszane tematy niezbędne do realizacji dalszej części projektowej. Zajęcia laboratoryjne obejmą podstawowe zagadnienia związane z poruszaniem się w środowisku uruchomieniowym, inicjalizację i konfigurację mikrokontrolera, obsługę jego układów peryferyjnych takich jak: liczniki, system przerwań czy przetwornik A/C. Ważnym aspektem poruszonym na laboratoriach będzie komunikacja bezprzewodowa oraz obsługa czujników przy pomocy standardowych interfejsów komunikacyjnych takich jak: I2C, SPI czy UART. Zakres laboratoriów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. przygotowanie mikrokontrolera do pracy, sterowanie liniami portów we/wy, 2. konfiguracja wewnętrznych układów peryferyjnych mikrokontrolera, <p>III. obsługa interfejsów RS232, I2C i SPI,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. komunikacja z zewnętrznymi układami czujnikowymi: pomiar napięcia, temperatury, położenia, 2. tryby obniżonego poboru mocy, zasilanie bateryjne, 3. komunikacja bezprzewodowa przy pomocy standardu LoRa. <p>Treść zajęcia projektowych: Tematyka projektu będzie związana z budową systemów IoT wykorzystujących różne typy czujników. Systemach tych duży nacisk będzie położony na kreatywne i innowacyjne wykorzystanie czujników oraz syntezę danych pobieranych z kilku czujników jednocześnie. Układy pomiarowe będą zbudowane z gotowych modułów mikroprocesorowych oraz komunikacyjnych. Tematy projektów nie będą narzucane z góry, ale będą efektem analizy zapotrzebowania rynkowego. Elementem projektu będzie opracowanie pomysłu (problemu), jego analiza oraz wywiad wśród potencjalnych użytkowników. Projekt będzie składał się z kilku etapów: przygotowania i testowania rozwiązania problemu, identyfikacji potrzeb użytkownika, redefinicji problemu, przygotowania wstępnego prostego prototypu, testów prototypu, udoskonalenia rozwiązania i prezentacji efektów pracy. Grupy projektowe będą składały się z 3-5 osób. Każdy z członków grupy będzie miał swoją rolę w zespole, jak też przydzielone z tego tytułu zadania. Podczas realizacji projektu zakłada się wykorzystanie innowacyjnych form kształcenia, takich jak „Design Thinking” i „Double Diamond”.</p>
---------------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U12, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji oraz interpretacji, jak też poddawać krytycznej ocenie, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi przeprowadzić wywiad z użytkownikami systemu oraz identyfikować i odpowiednio realizować ich potrzeby i wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-TLTBM-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych układach stosowanych w układach transmisji bezprzewodowej: budową układów, ich oprogramowaniem i testowaniem.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wprowadzenie Sieci radiowe - standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów. Mikrokontroler jako element układu radiowego Budowa mikrokontrolerów Jednostka centralna, Generatory sygnałów zegarowych, Przerwania, Cyfrowe układy wejścia-wyjścia, Rodzaje pamięci, Układy czasowe, Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Dynamiczny dostęp do pamięci (DMA). Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe. Mikrokontrolery w układach transmisji bezprzewodowej Mikrokontrolery o pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii. Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M: Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex-M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjne, poboru energii). Tryby pracy układów. Oprogramowanie mikrokontrolerów Oprogramowanie jednowątkowe (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego. Systemy czasu rzeczywistego Działanie systemu czasu rzeczywistego (zadania, zdarzenia, synchronizacja zadań, obsługa przerwań, priorytetyzacja zadań), Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych. Klasyfikacja systemów (FreeRTOS, TI-RTOS embOS). Oprogramowanie sterujące transmisją wieloprotokółową Koncepcja i realizacja sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Środowiska i narzędzia programowe Przegląd środowisk programowania, Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie), Programatory, podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne. Ocena zużycia energii. Specyfika realizacja układów transmisji w przykładowych sieciach bezprzewodowych Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych Budowa typowych modemów IoT, Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem. Wykorzystanie stosów protokołów. Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN Budowa typowych układów LoRa, Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji. Układy transmisji w sieci WiFi Budowa i działanie modułów WiFi, komunikacja z modułami. Rozwiązania jednowątkowe. Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednowątkowe i z odrębnym układem radiowym.</p>
--------	---

Część I

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania.

- **Oprogramowanie układu nadajnika Bluetooth 5** W trakcie ćwiczenia studenci opracują i przetestują oprogramowanie układu SoC (System on Chip) firmy Nordic Semiconductors realizującego transmisję w standardzie Bluetooth 5. Oprogramowanie będzie działało w systemie operacyjnym RTOS. Zakres badań obejmuje weryfikację transmisji za pomocą aplikacji działającej na smartfonie, określenie poboru energii przez układ.
- **Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN** W trakcie ćwiczenia studenci połączą układ złożony z modułu uruchomieniowego procesora ARM i modułu radiowego sieci LoRaWAN, a następnie opracują program umożliwiający transmisję z użyciem różnych trybów pracy modułu radiowego. Transmitowane komunikaty będą analizowane za pomocą bramki sieci LoRa. Zakres badań obejmuje również obserwację sygnałów w łączy szeregowym pomiędzy układami, obserwację sygnałów w łączy radiowym - widma i czasu trwania pakietów, określenie poboru energii.
- **Badanie wpływu oprogramowania na pobór energii układu transmisji radiowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie i optymalizacja prostego oprogramowania mikrokontrolera z rodziny MSP430FR sterującego układem radiowym pracującym w paśmie 868 MHz. W trakcie ćwiczenia zostanie zbadany wpływ oprogramowania na pobór prądu przez opracowany układ. Zostaną przetestowane różne tryby pracy mikrokontrolera i układu radiowego.
- **Badanie układu transmisji wieloprotokółowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie oprogramowania umożliwiającego zmianę standardu łącza radiowego (Zigbee, Thread, Bluetooth 5) podczas pracy mikrokontrolera. W programowaniu zostaną wykorzystane funkcje sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Badania układu będą obejmowały obserwację sygnałów w.cz. nadawanych przez układ oraz obserwację poboru prądu podczas przełączania pomiędzy transmisjami.
- **Realizacja układu transmisji WLAN** W ramach ćwiczenia zadaniem studentów będzie polegało na dołączeniu do układu mikrokontrolera modułu WiFi, oprogramowanie mikrokontrolera i przeprowadzenie testów układu polegających na weryfikacji funkcjonalnej za pomocą programu Wireshark oraz obserwacji poboru prądu przez układ w różnych fazach transmisji. Opracowany układ będzie współpracował ze standardowym ruterem sieci WiFi.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
------------	-----

Część I

Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ASPE
Nazwa przedmiotu	Algorytmy symulacji i projektowania systemów elektronicznych ASPE
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot przeznaczony jest dla studentów pragnących poznać sposób działania narzędzi programistycznych używanych w procesie projektowania zintegrowanych systemów elektronicznych. Algorytmy leżące u podstaw tych narzędzi są analizowane pod względem złożoności obliczeniowej i ograniczeń w ich zastosowaniu a algorytmy numeryczne pod względem zbieżności i dokładności. Omówione są metody poprawy tych parametrów. Podstawowe obszary to symulacja układów elektronicznych (analogowych i cyfrowych), testowanie i diagnostyka tych układów oraz synteza ich topografii. Część praktyczna przedmiotu obejmuje projekt programistyczny dotyczący jednego z zagadnień wykładowych, wybranego przez studenta zgodnie z jego zainteresowaniami.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: Projekt polega na stworzeniu w języku wysokiego poziomu jednego z narzędzi omawianych na wykładzie, np. symulatora obwodów analogowych lub cyfrowych, narzędzia do rozmieszczania bloków w układzie cyfrowym lub trasowania połączeń między nimi, narzędzia do optymalizacji układów analogowych lub ich diagnostyki itp. W przypadku bardziej zaawansowanych narzędzi ich funkcjonalność będzie ograniczona do pewnej klasy przypadków (np. symulacji obwodu analogowego o ustalonej topologii).
---------	--

Część I

Wykład	Wykład: <ol style="list-style-type: none"> 1. Symulacja układów analogowych. Podstawy: zmodyfikowana metoda potencjałów węzłowych, modele elementów liniowych i nieliniowych. Analiza stałoprądowa, w dziedzinie czasu, w dziedzinie częstotliwości, analiza wrażliwości. 2. Testowanie i diagnostyka układów analogowych. 3. Symulacja układów cyfrowych. Symulacja sterowana zdarzeniami. Statystyczna analiza opóźnień. 4. Testowanie układów cyfrowych. Modele uszkodzeń: uszkodzenia sklejenkowe, uszkodzenia fizyczne na poziomie topografii (zwarcia i rozwarcia). 5. Synteza topografii układu. Podstawy algorytmów metaheurystycznych. Optymalizacja rozmieszczenia bloków funkcjonalnych i połączeń między nimi.
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę z zakresu symulacji i diagnostyki układów elektronicznych oraz synteza topografii układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki i algorytmy stosowane przy rozwiązywaniu sprawozdanie złożonych zadań inżynierskich z zakresu z symulacji i diagnostyki układów elektronicznych i syntezy topografii układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych z źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane symulacje komputerowe w zakresie analizy i diagnostyki układów elektronicznych oraz oszacować zgodność uzyskanych wyników z rzeczywistością.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody symulacyjne do formułowania i rozwiązywania zadań z projektu inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania złożonych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I

Kod efektu	U04
Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do symulacji i diagnostyki sprawozdanie układów elektronicznych, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi. Potrafi proponować ulepszenia znanych algorytmów używanych w tych dziedzinach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi jasno opisywać napotkane problemy i wymieniać doświadczenia na z specjalistycznych forach poświęconych analizowanym metodom i używanym narzędziom.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-FOMI
Nazwa przedmiotu	Fotonika mikrofalowa
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z systemami fotoniki mikrofalowej, które dzięki interakcji na linii systemy elektroniczne – systemy foniczne, otwierają bardzo szerokie spektrum możliwości rozszerzenia funkcjonalności dotychczas wykorzystywanych systemów mikrofalowych. W ramach przedmiotu studenci zostaną zapoznani z zasadą działania i projektowania fonicznych układów filtracji, wzmacniania i generacji sygnałów mikrofalowych, a także opto-mikrofalowych układów przemiany częstotliwości. Przedstawione zostaną analogie między światem układów mikrofalowych, a światem układów fonicznych. Wskazane zostaną fizyczne ograniczenia obu tych technik oraz punkty, w których mogą się one wzajemnie uzupełniać.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: <ul style="list-style-type: none">projektowanie wzmacniaczy mikrofalowych (niskoszumne, szerokopasmowe, mocy),projektowanie optoelektronicznych oscylatorów mikrofalowych,projektowanie opto-mikrofalowych układów przemiany częstotliwości,projektowanie odbiorników w układach fotoniki mikrofalowej.
---------	--

Wykład:

1. **Wprowadzenie do komunikacji opto-mikrofalowej.** Idea opto-radiowej transmisji sygnałów z wykorzystaniem fali nośnej. Idea łącza radiowego, światłowodowego, ewolucja systemów, łącza analogowe i cyfrowe.
2. **Elementy teorii obwodów I.** Obwody z elementami nieliniowymi: nieliniowa rezystancji i nieliniowa pojemność. Metoda perturbacji. Analiza obwodu w dziedzinie częstotliwości i czasu.
3. **Elementy teorii obwodów II.** Warunki stabilności dwuwrotników mikrofalowych. Techniki dopasowania obwodów mikrofalowych, szerokopasmowe obwody dopasowujące. Modelowanie i ekstrakcja parametrów diod i tranzystorów mikrofalowych. Modelowanie nieliniowości.
4. **Rezonatory i filtry w układach fotoniki mikrofalowej.** Rezonatory: parametry i podstawowe struktury. Techniki przestrajania obwodów rezonansowych. Podstawowe struktury filtrów mikrofalowych i fonicznych. Zasady projektowania filtrów.
5. **Anteny foniczne.** Podstawowe struktury i zasady działania anten radiowych i mikrofalowych. Podstawowe parametry anten. Fotonika w układach formowania wiązki. Równanie transmisji mocy. Transmisja mocy w łączy optycznym i w wolnej przestrzeni. Anteny inteligentne.
6. **Wzmacnianie sygnałów mikrofalowych na drodze fonicznej.** Mikrofalowe tranzystory HBT i HEMT. Tranzystorowe wzmacniacze mikrofalowe. Wzmacniacze wielostopniowe. Wzmacniacze szerokopasmowe. Praca w warunkach nieliniowych. Praca wielotonowa i zniekształcenia intermodulacyjne. Wykorzystanie układów fonicznych do wzmacniania sygnałów mikrofalowych.
7. **Mikrofalowe tranzystorowe wzmacniacze mocy.** Praca wzmacniacza w warunkach silnego wystereowania. Metody zwiększania sprawności wzmacniaczy. Modelowanie obwodów wyjściowych na częstotliwościach harmonicznych. Wzmacniacze Doherty'ego. Zasady projektowania wzmacniaczy mocy.
8. **Foniczna i optoelektroniczna generacja sygnałów mikrofalowych.** Modele i warunki generacji oscylatorów optoelektronicznych. Zasady projektowania generatorów tranzystorowych.
9. **Praca oscylatora w warunkach nieliniowych.** Generacja harmonicznych. Histereza i nieciągłości. Szumy oscylatora. Techniki stabilizacji częstotliwości oscylatorów. Techniki powielania częstotliwości. Synteza częstotliwości.
10. **Modulacja sygnałów optycznych, zaawansowane schematy modulacji.** Rodzaje modulacji sygnałów. Modulatory elektrooptyczne i elektroabsorpcyjne. Wielostanowa modulacja amplitudy i fazy sygnałów mikrofalowych. Synteza sygnałów mikrofalowych o zmiennej amplitudzie i fazie.
11. **Procesy optoelektronicznej przemiany częstotliwości.** Zasady przemiany częstotliwości. Parametry mieszaczy. Mieszacze zrównoważone. Mieszacze tranzystorowe. Konfiguracje mieszaczy opto-mikrofalowych i optofalowych.

Część I

	<p>12. Radiolinie mikrofalowe. Podstawowa struktura łącza radiowego. Konstrukcja układów nadajników. Konstrukcja układów odbiorników. Szumy łącza. Bilans mocy i stosunek sygnał szum.</p> <p>13. Fotoniczne systemy radiokomunikacji ruchomej i satelitarnej. Złożone systemy komunikacyjne. Systemy komunikacji mobilnej. Systemy komunikacji satelitarnej. Systemy komunikacji kablowej.</p> <p>14. Systemy radiowo-światłowodowe. Podstawowa struktura systemów radiowo-światłowodowych, techniki modulacji i transmisji danych, generacja nośnej w pasmach milimetrowych. Przykłady zastosowań, układy odwrócone, rozwiązania eksperymentalne.</p>
Laboratorium	<p>Laboratoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Badanie filtrów i rezonatorów w układach fotoniki mikrofalowej. 2. Badanie oscylatorów optoelektronicznych. 3. Badanie wzmacniaczy sygnału wykorzystujących układy fotoniki mikrofalowej. 4. Badanie układów opto-mikrofalowej przemiany częstotliwości. 5. Badanie układów elektrooptycznych modulatorów mikrofalowych.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących we współczesnych elementach i układach mikrofalowych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii mikrofalowych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę o obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki i techniki mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów fonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-NOFO
Nazwa przedmiotu	Nowe oblicze fotoniki
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z bieżącymi nurtami badań oraz najnowszymi rozwiązaniami w dziedzinie fotoniki, a także modelami opisu zjawisk zachodzących w strukturach fonicznych. Przedmiot zawiera przegląd najnowszych badań w dziedzinie fotoniki wraz z omówieniem ich praktycznych zastosowań oraz fizycznej podstawy działania omawianych przyrządów, włączając w to: <ul style="list-style-type: none">• Przetwarzanie sygnału w systemach jednofotonowych,• Pułapkowanie optyczne atomów oraz manipulacje i pozycjonowanie optyczne obiektów w skali nano,• Współczesną metodykę projektowania układów fonicznych,• Kształtowanie odpowiedzi elektromagnetycznej układów nanocząsteczkowych,• Technologia struktur samoorganizujących oraz materiałów niskowymiarowych na potrzeby zastosowań fonicznych,• Metaoptyka i właściwości metaatomów,• Współczesne konstrukcje laserów (nanolasery plazmoneczne, lasery jednofotonowe, generacja superkontinuum, lasery rentgenowskie).
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	45.00 h
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Tematyka zajęć projektowych dotyczy praktycznych zastosowań współczesnych układów fotonicznych. W ramach projektu studenci mają za zadanie zaproponować aplikację wybranego elementu/systemu fotonicznego w konkretnym praktycznym zastosowaniu, wraz z omówieniem fizycznych podstaw działania urządzenia. Jednym z etapów projektu będzie wykonanie ilościowej oraz jakościowej analizy proponowanego zastosowania układu fotonicznego w kontekście dostępnych rozwiązań komercyjnych. Analiza ta może zostać wykonana bazując na dostępnych źródłach naukowych i/lub własnych autorskich danych symulacyjnych. Zaliczenie projektu będzie realizowane poprzez prezentację ustną oraz opracowanie naukowe. W zależności od zakresu prac przewidzianych w projekcie, powyższe zadania będą wykonywane w grupach dwu- lub wieloosobowych.</p>
Wykład	<p>Wykład: Materiał wykładu można podzielić na następujące bloki tematyczne:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Współczesne trendy w rozwoju fotoniki – wykład wprowadzający.2. Sterowanie optyczne układów fotonicznych (ang. all-optical photonic systems) – właściwości i zastosowania, wprowadzenie do optyki nieliniowej.3. Objętościowe i zintegrowane układy plazmoneczne – właściwości propagacyjne plazmonów, właściwości i zastosowania metamateriałów, wprowadzenia do metapowierzchni i metamateriałów anizotropowych.4. Nanolasery plazmoneczne - oddziaływanie światła ze strukturami o wymiarach nano, wstęp do plazmoniki, pojęcie plazmonu powierzchniowego oraz plazmonu zlokalizowanego. Sposoby wzbudzenia oraz właściwości plazmonów. Generacja promieniowania w spaserach.5. Rozpraszanie fal oraz kształtowanie odpowiedzi elektromagnetycznej w układach nanocząstek – omówienie właściwości przejść dipolowych oraz kwadrupolowych, rozpraszanie fal elektromagnetycznych.6. Materiały niskowymiarowe w zastosowaniach fotonicznych.7. Projektowanie współczesnych układów nanofotonicznych – wstęp do metodyki symulacji zjawisk elektromagnetycznych, metodyka projektowania odwrotnego, niejednoznaczność opisu parametrów optycznych.8. Biofotonika – właściwości, zastosowania i technologia struktur samoorganizujących, struktury organiczne i hybrydowe na potrzeby zastosowań fotonicznych.9. Systemy jednofotonowe – zasada działania, sposoby generacji pojedynczego fotonu oraz możliwe zastosowania, wstęp do optyki kwantowej.10. Lasery jednofotonowe, Generacja stanów splątanych, teleportacja, możliwe zastosowania w kryptografii.11. Efekty generacyjne wykorzystujące zjawiska nieliniowe. Generacja drugiej i wyższych harmonicznych. Wymuszone rozpraszanie Ramana. Generacja superkontinuum.12. Pułapkowanie optyczne - omówienie fizycznej podstawy działania, możliwe zastosowania.13. Lasery wielkiej mocy, lasery na swobodnych elektronach.

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących we współczesnych elementach i układach fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę o obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PMINS
Nazwa przedmiotu	Przyrządy mikro i nanoelektroniki we współczesnych systemach elektroniki wbudowanej
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Główną ideą realizowaną w ramach przedmiotu jest przekazanie wiedzy studentom o układowych aspektach wykorzystania przyrządów i elementów mikro- i nanoelektronicznych we współczesnych systemach elektroniki wbudowanej. Nacisk położony jest w głównej mierze na praktyczne problemy związane z projektowaniem analogowo-cyfrowych systemów wbudowanych w oparciu o takie elementy półprzewodnikowe jak: diody (p n, Schottky'ego, Zenera, Esakiego, transil, trisil), tranzystory (MOSFET, bipolarne, IGBT, HEMT, TFET), tyrystory, triaki, diaki, dynistory, termistory NTC oraz PTC, warystory, fotodiody, fotorezystory, fototranzystory, optotriaki, a także inne o bardziej złożonej budowie, np. mikromechaniczne (MEMS) czujniki: przyspieszenia, obrotu, pochyłu, ciśnienia, gazów itd., itp.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

- **(6 godz.)** Wstęp.
Przypomnienie wiadomości z zakresu fizyki półprzewodników. Omówienie właściwości oraz charakterystyk (statycznych, małosygnałowych oraz czasowych) podstawowych przyrządów półprzewodnikowych takich jak: diody (p-n, Schottky'ego, Zenera, tunelowe), kondensatory MIS, tranzystory bibolarnie oraz MISFET, tranzystory heterozłączone oraz IGBT.
- **(2 godz.)** Systemy wbudowane – klasyfikacja.
Omówienie pojęć: urządzenie elektroniki wbudowanej, systemy mieszane analogowo-cyfrowe, wbudowane przetwarzanie, techniki mikroprocesorowe, IoT, era post-PC.
- **(4 godz.)** Układy zasilania urządzeń elektroniki wbudowanej.
Ochrona przepięciowa – omówienie sposobu wykorzystania elementów półprzewodnikowych typu: transil, trisil, warystor, termistor NTC oraz PTC w zabezpieczających obwodach zasilania układów elektroniki wbudowanej – charakterystyki oraz aplikacje. Przybliżenie pojęć i aspektów związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną urządzeń elektroniki wbudowanej (deklaracja zgodności CE).
- **(4 godz.)** Układy korekcji współczynnika mocy.
Elementy półprzewodnikowe w układach korekcji współczynnika mocy (PF). Omówienie aktywnych oraz pasywnych półprzewodnikowych układów korekcji współczynnika mocy w zasilanych sieciowo urządzeniach elektroniki wbudowanej.
- **(2 godz.)** Podstawowe funkcje toru kondycjonowania – przypomnienie.
Ochrona przeciwzakłócenieniowa; izolacja galwaniczna; wzmacnianie; tłumienie; filtracja; linearyzacja sprzętowa i programowa; kalibracja i autokalibracja; adaptacja, itp.
- **(4 godz.)** Półprzewodnikowe układy/przyrządy pomiarowe – przegląd.
Pomiary naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu w tym układy mostkowe, pomiary temperatury i wilgotności, pomiary natężenia oświetlenia w zakresie niezzerowej czułości widmowej ludzkiego oka oraz w zakresach IR i UV, fotodiody, ogniwo PV, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury.
- **(4 godz.)** Półprzewodnikowe obwody kluczujące.
Omówienie podstawowych problemów związanych z projektowaniem i optymalizacją obwodów kluczujących opartych na tranzystorach bipolarnych, unipolarnych, IGBT oraz HEMT.
- **(4 godz.)** Źródła i mechanizmy generacji szumów w przyrządach półprzewodnikowych.
Szumy termiczne i śrutowe, niskoczęstotliwościowe 1/f, szum RTS. Modele i schematy zastępcze źródeł szumów.
-

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu wykorzystania przyrządów półprzewodnikowych różnego rodzaju w poszczególnych blokach ogólnie pojętych systemów elektroniki wbudowanej. Każdy dwuosobowy zespół otrzyma do opracowania jeden projekt. Tematyka projektu będzie ustalana z każdym zespołem - mile widziane będą własne propozycje studentów.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu: - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do zakresu systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych, mikro i nanosystemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: - modelowanie, analiza i projektowanie projektu obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne z zakresu: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PV
Nazwa przedmiotu	Fotowoltaika
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kształcenie studentów w zakresie funkcjonowania systemów oraz zasady działania, konstrukcji i technologii elementów fotowoltaicznych generujących energię elektryczną i stanowiących istotną część współczesnych systemów pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	16.00 h
Projekt	6.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt Studenci zaprojektują prosty system fotowoltaiczny i przeprowadzą symulację jego działania używając wybranej z dedykowanych do tego celu popularnych aplikacji, np. PVsyst. Użyta aplikacja będzie narzędziem umożliwiającym modelowanie i symulację pracy systemów fotowoltaicznych zarówno podłączonych do sieci energetycznej (on-grid) jak i autonomicznych (stand alone). Student otrzymuje indywidualne zadanie, w ramach którego projektuje system pod kątem maksymalizacji uzyskanej energii zgodnie z otrzymanymi wytycznymi (np. system on-grid, dach dwuspadowy o kącie 60 stopni i wymiarach 2x(10x4m), Kraków, itp). Następnie przeprowadza szereg symulacji przy zmianie określonych parametrów i porównuje otrzymane wyniki.
---------	--

Część I

Laboratorium

Laboratorium W trakcie laboratoriów studenci mają możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają i kluczowe etapy technologii elementów fotowoltaicznych, a także zbadają wykonane przyrządy i określą ich parametry. Uzyskają także wiedzę z zakresu projektowania systemów fotowoltaicznych oraz ich weryfikacji.

1. Technologia wykonania systemu opartego na ogniwach fotowoltaicznych barwnikowych. Badania i pomiary wykonanego systemu ogniw w układzie zasilającym drobne elementy elektroniczne np. diody LED.
2. Konstrukcja małego system fotowoltaicznego. Testy systemu wraz z analizą możliwości poprawy sprawności.
3. Pomiar charakterystyk i wyznaczenie istotnych parametrów ogniw fotowoltaicznych (wykonanych z różnych materiałów) w standardowych warunkach testowych. Badanie wpływu natężenia promieniowania i temperatury otoczenia na te parametry.
4. Rzeczywiste elementy systemów fotowoltaicznych oraz metody monitorowania ich parametrów pracy. Analiza parametrów pracy wybranych systemów fotowoltaicznych (w tym: performance ratio, sprawność, źródła strat, uzyski energii).

Treść kształcenia Przedmiot składa się z 30 godzin wykładów w wymiarze 2 godziny tygodniowo, projektu (4 godz.) oraz 4 zajęć laboratoryjnych (4 godziny każde) realizowanych w drugiej części semestru. Po wstępie dotyczącym podstawowych zagadnień z zakresu fotowoltaiki, omówione zostaną elementy niezbędne do prawidłowej pracy systemów fotowoltaicznych. Przedstawione zostaną mechanizmy działania różnych typów ogniw fotowoltaicznych oraz typowe konstrukcje, materiały i technologie stosowane do ich produkcji. Jednym z ważniejszych poruszanych zagadnień będzie określenie podstawowych zasad konfiguracji systemu pod względem optymalnej produkcji energii przez taki system. Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie na podstawie oceny z kolokwium wykładowego oraz wyników uzyskanych z projektu i zajęć laboratoryjnych.

Opis wykładu Wykłady poświęcone są poznaniu: fizycznych zjawisk wykorzystywanych w realizacji elementów fotowoltaicznych, technologii stosowanych do ich wytwarzania oraz podstawowych konstrukcji systemów fotowoltaicznych. Zakres tematyczny wykładu obejmuje zagadnienia:

1. Fotowoltaika - wiadomości ogólne. Problemy rozwoju zrównoważonego: zużycie energii a środowisko i rozwój gospodarczy; konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną; podstawy fizyczne działania ogniw fotowoltaicznych i ich parametry. Zastosowania i perspektywy rozwoju fotowoltaiki.
2. Promieniowanie słoneczne - podstawowe pojęcia. Wpływ atmosfery ziemskiej na parametry promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, promieniowanie bezpośrednie, rozproszone, całkowite, Airmass (AM), itp.; zasoby słoneczne w Polsce i na świecie; sposoby wykorzystania energii słonecznej w Polsce i na świecie.
3. Mechanizmy absorpcji promieniowania w półprzewodniku. Rozkład nośników ładunku; czas życia nośników mniejszościowych; rekombinacja nośników: objętościowa i powierzchniowa.
4. Ogniwa fotowoltaiczne. Konstrukcja ogniwa; zasada działania ogniwa; absorpcja światła i generacja prądu; charakterystyki prądowo-napięciowe; parametry ogniwa: współczynnik wypełnienia, sprawność, itp.; układ zastępczy, zależność od promieniowania i temperatury; sprawność idealnego ogniwa słonecznego.
5. Materiały stosowane do budowy ogniw fotowoltaicznych. Właściwości krzemu, GaAs, CdTe, CIGS; krzemowe ogniwa monokrystaliczne i multikrystaliczne; ogniwa z GaAs i jego związków; ogniwa cienkowarstwowe: Si amorficzny, CIGS, CdTe. Technologie ogniw fotowoltaicznych; otrzymywanie krzemu mono- i polikrystalicznego, otrzymywanie cienkich warstw: Si amorficzny i mikro-krystaliczny, CIGS, CdTe; otrzymywanie ogniw z półprzewodnikowych materiałów złożonych. Nowe materiały: ogniwa organiczne, nanokrystaliczne, DSC (dye-sensitized cells).
6. Moduły fotowoltaiczne. Hermetyzacja modułów, analiza sprawności modułów i odporność na częściowe zacienienie w zależności od technologii, recykling.

Część I

	<p>7. Systemy fotowoltaiczne - generalne koncepcje. Różne konfiguracje systemów fotowoltaicznych (systemy wolnostojące, systemy dołączone do sieci, elektronika powszechnego użytku, zastosowania kosmiczne), przykładowe systemy fotowoltaiczne i ich zastosowania.</p> <p>8. Akumulatory i kontrolery. Budowa akumulatora, reakcje zachodzące w akumulatorze podczas ładowania i rozładowywania, rodzaje akumulatorów stosowanych w PV (kwasowo-ołowiowe, NiCd, NiFe, niklowo-metalowo-wodorkowe NiMH, litowopolimerowe i inne), warunki pracy akumulatorów stosowanych w fotowoltaice, koszty i czas życia akumulatorów PV, Budowa i rodzaje kontrolerów, zadania kontrolera w systemie PV, aktywne systemy zarządzania energią.</p> <p>9. Falowniki. Budowa falowników PV (falowniki tyrystorowe, falowniki tranzystorowe), wymagania techniczne stawiane falownikom, rodzaje pracy falowników w systemach PV (falownik centralny, falownik podporządkowany, falownik szeregowy), monitorowanie systemu przez falownik.</p> <p>10. Produkcja energii przez system PV. Wpływ natężenia promieniowania, zacienienia, orientacji systemu oraz kąta nachylenia płaszczyzny modułów na produkcję energii przez system, wpływ jakości elementów systemu na jego pracę, wpływ połączeń modułów na sprawność systemu, analiza kosztów i czasu zwrotu energii.</p> <p>11. Rozproszona generacja energii elektrycznej i systemy hybrydowe. Systemy hybrydowe, konfiguracje fotowoltaicznych systemów hybrydowych z turbiną wiatrową generatorem spalinowym lub ogniowym paliwowym. Produkcja energii elektrycznej w rozproszeniu - celowość budowy systemów hybrydowych i trendy światowe.</p> <p>12. Integracja fotowoltaiki z budownictwem. Możliwości integracji fotowoltaiki z istniejącymi budynkami, integracja fotowoltaiki z budynkami w fazie projektowej, rodzaje modułów stosowanych w budownictwie (szkło półtransparentne, dachówki, markizy, itp.), przykłady współczesnych rozwiązań integracji PV z budownictwem.</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu fotowoltaiki oraz projektowania systemów fotowoltaicznych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie analizy złożonych systemów fotowoltaicznych oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie lub analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-TASM
Nazwa przedmiotu	Tory analogowe systemów mikroprocesorowych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Wykład przeznaczony jest dla konstruktorów systemów wbudowanych (embedded systems), czyli systemów elektronicznych, które, w ogólności, pobierają informacje z otaczającego świata w postaci sygnałów analogowych, przetwarzają je w dziedzinie cyfrowej oraz wytwarzają/ dostarczają informacje wyjściowe. Celem wykładu jest zapoznanie studentów ze sposobami przetwarzania przez system elektroniki wbudowanej informacji ze „świata analogowego”. Sprowadza się to do przetwarzania sygnałów analogowych, poczynając od ich wczytania z czujników wielkości fizyko-chemicznych, a kończąc na przesłaniu ich cyfrowej reprezentacji do cyfrowego systemu przetwarzającego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu kondycjonowania sygnałów i/lub akwizycji danych. Każdy dwuosobowy zespół otrzyma do opracowania jeden projekt. Tematyka projektu będzie ustalana z każdym zespołem - mile widziane będą własne propozycje studentów.
---------	---

Wykład: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

- **(2 godz.)** Wstęp. Sygnały – analogowe i „cyfrowe” - podstawowe właściwości; potrzeba, metody i techniki przetwarzania; analogowe czy cyfrowe?; struktura typowego systemu wbudowanego; trójportowość elektroniki (zakłócenia i szумы); rodzaje mezurandów, czujników i wielkości (sygnałów) wyjściowych; pojęcie lokalności czujnika; wyzwania – układy precyzyjne, szybkie, zasilane pojedynczym, niskim napięciem i pobierające małą moc; przykłady.
- **(2 godz.)** Podstawowe właściwości przetwarzania analogowo-cyfrowego. Wymagania; zniekształcenia, szумы i błędy; aliasing – czy zawsze należy ograniczyć pasmo analogowo? filtr ochronny (problemy: opóźnienie, zniekształcenia amplitudowe i fazowe; rozwiązanie – nadpróbkowanie (decymacja), przetworniki \odot -).
- **(2 godz.)** Szумы i zakłócenia. Źródła szumów, zniekształceń i zakłóceń - niedostateczna filtracja zasilania, niedostateczne odsprężnienie zasilania analogowego i cyfrowego, szumiące elementy toru standaryzacji, szумы kwantyzacji, zegar próbkowania, sprzężenie wyjście-wejście, itd.; budżet szumowy toru - maksymalizacja stosunku sygnał/szum (optymalizacja szumowa toru kondycjonowania).
- **(2 godz.)** Podstawowe funkcje toru kondycjonowania. Ochrona przepięciowa i przeciwzakłóceniowa; izolacja; wzmacnianie; tłumienie; filtracja; linearyzacja sprzętowa i programowa; kalibracja i autokalibracja; adaptacja, itp.
- **(4 godz.)** Kondycjonowanie sygnałów - wzmacniacze. Podstawowe właściwości precyzyjnych wzmacniaczy operacyjnych; błędy statyczne i dynamiczne wzmacniaczy; podstawowe układy pracy wzmacniaczy operacyjnych; szумы; układy z pojedynczym zasilaniem – problemy i rozwiązania; wzmacniacze różnicowe i instrumentalne; regulacja wzmocnienia; wzmacniacze z przetwarzaniem; wzmacniacze izolujące; wybór właściwego wzmacniacza do danego zastosowania.
- **(2 godz.)** Akwizycja danych – przetworniki A/D. Rodzaje przetworników A/D; podstawowe właściwości przetworników A/D; możliwości poprawy rozdzielczości; sterowanie; próbkowanie; ADC z aproksymacją sukcesywną (SAR); systemy akwizycji danych na chipie – mikrokontrolery z kompletnymi torami kondycjonowania i akwizycji; przetwarzanie wspomagane cyfrowo – zamiana niedoskonałości w szum; przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta – zalety i ograniczenia; niskoczęstotliwościowe przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta o wysokiej rozdzielczości; nowoczesne, szybkie przetworniki Sigma-Delta; wybór właściwego przetwornika do danego zastosowania.

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • (4 godz.) Wybrane zagadnienia konstrukcji torów kondycjonowania i akwizycji. Napięcia odniesienia i zasilacze niskoszumne; multipleksery – przesłuchy (stany przejściowe – wstrzykiwanie ładunku, szpilki napięciowe, przesłuch pojemnościowy); pasożytnicze stałe czasowe; sterowanie przetworników; wielokanałowość – próbkowanie synchroniczne; zasilanie czujników; zegar próbkowania – wymagania; jitter, problemy i sposoby zmniejszania; właściwości elementów biernych (rezystory – dobór, tolerancja, pasożyty, wpływ temperatury, napięcia i czasu, termosem, szумы; kondensatory – absorpcja dielektryczna, straty, pasożyty, tolerancja, wpływ temperatury i czasu); regulacja wzmocnienia – potencjometry cyfrowe; zasilanie bateryjne – sposoby oszczędzania i pozyskiwania energii (przykład – monitorowanie ciśnienia w oponach). • (6 godz.) Przykładowe rozwiązania układów kondycjonowania. Układy mostkowe – konfiguracje mostków, linearyzacja i wzmocnianie sygnałów z mostków, zasilanie mostków; układy pomiaru naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu; czujniki wysokoimpedancyjne - przedwzmacniacze fotodiod, kompensacja szybkich przetworników I/U fotodiod, wysokoimpedancyjne czujniki ładunkowe, pomiary elektrochemiczne; pomiary temperatury - termopary i kompensacja zimnego końca, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury. • (6 godz.) Techniki projektowania sprzętu. Błędy rezystancji i termosemów w systemach o dużej dokładności; integralność sygnałów – linie długie – terminowanie; efekt naskórkowości i odległości; promieniowanie; uziemianie w systemach z mieszanymi sygnałami – szумы „masy” i podział mas; redukcja szumów zasilania i filtracja; zapobieganie prostowaniu RFI; „żelazne” reguły projektowania.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu: - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do zakresu systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych, mikro i nanosystemów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: modelowanie, analiza i projektowanie projektu obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne z zakresu - systemy mikroprocesorowe i wbudowane - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-UMFO
Nazwa przedmiotu	Uczenie maszynowe w fotonice obrazowej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy ze współczesnymi metodami przetwarzania i analizy obrazów w ujęciu systemów wizyjnych dla potrzeb IoT. Przedmiot zawiera, dyskusję podstawowych i zaawansowanych metod przetwarzania i analizy obrazu. W ramach przedmiotu słuchacz zostanie zaznajomiony z metodami przetwarzania i analizy obrazów statycznych, zmiennych w czasie, wielospektralnych. Kolejny dział ma na celu przedstawienie architektur głębokiego uczenia oraz nauczenie sposobu trenowania oraz ewaluacji istniejących i własnych sieci neuronowych do rozpoznawania obrazów. Celem przedmiotu jest również pokazanie skuteczności wprowadzonych metod w rozwiązywaniu praktycznych problemów automatycznego rozpoznawania. W ramach przedmiotu przedstawione zostaną metodyki projektowania i ewaluacji wizyjnych systemów IoT.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	25.00 h
Wykład	20.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Celem projektu jest opracowanie kompletnego wizyjnego systemu IoT bazującego na metodach analizy obrazów rozwiązującego konkretne zadanie. System powinien zawierać moduły:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pozyskiwania danych obrazowych 2. przetwarzania obrazów 3. analiza obrazów <p>W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są cztery spotkania ewaluacyjne mające na celu wspólną ocenę osiągniętych kamieni milowych projektu.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza przedstawionego problemu i zaproponowanie rozwiązań, 2. Przygotowanie danych obrazowych i/lub budowa układu wizyjnego IoT, 3. Implementację systemu realizującego główne wymagania techniczne projektu, 4. Przeprowadzenie eksperymentu umożliwiającego testowanie opracowanego rozwiązania.
Wykład	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie w problematykę przedmiotu. Definicje podstawowych pojęć. Rozwój metod analizy i przetwarzania obrazu. • Przegląd metod przetwarzania obrazu metodami klasycznymi: poprawa jakości obrazu, segmentacja, wyodrębnianie cech charakterystycznych obrazu, filtracja obrazu transformacje Hougha. • Przegląd metod klasyfikacji i rozpoznawania obiektów: klasyfikator Baysa, k-NN, SVM. • Wprowadzenie do metod analizy ruchu: przepływ optyczny, metody śledzenia wielu obiektów, metody modelowania tła. • Kalibracja układu kamer. Podstawy przetwarzania obrazów trójwymiarowych • Wprowadzenie do sieci neuronowych. • Klasyfikacja obrazów, funkcje strat, optymalizacja. Trenowanie sieci neuronowych. Sprzęt oraz oprogramowanie. Konwolucyjne sieci neuronowe i przykładowe architektury. • Detekcja obiektów i analiza wideo. Rekurencyjne sieci neuronowe. • Modele generatywne.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie technologii obraz
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami zaliczeniowy z zakresu technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Część I	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski dla potrzeb technologii obrazu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-WPIUM
Nazwa przedmiotu	Współczesne przyrządy i układy mocy
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi nowoczesnych rozwiązań energoelektronicznych od strony zasady działania i specyfiki półprzewodnikowych przyrządów mocy oraz z praktycznymi aspektami i problemami aplikacyjnymi związanymi z tego typu przyrządami. Przedmiot ma umożliwić studentom Strona 273 z 297 świadomy dobór odpowiednich elementów do aplikacji energoelektronicznych z uwzględnieniem nowoczesnych trendów rozwojowych oraz rozwinąć w słuchaczach umiejętność świadomej pracy z nowoczesnymi układami energoelektronicznymi.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład:

Wykład podzielony jest na trzy części tematyczne. Każda z nich jest realizowana w trakcie kilku spotkań wykładowych:

1. Wstęp i zagadnienia podstawowe:

W tej części tematycznej omówione zostaną podstawowe techniki realizacji układów energoelektronicznych i problemy z nimi związane obejmujące m.in. sposób działania układów przełączających, wymagania stawiane idealnym łącznikom, działanie podstawowych elementów układów przełączających np. prostownika i mostka H przy różnego rodzaju obciążeniach: rezystancyjnym i indukcyjnym .

Pokazane zostaną wymagania dotyczące przyrządów pracujących w takich układach i sposoby realizacji elementów kluczujących za pomocą przyrządów półprzewodnikowych. Wskazane zostaną problemy związane z przekształcaniem dużej mocy za pomocą tego typu przyrządów (np. wpływ temperatury, materiału półprzewodnikowego, konstrukcji i technologii wykonania). Omówione zostaną zagadnienia związane z praktycznym wykorzystaniem przyrządów półprzewodnikowych w zakresie przetwarzania dużej mocy we współczesnej energoelektronice.

2. Właściwości współczesnych przyrządów półprzewodnikowych mocy i ich zastosowanie w energoelektronice

Druga część wykładowa poświęcona będzie omówieniu właściwości poszczególnych stosowanych współcześnie na szeroką skalę rodzajów przyrządów półprzewodnikowych.

Studenci zapoznani zostaną z fizyką działania poszczególnych przyrządów półprzewodnikowych, ze szczególnym uwzględnieniem właściwości materiałowych (Si, SiC, GaN), elementów konstrukcyjnych i technologicznych typowych dla przyrządów mocy. Omówiony zostanie wpływ tych elementów na właściwości użytkowe gotowych przyrządów wyrażone za pomocą m.in. teorio-obwodowego modelu zastępczego. Następnie wskazane zostaną typowe aplikacje układowe danego przyrządu mocy w energoelektronice wraz z praktycznymi problemami z nimi związanymi. Studenci zaznajomieni zostaną z wpływem fizyki działania przyrządu, właściwości konstrukcyjnych i technologicznych na pracę omawianych układów energoelektronicznych. Przedstawione zostaną również trendy rozwojowe dziedziny.

Przewiduje się omówienie następujących kategorii przyrządów półprzewodnikowych:

3. Diody mocy – w tym diody o różnych konstrukcjach: Schottkyego, diody złączowe, pin.
4. Tyrystory
5. Tranzystory MOS – w tym tranzystory o różnych konstrukcjach np. strukturze lateralnej i pionowej oraz energoelektroniczne moduły tranzystorowe
6. Tranzystory IGBT – w tym konstrukcje punch-through oraz non-punch-through
7. Tranzystory heterozłączowe (HEMT) – w tym tranzystory normalnie wyłączone i układ kaskodowy MOSFET-HEMT.

Część I

	<p>8. Niezawodność przyrządów mocy W tej części wykładowej zostaną omówione zagadnienia niezawodności przyrządów półprzewodnikowych - zjawiska fizyczne prowadzące do najczęściej spotykanych uszkodzeń, sposoby zabezpieczania przyrządów półprzewodnikowych przed niepożądanymi zjawiskami na poziomie technologiczno-produkcyjnym oraz na poziomie układowym.</p>
Laboratorium	<p>Laboratoria: Laboratoria będą realizowane jednocześnie z wykładem, będą miały charakter mieszany symulacyjno-pomiarowy i dotyczyć będą przyrządów i zagadnień aplikacyjnych omawianych na wykładzie. W pierwszej części laboratoriów studenci zapoznają się z właściwościami omawianych przyrządów mocy (diody, tranzystory) oraz podstawowymi problemami praktycznymi występującymi w zagadnieniach energoelektroniki. W późniejszej części studenci będą badać właściwości konkretnych przyrządów mocy w typowych zastosowaniach poprzez wykonanie pomiarów charakterystyk samych przyrządów oraz pomiarów podstawowych układów energoelektronicznych zbudowanych z wykorzystaniem tych przyrządów w różnych warunkach pracy typowych dla szeroko stosowanych układów energoelektronicznych.</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Rozumie fizykę działania półprzewodnikowych przyrządów mocy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Rozumie wpływ parametrów materiałowo- konstrukcyjnych na działanie przyrządu, parametry modelu zastępczego i działanie układu energoelektronicznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Rozumie problemy niezawodności przyrządów mocy i układów energoelektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi przeprowadzić pomiary Laboratorium Sprawozdanie właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować ich wyniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przeprowadzić symulacje właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować laboratoryjne ich wyniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posługiwać się zdobytą wiedzą w celu dobrania odpowiednich elementów do wybranych układów energoelektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ZEUS
Nazwa przedmiotu	Elektronika o zerowym poborze energii dla układów samozasilających IOT
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Wprowadzenie studentów w nowy obszar tak zwanej elektroniki „zero-power”. Koncepcja ta jest wynikiem znacznej redukcji poboru mocy przez zaawansowane technologie CMOS, umożliwiające ich zasilanie za pomocą energii zbieranej z otoczenia tzw. „energy harvesting”. Ma to szczególne znaczenie dla rozwoju systemów Internetu Rzeczy (IOT) gdyż sensory IOT występują w tak wielkiej liczbie (tryliony sztuk) iż zasilanie bateryjne staje się niepraktyczne.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład: Wykład składał się będzie z dwóch części. W pierwszej omówimy problematykę pracy samo-zasilających się sieci węzłów IoT. Wskażemy na zmianę paradygmatu pracy sieci IoT w stosunku do innych urządzeń elektronicznych (tzw. zmiana z paradygmatu Watta na paradygmat Joule'a). Przeanalizujemy schemat pracy węzła IoT. Następnie przedstawimy nowoczesne rozwiązania, które najsukuteczniej przyczyniają się do zmniejszenia zapotrzebowania technologii CMOS na energię. Przeanalizujemy takie rozwiązania materiałowe jak: dielektryki HK (o wysokiej stałej dielektrycznej), naprężony krzem, krzemo-german, a także rozwiązania ingerujące w architekturę tranzystora (mowa o architekturach Bulk, FDSOI, FinFET, nano-druty), jak również rozwiązania układowe i systemowe (mowa tu o sleep-mode transistor, burst-mode, back-bias i forward-bias). Na zakończenie części pierwszej wykładu porównamy skuteczność przedstawionych rozwiązań i wybierzemy najlepszych kandydatów.

W drugiej części wykładu przeanalizujemy dostępne w otoczeniu źródła energii, które nadają się do zasilania sieci IoT. Przedstawimy zjawiska fizyczne i metody służące do pozyskiwania energii z tych źródeł. Przeanalizujemy ogniwa fotowoltaiczne służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii światła, zwracając uwagę na ich sprawność i metody jej poprawy, a także na ograniczenia fundamentalne. Następnie przedstawimy termo-generatory oparte na zjawisku Seebecka, służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii cieplnej, zwracając uwagę na ich optymalizację pod względem doboru materiału i architektury. Następną kategorią będą generatory wibracyjne, służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii mechanicznej (wibracje). W odniesieniu do ostatniego punktu, przeanalizujemy transducery piezoelektryczne, elektrostatyczne i elektromagnetyczne. W końcu pokażemy nowe niekonwencjonalne metody harvestingu które pojawiają się w literaturze.

Część I

Laboratorium	Laboratoria: Przewidujemy trzy doświadczenia laboratoryjne. Każde z nich powinno być wykonane w dwóch sesjach po 2 godziny (tj. dwa laboratoria po 2 godziny przez dwa kolejne tygodnie). 1. Pierwsze doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej ze światła. Studenci otrzymają paski ogniw fotowoltaicznych. Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie prądu ogniwa w funkcji intensywności światła (przez zmianę kąta ekspozycji). Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii. 2. Drugie doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej z energii cieplnej. Studenci otrzymają generatory Seebecka. Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie napięcia i prądu generatora w funkcji czasu i temperatury. Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii. 3. Trzecie doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej z energii mechanicznej. Studenci otrzymają paski piezoelektryka i regulowane generatory wibracyjne (częstość i amplituda). Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie impulsów napięcia na wyjściu piezoelektryka umocowanego na wibratorze w funkcji częstości i amplitudy wibracji. Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii.
Projekt	Projekt: Zaprojektowanie i wykonanie układu mającego istotne znaczenie w zastosowaniu do sieci samo-zasilających się i komunikujących sensorów IoT

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu nanoelektronika lub fotonika zintegrowana

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich: - integrować wiedzę obszaru - mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ZUKO
Nazwa przedmiotu	Zintegrowane układy do komunikacji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom podstaw na temat projektowania układów nadawczo-odbiorczych do komunikacji radiowej w realizacji scalonej (RFIC – ang. Radio-Frequency Integrated Circuit). Studenci zostaną zapoznani z zasadami działania i realizacją scalonych układów CMOS/BiCMOS i systemów elektronicznych charakteryzujących się specjalnymi wymaganiami, takimi jak mały pobór mocy, małe szумы, małe zniekształcenia nieliniowe, duża sprawność. Tego typu układy i systemy są stosowanych we współczesnych bezprzewodowych systemach komunikacyjnych, systemach przenośnych typu GPS, GSM, LTE, Bluetooth it
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wstęp: (1h): Zapoznanie się ze środowiskami i narzędziami CAD.• Część 1 (11h): Projekt i symulacja wzmacniacza niskoszumnego LNA, symulacja elektryczna (DC, SP, PSS, PAC, PSP), symulacja statystyczna oraz skrajnych rozrzutów procesu.• Część 2 (12h): Projekt topografii zaprojektowanego układu LNA, jego weryfikacja oraz ekstrakcja topografii z elementami pasożytniczymi. Ocena wyniku projektu po wykonaniu topografii masek produkcyjnych.• Część 3 (6h): Symulacja przykładowego mieszacza RF, symulacja elektryczna (DC, SP, PSS, PAC, PXF, QPSS, PSP, Pnoise, QPAC), symulacja statystyczna.
Wykład	<p>Treści przedstawiane na wykładzie będą obrazowane zadaniami do samodzielnego wykonania podczas laboratorium w praktycznej aranżacji stosowanej w przemyśle oraz praktyce inżynierskiej. Laboratorium będzie prowadzone przy wykorzystaniu profesjonalnego oprogramowania firm Cadence, Mentor Graphics i Keysight dostępne w laboratoriach Zakładu Metod Projektowania w Mikroelektronice IMiO. Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Bezprzewodowe systemy komunikacyjne: parametry i właściwości systemów RF. Parametry RF (macierz rozproszenia S), wzmocnienie, szумы, nieliniowość, wrażliwość. Przyrządy aktywne RF, modele, FT, fmax, ograniczenia pasmowe. Wybór technologii, CMOS/ BiCMOS, SiGe, FD-SOI. Elementy pasywne.2. Topografia elementów i układów analogowych RF: topografia scalonych rezystorów, kondensatorów i cewek. Topografia tranzystorów.3. Modelowanie scalonych elementów biernych i czynnych: modele rezystorów, kondensatorów i cewek planarnych. Modele małosygnałowe, wielkosygnałowe i szumowe tranzystorów.4. Pasmowe wzmacniacze małoszumne (LNA): zasady realizacji i architektury. Parametry, szумы, zakres dynamiczny, zniekształcenia nieliniowe.5. Mieszacze: zasady działania i realizacji. Mieszacze pasywne i aktywne. Szумы 1/f tranzystorów, szумы wzmacniacza pośredniej częstotliwości, zniekształcenia intermodulacyjne i zakres dynamiczny.6. Wzmacniacze mocy RF: sprawność, liniowość, odporność na przeciążenia. Zasady realizacji wzmacniaczy w różnych architekturach. Zakres dynamiczny i zasady linearyzacji.7. Oscylatory: wymagania, częstotliwość i przestrajanie, liniowość przestrajania, szумы fazowe, zniekształcenia harmoniczne, zrównoważenie I/Q. Oscylatory RC, zasady działania i różne architektury. Oscylatory LC, zasady działania. Właściwości.8. Syntezy częstotliwości: zasada działania. Architektura układu z pętlą fazową. Wymagania, zakres przestrajania, minimalny krok przestrajania, sygnały pasożytnicze, szумы fazy. Bloki PLL, VCO/DCO, dzielnik częstotliwości, detektor częstotliwości, pasywne i aktywne filtry w PLL. Programowalne dzielniki częstotliwości.

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projektowania złożonych układów scalonych i komunikacją mikrofalową
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania złożonych układów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i złożonych układów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu analizy i projektowania złożonych systemów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-NAN
Nazwa przedmiotu	Nanotechnologie
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Materiały i nanotechnologie)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zaprezentowanie stanu obecnego i perspektyw rozwoju nanotechnologii oraz związanych z tym problemów i ograniczeń, szczególnie w kontekście realizacji struktur przetwarzających informację. Dyskutowane będą uwarunkowania fizyczne i technologiczne procesów umożliwiających wytwarzanie i obróbkę materiałów, struktur, przyrządów i układów w skali nanometrowej, tj. specyfika środowisk "clean-room", próżni oraz plazmy. Omówione zostaną również klasyczne (wraz z modyfikacjami) i alternatywne metody wytwarzania nanostruktur niskowymiarowych. W ramach projektu studenci będą pogłębiać swoją wiedzę przygotowując krótkie prezentacje dotyczące szeroko pojmowanych nanotechnologii.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	Zakres projektu W trakcie zajęć projektowych studenci przygotowywać będą krótkie (~15 min.) referaty na zadane bądź samodzielnie zaproponowane, leżące w obszarze ich zainteresowań tematy, dotyczące szeroko rozumianych nanotechnologii, nanoinżynierii nanomateriałów i nanostruktur.
---------	--

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie (1h) • Definicje nanotechnologii oraz wybranych dziedzin przez nie realizowanych (nanoelektroniki, elektroniki molekularnej, spintroniki i nanobiotechnologii). Dwie filozofie realizacji nanostruktur: "top-down" i "bottom-up". • Stan obecny oraz perspektywy rozwoju nanotechnologii (1h) • Rys historyczny, przykłady już istniejących i przewidywanych zastosowań; główne trendy rozwojowe. Uwarunkowania ekonomiczno-społeczne. • Problemy i ograniczenia związane z redukcją rozmiarów struktur elektronicznych a przetwarzanie informacji (2h) • Ograniczenia klasyczne (technologiczno-konstrukcyjne) oraz fundamentalne (ziarnistość materii, termodynamika, efekty mezoskopowe i kwantowe, fundamentalne oddziaływania w przyrodzie). • Środowisko clean-room i środowisko próżni w technologiach elektronicznych i nanotechnologiach (5h) • Definicje, parametry i wielkości podstawowe. Elementy kinetycznej teorii gazów. Sposoby wytwarzania próżni i próżniomierze - klasyfikacja urządzeń, zasada działania oraz podstawowe parametry. • Środowisko plazmy w technologiach wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i kształtowaniu nanoobszarów (5h) • Stany skupienia materii. Plazma - definicje, parametry, charakterystyczne zjawiska. Korzyści wynikające z zastosowań plazmy w nanotechnologiach. Wybrane procesy nano-technologiczne realizowane w środowisku plazmy (synteza i trawienie materiałów, płytka implantacja) i ich specyfika. • Technologie wytwarzania ultracienkich warstw (nanostruktury 1-wymiarowe) (5h) • Epitaksja - definicja, odmiany, specyfika. Wybrane zagadnienia związane ze wzrostem epitaksjalnym. Technologie fizycznego (PVD) a chemicznego (CVD) osadzania z fazy lotnej na przykładzie technik epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) i chemicznego osadzania z fazy lotnej przy użyciu związków metalo-organicznych MO CVD (oraz organo-metalicznych (OM CVD)), definicje, cechy charakterystyczne, specyfika, wybrane zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne, kontrolowanie i przebieg procesów, wybrane modyfikacje. Wady i zalety technik MBE i MO (oraz OM) CVD - porównanie. • Sposoby odwzorowywania kształtów w skali nanometrowej (nanostruktury 2 i 3-wymiarowe) (5h) • Idea, możliwości i ograniczenia. Problemy związane z redukcją rozmiarów przy użyciu układów projekcyjnych? maksymalna rozdzielczość, zjawisko dyfrakcji, kryteria Rayleigha i Abbego. Techniki litograficzne - fotolitografia klasyczna i jej modyfikacje: litografia z korekcją efektów bliskości (OPC), litografia z przesunięciem fazowym (PSM), litografia z wielokrotnym odwzorowaniem (MPL), litografia immersyjna. Fotolitografia w dalekim ultrafiolecie (EUV). Litografia elektronowa. •
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu materiałów i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i Wykład/projekt Kolokwiumnajistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-TSP
Nazwa przedmiotu	Techniki spektroskopowe
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Charakteryzacja i diagnostyka)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest poznanie najważniejszych metod badania i charakteryzacji materiałów i struktury elektronicznych i fonicznych, opartych na oddziaływaniu różnego typu promieniowania z materią.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Zakres laboratorium: W ramach ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się praktycznie ze sposobami przygotowania próbek, wykonaniem pomiaru oraz analizą wyników pomiarowych dla wybranych metod badań spektroskopowych: <ol style="list-style-type: none">1. Spektroskopia THz w dziedzinie czasu (TDS)2. Elipsometria3. Spektroskopia absorpcyjna/emisyjna UV-VIS-NIR.4. Spektroskopia FTIR i Ramana
--------------	--

Treść wykładu:

1. Promieniowanie elektromagnetyczne. Oscylatorowy model materii. Oddziaływanie promieniowania EM z materią, absorpcja, emisja spontaniczna i wymuszona, szerokość linii widmowej. Emisja i absorpcja oscylującego dipola, moment przejścia, reguły wyboru, siła oscylatora. Przejścia oscylacyjno – rotacyjne.
2. Definicja i rodzaje spektroskopii, widmo spektroskopowe. Spektroskopia w zakresie ultrafioletu, widzialnym i podczerwieni. Jednostki energetyczne i fotometryczne. Źródła światła i podstawy działania laserów. Lasery do zastosowań spektroskopowych.
3. Oprzyrządowanie, metody dyspersji światła - monochromatory i detektory, spektrometry i fluorometry, technika heterodynowa. Aparatura do rejestracji widm absorpcyjnych w podczerwieni, spektrometry podczerwieni, spektrometry z transformacją Fouriera. Podstawowe informacje o pracy z wysoką próżnią i niskimi temperaturami.
4. Spektroskopia transmisyjna/absorpcyjna, emisyjna i odbiciowa. Układy optyczne i aparatura i ich charakterystyka. Widma emisji i wzbudzenia.
5. Techniki impulsowe, zasada, rozdzielczość czasowa. Metody pikosekundowej i femtosekundowej spektroskopii rozdzielczej w czasie. Zliczanie fotonów z korelacją czasową (TCSPC), aparatura i przykłady zastosowań, widma rozdzielcze w czasie. Pomiar czasu życia stanów wzbudzonych - detekcja fazy i modulacji; porównanie z metodą TCSPC.
6. Spektroskopia nieliniowa, spektroskopia dwufotonowa i nasyceniowa, konwersja wzbudzenia, efekty kooperatywne. Spektroskopia mieszania czterech fal (4WM). Techniki typu wiązka pompująca-wiązka sondująca. (pump-probe), absorpcja przejściowa, femtosekundowy optyczny efekt Kerra.
7. Spektroskopia laserowa wysokiej rozdzielczości, technika zawężania linii widmowej (FLN) i wypalania dziur (hole burning).
8. Zastosowanie spektroskopii optycznej do charakteryzacji ośrodków laserów na ciele stałym i materiałów półprzewodnikowych. Zastosowanie spektroskopii w podczerwieni do charakteryzacji i określenia struktury molekuł.
9. Metoda osłabionego całkowitego wewnętrznego odbicia ATR (Attenuated Total Reflection) Reflekcyjno-absorpcyjna spektroskopia w podczerwieni RAIRS (IRRAS) Reflection-Absorption InfraRed Spectroscopy
10. Nieelastyczne rozpraszanie światła: podstawy fizyczne zjawiska nieelastycznego rozpraszania światła; spektroskopia Ramana jako narzędzie badań strukturalnych i metoda analizy chemicznej w nanoskali. Spektroskopia ramanowska w badaniach powierzchni, powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana (SERS)
11. Spektroskopia promieni X: techniki eksperymentalne, promieniowanie synchrotronowe i jego właściwości; lasery na swobodnych elektronach.
12. Struktura subtelna widm absorpcji jako źródło informacji o lokalnej strukturze atomowej i elektronowej materiałów (XANES, EXAFS), zastosowania w fizyce, chemii i inżynierii materiałowej.

Część I

	<p>13. Fluorescencja rentgenowska i jej zastosowania do analizy chemicznej.</p> <p>14. Spektrometria magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR): podstawy teoretyczne, aparatura; wykorzystanie widm NMR do ustalania budowy cząsteczek od małych cząsteczek do makromolekuł; spektrometria NMR w medycynie i innych dziedzinach wiedzy.</p> <p>15. Spektrometria paramagnetycznego rezonansu elektronowego (EPR): podstawy teoretyczne, aparatura; wykorzystanie widm EPR</p> <p>16. Spektrometria mas: podstawowe pojęcia spektrometrii mas; budowa spektrometru mas; wybrane metody analizy jonów i metody jonizacji; podstawy interpretacji widm masowych.</p> <p>17. Sensoryka luminescencyjna bezkontaktowy pomiar temperatury, ciśnienia, składu substancji z wykorzystaniem jonów ziem rzadkich</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z charakteryzacją i diagnostyką materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z obszarów mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanej specjalności, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-WLS
Nazwa przedmiotu	Wzmacniacze i lasery światłowodowe
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Głównym celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z aktualnym stanem wiedzy na temat aktywnych układów światłowodowych, zarówno od strony teoretycznej, jak i z punktu widzenia zastosowań w układach telekomunikacji i optoelektroniki zintegrowanej. Wykład zaznajamia studentów z nowoczesnym formalizmem opisu zjawisk oddziaływania fal elektromagnetycznych z ośrodkami liniowymi, nieliniowymi i wzmacniającymi, opartym na półklasycznej teorii promieniowania, rachunku operatorowym oraz metodami rozwiązywania nieliniowych równań Schrödingera. Omawiane zagadnienia stanowią rozszerzenie wiadomości z wybranych działów fizyki, szczególnie teorii pola elektromagnetycznego i optyki kwantowej. Materiał wykładu obejmuje analizę parametrów spektroskopowych ośrodków aktywnych, teorię propagacji promieniowania w światłowodowych strukturach aktywnych oraz zaawansowany teoretyczny opis parametrów wzmocnienia i generacji dla pracy impulsowej i CW, z odniesieniami do konkretnych zastosowań. Wykład bazuje na najnowszych doniesieniach z literatury światowej, jak również na wynikach prac własnych autorów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Indywidualny projekt obejmujący modelowanie podstawowych parametrów propagacyjnych, wzmacnieniowych i generacyjnych wybranych światłowodowych elementów czynnych i układów generacyjnych.
---------	--

Wykład	<p>Przedmiot składa się z części wykładowej, projektowej oraz laboratorium. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z każdej ww. części.</p> <p>Opis wykładu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp Zastosowanie światłowodów do transmisji sygnałów optycznych, uwarunkowania technologiczne i konstrukcyjne. Zastosowania aktywnych struktur światłowodowych - wzmacniacze i lasery. Przypomnienie zjawisk prowadzących do generacji promieniowania w strukturach aktywnych. Równania Maxwella. Przejście do równania falowego.2. Podstawy propagacji światła w światłowodach Opis propagacji światła w światłowodach włóknowych i planarnych o różnych profilach współczynnika załamania. Mody prowadzone, mody wypromieniowania, mody upływowe. Równanie dyspersyjne i metody jego rozwiązywania.3. Dielektryczne ośrodki czynne domieszkowane jonami ziem rzadkich Przejścia optyczne w jonach aktywatora w matrycy dielektrycznej. Podstawy spektroskopii optycznej lantanowców w szklach i kryształach. Zjawiska związane z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z jonami aktywnymi - procesy absorpcji, emisji spontanicznej i wymuszonej, bezpromienistego wygaszania fluorescencji, konwersji wzbudzenia.4. Pompowanie optyczne Zagadnienie pobudzania optycznego wzmacniaczy i laserów światłowodowych. Teoria sprzęgania układów włóknowych i planarnych ze źródłami pompującymi. Światłowody wielopłaszczyznowe, pompowanie płaszczowe. Realizacje źródeł pompujących.5. Teoria pracy wzmacniaczy włóknowych i planarnych Określenie wzmocnienia małosygnałowego w układach trzy- i cztero-poziomowych na podstawie równań bilansu. Zależność wzmocnienia od mocy pompującej oraz geometrii pompowania. Uwzględnienie efektu nasycenia wzmocnienia. Tłumiennosc oraz starty związane z procesami wielojonowymi i wielofotonowymi.6. Wzmacniacze światłowodowe Światłowodowe wzmacniacze telekomunikacyjne na pasmo 1.3 i 1.55 μm (pasma S, C, L). Materiały, technologia i właściwości optyczne. Pompy optyczne do wzmacniaczy telekomunikacyjnych. Charakterystyki wzmocnienia. Zagadnienie wzmocnionej emisji spontanicznej (ASE). Metody pomiarowe parametrów wzmacniaczy optycznych.7. Teoria generacji we włóknach optycznych i strukturach planarnych Trzy- i cztero-poziomowe układy pracy, warunki progowe i ponad progowe generacji, oddziaływanie modu pompującego i laserowego. Wpływ rezonatora na parametry generowanego promieniowania. Analiza mocy wyjściowej przy pomocy całki mocy.
--------	--

Część I

	<p>8. Lasery światłowodowe Lasery włóknowe wielkiej mocy - generacja promieniowania w laserze Yb3+. Lasery włóknowe na zakres widzialny, w tym lasery z konwersją wzbudzenia. Lasery włóknowe na zakres UV. Zastosowania.</p> <p>9. Rezonatory w laserach światłowodowych Podstawy teorii rezonatorów siatkowych. Dielektryczne lasery planarne oraz włóknowe z rozłożonym sprzężeniem zwrotnym (DFB) i z rozłożonym zwierciadłem braggowskim (DBR). Kształtowanie charakterystyk wzmacniacza przy pomocy struktur siatkowych. Siatki braggowskie jako filtry częstotliwościowe.</p> <p>10. Generacja krótkich impulsów Generacja krótkich impulsów optycznych w laserach światłowodowych. Przełączanie dobroci rezonatora i synchronizacja modów. Kompresja impulsów. Lasery w konfiguracji MOPA (master oscillator power amplifier).</p> <p>11. Mikrolasery Indukowany termicznie efekt światłowodowy w ośrodkach dielektrycznych. Mikrolasery. Zasada działania, materiały i konstrukcje. Praca jednomodowa i sposoby modulacji promieniowania mikrolaserów.</p>
Laboratorium	<p>Laboratorium: (zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)</p> <ol style="list-style-type: none"> Ośrodki aktywne do laserów włóknowych cz. 1 Ośrodki aktywne do laserów włóknowych cz. 2 Badanie parametrów światłowodowych wzmacniaczy optycznych Badanie parametrów laserów światłowodowych

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu techniki laserowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu techniki laserowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I	
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe z zakresu analizy i modelowania laserów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu analizy, modelowania, charakteryzacji i projektowania laserów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu analizy, modelowania, charakteryzacji i projektowania laserów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-ZOUL
Nazwa przedmiotu	Zintegrowane optoelektroniczne układy logiczne
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Fotonika i nanoelektronika)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi układami optyki zintegrowanej i ich wykorzystaniem w procesie przetwarzania informacji. Przewaga systemów fotonicznych nad elektronicznymi wynika z wyższej częstotliwości promieniowania optycznego, możliwości równoległego przetwarzania sygnału oraz wykorzystania kwantowej natury fotonów. Efekty kształcenia obejmują znajomość podstaw fizycznych oraz sposobów realizacji optycznych elementów logicznych i pamięciowych w postaci objętościowej i planarnej. Ponadto znajomość takich zagadnień jak: przełączanie i modulacja z wykorzystaniem optycznych efektów nieliniowych, mikro-rezonatory optyczne, bistabilność optyczna oraz połączenia optyczne. Wynikiem zaliczenia przedmioty będzie też opanowanie tematyki analogowego i cyfrowego przetwarzania sygnału optycznego i znajomość architektury procesora optycznego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp, foton i elektron jako nośniki informacji, fala świetlna, komunikacja światłowodowa, optyczne przetwarzanie informacji. Teoria falowa propagacji promieniowania w planarnych i paskowych falowodach dielektrycznych i półprzewodnikowych. Równanie charakterystyczne światłowodu planarnego. Klasyfikacja modów światłowodu planarnego. (4h)2. Fale niejednorodne. Teoria modów sprzężonych, równania modów sprzężonych, droga sprzężenia i transfer mocy. Tunelowanie optyczne. (2h)3. Sprzęgacze siatkowe, klasyfikacja siatek, warunków dopasowania fazowego sprzężenia współliniowe, sprzężenie pomiędzy modami TE -TE i z konwersją modów. (2h)4. Mikrorezonatory optyczne, zwierciadlane (F-P), fotoniczne (PBG) oraz wykorzystujące całkowite wewnętrzne odbicie. Mody typu WGM w rezonatorach dyskowych i pierścieniowych. (2h)5. Przełączanie i modulacja optyczna. Optyka nieliniowa, efekt elektrooptyczny, akustooptyczny, absorpcja dwufotonowa, wymuszone rozpraszanie Ramana, mieszanie 4 fal, optyka fotorefrakcyjna, efekt Franza-Kiełdysza (elektroabsorpcja), kwantowy efekt Starka w studniach kwantowych QCSE. Planarne modulatory optyczne wykorzystujące wzmacniacze półprzewodnikowe (SOA) i układy interferometryczne. (4h)6. Połączenia optyczne, zależne i niezależne. Elementy zmieniające kierunek propagacji modów falowodowych- planarne pryzmaty, soczewki geodezyjne, soczewki fresnelowskie, soczewki siatkowe, siatki ogniskujące, zwierciadła, siatki odbiciowe, polaryzatory planarne. Modulatory przestrzenne (SLM), komputerowo generowane hologramy i siatki fazowe. (2h)7. Bistabilność optyczna, absorpcyjna, dyspersyjna i polaryzacyjna. Modulatory i przełączniki bistabilne, fotoniczne i hybrydowe. Elementy SEED (self elektro-optic effect device) (2h)8. Materiały i technologie wytwarzania zintegrowanych układów fotonicznych (Photonic Integrated Circuits PIC). Przykłady realizacji na bazie niobianu litu LiNbO₃ i materiałów półprzewodnikowych (2h)9. Optyczna transformata Fouriera, funkcje splotu i korelacji. Koherentne przetwarzanie sygnałów optycznych, filtracja optyczna, optyczne rozpoznawanie obrazów, procesor optyczny w konfiguracji "4f". (2h)10. Analogowe i cyfrowe optyczne przetwarzanie informacji. Przykłady elementów optycznych realizujących funkcje logiczne, bistabilne, sprzężeniowe, elementy holograficzne. Systemy optyczne wykonujące operacje na macierzach. Procesory algebry liniowej, rozwiązywanie parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych metodami optycznymi. (4h)11. Przykłady pamięci optycznych - pamięci optoelektroniczne i pamięci holograficzne. Elementy i architektura komputera optycznego, procesory optyczne. (4h)
--------	---

Część I

Projekt	Zakres projektu Ćwiczenia projektowe umożliwią studentom rozszerzenie wiadomości z obszaru optycznych układów logicznych. Zajęcia obejmą wykonanie analizy numerycznej oraz symulacji działania wybranych optycznych elementów logicznych, rezonatorów z kryształem fotonicznym i rezonatorów pierścieniowych, nieliniowych modulatorów, przełączników bistabilnych, a także interferometru Macha-Zehndera z elementem nieliniowym. Ponadto, w ramach ćwiczeń projektowych studenci będą dokonywać numerycznych symulacji procesów optycznych; sumowania, rzutowania, iloczynu skalarnego i wektorowego, mnożenia macierzy, całkowania, filtracji, splotu i korelacji.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, obejmującą metody numeryczne niezbędne do modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów elektronicznych i fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z analizą i projektowaniem oraz charakteryzacją struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych oraz układów fotoniki zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

Część I

Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przeprowadzać eksperymenty symulacyjne dla charakteryzacji elementów elektronicznych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-MMC
Nazwa przedmiotu	Metody Monte Carlo
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane ogólne)--dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami symulacyjnymi znanymi powszechnie jako metody Monte Carlo. Stanowią one obecnie coraz powszechniej stosowane narzędzie do rozwiązywania bardzo złożonych problemów spotykanych w nauce i technice. Kolejnym - praktycznym celem - jest przygotowanie studentów do samodzielnego wykonywania obliczeń symulacyjnych metodami MC - przy użyciu dostępnych narzędzi programistycznych - oraz poprawnego szacowania niepewności uzyskiwanych wyników.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Badanie efektywności generatorów liczb pseudolosowych w wybranych językach programowania • Generacja liczb losowych o wybranych rozkładach nierównomiernych. Całkowanie metodami Monte Carlo, metody ograniczenia niepewności wyników • Całkowanie metodami Monte Carlo wykorzystującymi łańcuchy Markowa. Szacowanie uzysku produkcyjnego za pomocą modelowania propagacji rozkładów prawdopodobieństwa. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodą błędzenia przypadkowego. Zastosowanie perkolacji do modelowania rozprzestrzeniania się epidemii. Szacowanie wartości instrumentów pochodnych w finansach oraz ryzyka inwestycji.
Wykład	<p>Bloki wykładowe dwugodzinne; bloki laboratoryjne dwugodzinne. Zajęcia laboratoryjne realizowane w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu na podstawie liczby punktów uzyskanej podczas dwóch kolokwium wykładowych oraz na zajęciach laboratoryjnych. Opis wykładu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przypomnienie podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Elementy testowania hipotez statystycznych. Generowanie liczb losowych. Przegląd typów generatorów liczb losowych: generatory prawdziwie losowe, pseudolosowe oraz Quasi losowe. Ich podstawowe wady i zalety. Pakiety testów statystycznych. Testy aplikacyjne. MCMC (Markov Chain Monte Carlo). Pojęcie łańcucha Markowa. Model błędzenia przypadkowego. Algorytmy Metropolisa-Hastingsa i Gibbsa – efektywne próbkowanie z rozkładów wielowymiarowych. Całkowanie metodą podstawową MC. Metody redukcji wariancji. Pojęcie niepewności wyników symulacji MC. Rozwiązywanie równań transportu dla gazu klasycznego i dla gazu elektronowego z uwzględnieniem zjawisk rozpraszania. Typy aplikacji do symulacji MC. Dobre praktyki podczas tworzenia własnego oprogramowania • Model perkolacji i jego zastosowania. Model propagacji niepewności : ISO/IEC GUIDE 98-3:2008. Propagacja rozkładów zmiennych losowych – szacowanie rozrzutów parametrów układów elektronicznych, uzysku produkcyjnego. • Zastosowania metod MC w optymalizacji. Symulacja działania Systemów Masowej Obsługi dla nietypowych rozkładów zmiennych losowych. • Algorytm „Monte Carlo tree search” i jego zastosowania. Szacowanie ryzyka metodami MC na przykładzie szacowanie wartości instrumentów pochodnych i ryzyka inwestycyjnego. Krytyczna analiza wyników otrzymywanych metodami MC na przykładzie wybranych współczesnych publikacji naukowych . • Dwa kolokwia wykładowe.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat Wykład, Kolokwium, algorytmów generacji liczb pseudolosowych oraz quasi losowych o dowolnych rozkładach ciągłych i dyskretnych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC wykorzystywanych przy modelowaniu transportu gazów (w tym gazu elektronowego w ciele stałym) w aspekcie ich zastosowań w elektronice.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC stosowanych w obszarach optymalizacji, propagacji niepewności (zastosowania w metrologii i przy szacowaniu ryzyk).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Posiada umiejętność wyznaczania wartości całek wielowymiarowych wykorzystując laboratoryjne laboratoryjnych algorytm MC. Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów redukcji niepewności wyników i potrafi je praktycznie zastosować
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wskazać ograniczenia stosowalności metod MC oraz krytycznie analizować uzyskane wyniki symulacyjne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Posiada umiejętność poprawnego szacowania wartości niepewności obliczeń symulacyjnych (standardową i/lub złożoną)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Posiada umiejętność praktycznego wykorzystania typowych modeli symulacyjnych tj. model Isinga, model perkolacji, model błędzenia przypadkowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować model propagacji rozkładów zmiennych losowych do szacowania rozrzutów wybranych parametrów układów elektronicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-CHAR
Nazwa przedmiotu	Charakteryzacja materiałów dla elektroniki i fotoniki
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z najczęściej używanymi współczesnymi technikami charakteryzacji materiałów oraz mikro- i nanostruktur. Przedstawione zostaną metody mikroskopowe, skanujące, dyfrakcyjne, spektroskopowe oraz profilowe, ich wady i zalety, zakresy zastosowań oraz zasady działania urządzeń. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci wykorzystają w praktyce wiedzę zdobytą w trakcie wykładu, poprzez działania na specjalistycznym sprzęcie do charakteryzacji materiałów oraz mikro- i nanostruktur.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

1. Wprowadzenie. Ogólna klasyfikacja metod charakteryzacji materiałów i struktur. Obrazowanie a techniki analityczne. Rodzaje informacji uzyskiwanych dzięki charakteryzacji (morfologia, struktura elektronowa i krystaliczna, skład chemiczny materiału). Podstawy fizyki zjawisk rozpraszania. Promieniowanie rentgenowskie i jego oddziaływanie z materią. Elektrony, neutrony i jony oraz ich oddziaływanie z materią. Rozpraszanie sprężyste i dyfrakcja.
2. Techniki mikroskopowe Obrazowanie. Powiększanie obrazu, głębia ostrości, rozdzielczość, ograniczenie dyfrakcyjne. Dualizm korpuskularno-falowy. Aberracje układów optycznych i sposoby ich redukcji. Fizjologia widzenia. Mikroskopia świetlna i kontrasty. Wybrane współczesne techniki mikroskopowe, jak np.: mikroskopia fluorescencyjna, konfokalna, TIRF, dekonwolucyjna, 2-fotonowa, STED, PALM, fPALM, StORM. Mikroskopia elektronowa - aspekty optyki elektronowej, generowanie wiązki elektronów, oddziaływanie elektron-próbka. Preparatyka próbek. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) - obrazowanie za pośrednictwem elektronów wtórnych i wstecznie rozproszonych, wykorzystanie kontrastu napięciowego, kontrast magnetyczny. Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) - dyfrakcja elektronów, kontrasty obrazów TEM (rozproszeniowy, dyfrakcyjny, od różnej głębokości preparatu i od defektów strukturalnych, fazowy oraz kontur ekstynkcyjny). Skaningowa transmisyjna mikroskopia elektronowa (STEM). Elektronowa mikroskopia kriogeniczna (cryoEM). Inne mikroskopy, np. jonowa.
3. Techniki mikroskopii bliskich oddziaływań wykorzystujące sondę skanującą Skaningowa mikroskopia tunelowa (STM). Budowa i idea działania mikroskopu z sondą skanującą. Tryby pracy mikroskopu STM. Oddziaływanie ostrze-próbka. Mikroskopia sił atomowych (AFM) – budowa mikroskopu, zasada działania, tryby pracy (kontaktowy, bezkontaktowy, przerywanego kontaktu), modyfikacje. Inne metody wykorzystujące sondę skanującą.
4. Techniki dyfrakcyjne Techniki dyfrakcyjne objętościowe: dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego i dyfrakcja neutronów. Wymagania, obszary zastosowań. Dyfraktometria proszkowa. Badania przy małych kątach rozproszenia. Techniki dyfrakcyjne powierzchniowe – wykorzystanie elektronów odbitych (odbiciowa spektrometria wysokoenergetycznych elektronów (RHEED) i spektrometria niskoenergetycznych elektronów (LEED)).

	<p>5. Techniki spektroskopowe Pomiary spektroskopowe – omówienie wybranych technik. Na przykład: Spektroskopia fotonowa – pomiary optyczne (pomiar współczynnika odbicia i absorpcji/transmisji), fotoluminescencja, spektroskopia oscylacyjna Ramana i w podczerwieni, spektroskopia promieniowania rentgenowskiego (odmiany i modyfikacje). Spektroskopia zakresu fal radiowych – spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI). Spektroskopia elektronowa – emisja promieniowania rentgenowskiego w SEM i TEM (metody wykorzystujące pomiar energii lub długości fali promieniowania), katodoluminescencja w SEM i STEM, spektroskopia strat energii elektronów.</p> <p>6. Analiza powierzchni i profilowanie głębokościowe Spektroskopia elektronowa powierzchni na przykład: metody rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS) i spektroskopii elektronów Augera (AES). Spektroskopie masowe na przykład spektroskopia mas jonów wtórnych (SIMS) oraz spektroskopia masowa wtórnych cząstek neutralnych (SNMS); badanie powierzchni i profili głębokościowych. Rozpylanie jonowe na przykład metody spektroskopii rozpraszania wstecznego Rutherforda (RBS) oraz spektroskopii promieniowania rentgenowskiego powstającego pod wpływem bombardowania protonami (PIXE). Reflektometria neutronowa i rentgenowska.</p> <p>7. Wybrane techniki badania właściwości kształtowanych przez mikro- i nanostrukturę materiału: Techniki analizy właściwości mechanicznych (wytrzymałość, ciągliwość, odporność na pękanie, twardość i energia odkształcenia sprężystego), elektrycznych (np. przewodność, przenikalność), magnetycznych (np. podatność magnetyczna) i termicznych (np. temperatura, przewodność cieplna, entalpia).</p> <p>8. Dwa kolokwia wykładowe Laboratorium: Program zajęć laboratoryjnych obejmuje 5 trzygodzinnych ćwiczeń na przykład: rezonansowe pomiary i analiza parametrów elektrofizycznych (jak przewodność) ultracienkich (do 10 nm grubości) warstw metalicznych w celu zademonstrowania zmiany charakteru badanego układu z objętościowego na mezoskopowy, badanie powierzchni (np. topografii, struktury, składu pierwiastkowego) ciała stałego oraz mikro- i nanostruktur przy użyciu: mikroskopii sił atomowych (AFM), skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i mikroskopii konfokalnej oraz analiza składu chemicznego ich powierzchni oraz objętości techniką spektroskopii mas jonów wtórnych (SIMS). Wizyty w laboratoriach z dostępem do najnowszych technik charakteryzacji (na przykład CEZAMAT).</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02

Część I	
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z - charakteryzacją i diagnostyką materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary, modelowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z trzech następujących obszarów: mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-FUS
Nazwa przedmiotu	Fotoniczne układy scalone
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest wprowadzanie studentów w zagadnienia współczesnej fotoniki scalonej, zapewnienie wiedzy na temat podstaw fizycznych działania, konstrukcji podstawowych i zaawansowanych bloków funkcjonalnych oraz głównych platform technologicznych. Studenci zostaną gruntownie wprowadzeni w zagadnienia projektowania, wytwarzania, charakteryzacji i implementacji układów fotoniki scalonej. Ambicją autorów przedmiotu jest przede wszystkim przygotowanie studentów do podejmowania ról projektantów i użytkowników układów fotoniki zintegrowanej, ale również przedstawienie trendów rynkowych i perspektyw biznesowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Laboratorium: Laboratorium obejmuje zaprojektowanie i przeprowadzenie symulacji trzech projektów elementów/ układów fotoniki scalonej. <ol style="list-style-type: none">1. Projekt i symulacja struktur falowodów planarnych i sprzęgaczy falowodowych2. Projekt topografii fotonicznego układu scalonego do aplikacji w systemach komunikacji optycznej lub sieci czujnikowych3. Projekt i symulacja systemu komunikacji światłowodowej ze zintegrowanymi nadajnikami i odbiornikami WDM
--------------	--

Wykład:**1. Wstęp do fotoniki scalonej**

Część wstępna wykładu posłuży do przedstawienia istniejącego stanu wiedzy nt. technologii fotoniki scalonej. Najważniejsze poruszane tematy będą dotyczyły samej koncepcji integracji w fotonice, technologii wytwarzania (krzemowej, fosforu, azotku krzemu i innych), metodom i narzędziom modelowania i projektowania układów scalonych, technikom charakteryzacji, potencjalnym dziedzinom zastosowania z konkretnymi przykładami układów PIC, technologiom montowania układów w hermetyczne obudowy z wyprowadzeniami elektrycznymi i światłowodowymi (packaging).

2. Podstawy propagacji światła w falowodach planarnych/prostokątnych

W ramach tej części wykładu zostaną omówione podstawowe warunki propagacji sygnałów optycznych w falowodach (półprzewodnikowych) wytworzonych w technologii planarnej. Analiza teoretyczna będzie bazowała na równaniach Maxwella, równaniu falowym oraz równaniu dyspersyjnym. Omówione zostaną podstawowe struktury falowodów – odcinki proste, zakręty oraz przewężenia. Przedstawione zostaną podstawowe metody (EIM, BPM, FDTD) używane do wyznaczania rozkładu pola elektromagnetycznego oraz analizy propagacji sygnałów optycznych.

3. Podstawowe elementy pasywne – struktury MMI, (de)multipleksery AWG, sprzęgacze kierunkowe, struktury periodyczne

Ta część wykładu poświęcona jest podstawowym właściwościom struktur pasywnych, z uwzględnieniem zasady działania, metod i narzędzi projektowania, ich wykorzystania w obwodach scalonych. Zostaną omówione takie elementy jak sprzęgacze i zwierciadła MMI, (de)multipleksery AWG, sprzęgacze kierunkowe, struktury periodyczne. Dodatkowo, zostaną przedstawione problemy związane z technologią wytwarzania danych struktur (np. dla zwierciadeł Bragga).

4. Wzmacniacze optyczne

Na wykładzie zostaną przedstawione fundamentalne właściwości fizyki półprzewodników (kryształów i złącz p-n), z uwzględnieniem teorii struktury pasmowej, procesów elektro-optycznych (absorpcja i emisja światła), technologii wytwarzania. Właściwości wzmacniacza SOA (semiconductor optical amplifier) zostaną omówione w sposób szczegółowy. W szczególności zostaną przedstawione np. równania bilansu, wzmocnienie małosygnałowe, procesy wpływające na krzywą wzmocnienia, techniki pomiaru wzmocnienia, podstawowe metody numeryczne służące do modelowania wzmacniaczy półprzewodnikowych.

	<p>5. Struktury laserów W tej części wykładu zostanie przedstawiona zasada działania i projekty struktur laserowych stosowanych typowo w układach optoelektroniki zintegrowanej. Omówione będą lasery wykorzystujące rezonatory Fabry-Perot, rezonatory ze zwierciadłami Bragga (DBR), rezonatory z rozłożonym sprzężeniem zwrotnym (DFB), lasery z filtrowanym sprzężeniem zwrotnym, lasery wielokanałowe, lasery pierścieniowe, lasery z synchronizacją modów.</p> <p>6. Modulatory światła Ta część wykładu będzie poświęcona omówieniu różnych technik modulacji światła, zarówno fazy, jak i amplitudy sygnału optycznego. Przedstawione zostaną takie techniki jak wstrzykiwanie i wymiatanie nośników, elektro-absorpcja, efekt termo-optyczny, efekt elektro-optyczny. W ramach wykładu zostanie zarówno omówiona fizyka poszczególnych efektów, jak również praktyczne aspekty projektowania zintegrowanych modulatorów światła.</p> <p>7. Zintegrowane fotodetektory W tej części wykładu zostaną przedstawione podstawowe struktury fotodetektorów używanych w fotonicznych układach scalonych, czyli fotodiody p-i-n. Omówione zostaną takie parametry opto-elektroniczne jak m.in. wydajność kwantowa, czułość detektora i szumy.</p> <p>8. Fotoniczne układy scalone Ostatnia część wykładu będzie poświęcona najważniejszym praktycznym aplikacjom fotonicznych układów scalonych w różnych dziedzinach nauki i techniki (np. telekomunikacja, sensoryka, metrologia). Zostanie omówiona zasada działania i architektura przykładowych urządzeń, takich jak wielokanałowe nadajniki, odbiorniki i modulatory wykorzystujące metodę zwielokrotniania falowego WDM, multipleksery optyczne w dziedzinie czasu, interrogatory sieci czujnikowych, spektrometry, żyroskopy optyczne, konwertery długości fali i in.</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu projektowanie złożonych fotonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy, projektowania, modelowania, charakteryzacji i wytwarzania zaawansowanych struktur fotoniki, analizy i charakteryzacji materiałów fotoniki oraz analizy i projektowania złożonych fonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym symulacje komputerowe z zakresu weryfikacji złożonych fonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu analizy i projektowania złożonych fonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu analizy, projektowania i modelowania zaawansowanych struktur fotoniki oraz analizy i projektowania złożonych fonicznych systemów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-IPEF
Nazwa przedmiotu	Integracja przyrządów elektroniki i fotoniki
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Student po realizacji części wykładowej i laboratoryjnej przedmiotu będzie: posiadał zaawansowaną wiedzę z zakresu metod wytwarzania oraz typów nowoczesnych przyrządów elektronicznych i fonicznych; potrafił sklasyfikować podstawowe metody i techniki integracji przyrządów, układów i systemów elektronicznych i fonicznych; potrafił zaproponować plan rozwiązania prostych problemów technicznych z zakresu wytwarzania zintegrowanych przyrządów współczesnej elektroniki i fotoniki; potrafił pracować w grupie, przyporządkowywać poszczególnym członkom zespołu rolę oraz zakres obowiązków w trakcie rozwiązywania problemów technicznych, zabierać krytyczny głos w dyskusji, przedstawiać na forum uzyskaną wiedzę oraz oceniać efekty pracy innych studentów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Gwałtowny rozwój techniki i technologii w XX wieku, szczególnie związany z rozwojem technologii krzemowych układów scalonych (U. Sc.), doprowadził do rewolucji XXI wieku, jakim jest Internet Rzeczy (ang. Internet of Things – IoT / Internet of Everything – IoE). IoT jest obecnie na świecie najprężniej rozwijającą się gałęzią gospodarki w obszarze wysokich technologii. Fundamentem rozwoju przyrządów IoT jest integracja przyrządów elektronicznych oraz fonicznych w tzw. Systems-on-Chip (SoCs). Jeśli elektronikę można uznać za technologię XX wieku, która napotkała już w wielu miejscach ograniczenia fundamentalne, to o fotonice mówi się jako o technologii XXI wieku. W fotonice, szczególnie w fotonice scalonej, wciąż drzeźnią nie do końca wykorzystane możliwości, dlatego integracja technologii przyrządów elektronicznych i fonicznych w tzw. przyrządy Mikro-Opto-Elektromechaniczne (ang. Micro-Opto-Electromechanical Systems – MOEMS) stwarza nową klasę przyrządów i nieograniczone możliwości zastosowań we wszystkich gałęziach gospodarki. Na wykładzie przybliżymy rozwiązania techniczne i technologiczne integracji elementów, przyrządów oraz systemów elektronicznych i fonicznych. Omówimy podstawowe technologie i typy materiałów wykorzystywanych do realizacji tego typu struktur zintegrowanych, przybliżymy specyficzne warunki wytwarzania takich przyrządów oraz omówimy dalsze kierunki rozwoju, które mogą doprowadzić do cywilizacyjnego przełomu w XXI wieku. Przedstawimy problemy i wyzwania integracji współczesnych przyrządów typu SoCs.

Zagadnienia poruszane na wykładzie są niezmiernie interdyscyplinarne oraz reprezentują specyficzną dziedzinę techniki. W związku z tym, aby ułatwić studentom proces zdobywania i przyswajania wiedzy, wykłady będą prowadzone przy wykorzystaniu nowoczesnych metod kształcenia i tutoring, takich jak: „flipped class”, „blended learning”, czy „jigsaw”. Metody te z pewnością uatrakcyjnią proces uczenia się oraz zaktywizują studentów do samodzielnego zdobywania wiedzy z zakresu przedmiotu. Pozwoli to na znacznie skuteczniejsze ugruntowanie wiedzy po realizacji przedmiotu i przygotowanie słuchaczy do kolejnych etapów kariery zawodowej. Studenci będą mieli również znaczny wpływ na zagadnienia, które będą sprawdzane na kolokwium poprzez wspólną dyskusję i definiowanie najważniejszych zagadnień (np. wykorzystanie metod ankietowych lub wspólnego przygotowywania kryteriów oceny, tzw. „rubric”). Przedmiot będzie prowadzony przy wykorzystaniu wykładów multimedialnych bogato wzbogaconych o zdjęcia oraz filmy multimedialne ułatwiające zrozumienie przedstawianych na wykładzie treści. Szczególny nacisk w trakcie wykładów będzie położony na liczne dyskusje i prace w grupach oraz samodzielne zdobywanie wiedzy przez studentów przy wykorzystaniu źródeł elektronicznych. W ramach wykładu planowana jest również organizacja wycieczki do Centrum Zaawansowanych materiałów i Technologii (CEZAMAT), aby studenci mogli przekonać się, jak wyglądają nowoczesne laboratoria technologiczne, w których prowadzone są prace naukowo-badawcze oraz wdrożeniowe związane z produkcją zintegrowanych elementów i przyrządów elektronicznych i fonicznych omawianych na wykładach.

Opis wykładu:

1. **Wprowadzenie**
Pojęcie „Integracja” w kontekście przyrządów elektronicznych i fonicznych, rys historyczny i rozwój technologii przyrządów półprzewodnikowych dla elektroniki i fotoniki, granice i bariery rozwoju oraz prognozy, pojęcia: „skalowanie”, „More Moore”, „More than Moore” i „beyond CMOS/Si”, nowe technologie, nowe materiały, nowe architektury przyrządów, rynek przyrządów elektronicznych i fonicznych, perspektywy rozwoju na świecie i w Polsce.
2. **Warunki wytwarzania elementów i przyrządów elektronicznych i fonicznych**
Warunki wytwarzania przyrządów elektronicznych i fonicznych, laboratoria i fabryki, w których prowadzone są procesy wymagające wysokiej skali czystości pomieszczeń, podstawowe procesy technologiczne, przykładowe sekwencje procesów technologicznych, uzysk produkcyjny, metody optymalizacji, metody charakteryzacji materiałów i struktur elektronicznych i fonicznych.
3. **Podstawowe materiały i procesy technologii planarnej**
Materiały wykorzystywane do wytwarzania elementów oraz przyrządów elektronicznych i fonicznych, podstawowa klasyfikacja metod wytwarzania, uwarunkowania stosowalności tych metod.
4. **Technologia SOI/SON i elektroniczne układy scalone**
Metody wytwarzania podłoży typu „Silicon-On-Insulator” (SOI), klasyfikacja, zalety technologii, ograniczenia, porównanie do klasycznych technologii planarnych i innych stosowanych współcześnie w produkcji układów scalonych. Rozwój technologii (PD-, FD-) SOI -> SON -> UTB-SOI. Przykłady przyrządów, sekwencje i metody wytwarzania w kontekście przyrządów elektronicznych i fonicznych.
5. **Przyrządy i układy fotoniki zintegrowanej**
Podstawowe bloki funkcjonalne, przyrządy pasywne i aktywne, elementy i układy technologii krzemowej (Si), fosforu indu (InP) i innych materiałów (np. azotku krzemu – Si₃N₄), cechy charakterystyczne tych technologii i zakresy stosowalności. Przykłady technologii podstawowych elementów aktywnych i pasywnych. Propagacja i detekcja promieniowania. Aplikacje.
6. **Przyrządy MOEMS – technologia hybrydowa**
Klasyfikacja i podział przyrządów. Podstawowe bloki i elementy mikromechaniczne i elektro-optyczne, podstawowe technologie i metody obróbki powierzchniowej i objętościowej materiałów. Przykłady sekwencji technologicznych. Współczesne aplikacje przyrządów.
7. **Metody integracji struktur elektronicznych i fonicznych**
Technologie montażu struktur półprzewodnikowych elektronicznych i fonicznych, metody, przykłady, ograniczenia. Montaż struktur półprzewodnikowych do obudów oraz zagadnienia hermetyzacji, odprowadzanie ciepła. Technologie połączeń elektrycznych i optycznych.
8. **Kolokwia sprawdzające wiedzę studentów**
9. **Zajęcia w „terenie” – wycieczka**

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium: Część laboratoryjna przedmiotu poświęcona jest zaznajomieniu studentów z zaawansowanymi technikami realizacji elementów półprzewodnikowych, ich charakterystyce elektrycznej i optycznej oraz metodami integracji. W ramach laboratoriów studenci pod okiem wykwalifikowanej kadry będą samodzielnie realizować. Laboratorium składa się z trzech części:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elektronika: sekwencja procesów wytwarzania podstawowych elementów półprzewodnikowych (zajęcia w laboratorium o podwyższonej czystości typu "clean-room" w IMiO PW); 2. Fotonika: pomiary i charakterystyka struktur falowodowych i/lub przyrządów pasywnych wykonanych w laboratoriach technologicznych IMiO PW oraz CEZAMAT; 3. Integracja: metody montażu elementów, wykonywania mikropołączeń, hybrydowa integracja.
--------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu nanoelektroniki, fotoniki zintegrowanej, materiałów i nanotechnologii oraz charakterystyki i diagnostyki materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I	
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim. Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki, wytwarzania struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki, wytwarzania struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich –integrować wiedzę z zakresu mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U07
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz metod ich charakteryzacji i wytwarzania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PAUS
Nazwa przedmiotu	Projektowanie analogowych układów scalonych
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do projektowania układów analogowych we współczesnych technologiach CMOS i BiCMOS. Studenci poznają cykl projektowania oraz zdobędą wiedzę i umiejętności niezbędne w projektowaniu analogowych układów scalonych. W ramach wykładu omówione zostaną podstawowe bloki analogowe, sposoby ich analizy oraz metody projektowania. Przedstawione zostaną praktyczne aspekty projektowania analogowych układów scalonych, tj. elementy pasożytnicze, efekty temperaturowe, globalne i lokalne rozrzuty produkcyjne, sprzężenia przez podłoże oraz inne tzw. efekty zależne od topografii LDE (ang. Layout Dependent Effects). Poruszone zostaną również zagadnienia dotyczące bezpiecznych układów scalonych, w szczególności generatory liczb prawdziwie losowych oraz funkcje fizycznie nieklonowalne. W ramach zajęć praktycznych studenci będą mieli okazję zastosować poznane metody projektowania na prostych blokach analogowych. Zdobędą tym sposobem intuicję i umiejętność jakościowego przewidywania skutków podejmowanych decyzji projektowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Układy analogowe: specyfika, zastosowania i znaczenie. 2. Cykl projektowy scalonych układów analogowych. Omówienie podstawowego cyklu projektowego obejmującego projekt schematu elektrycznego, metody weryfikacji symulacyjnej, projekt topografii masek produkcyjnych układu, weryfikacja reguł projektowych DRC oraz LVS, uwzględnienie elementów pasożytniczych. 3. Efekty krótkiego kanału w tranzystorach MOS oraz podstawy metody projektowania „gm/Id”. Przedstawienie efektów krótkiego kanału występujących we współczesnych technologiach MOS oraz ich wpływu na komplikację modeli analitycznych. Omówienie założeń oraz podstaw metody projektowania „gm/Id”. 4. Wzmacniacze (transkonduktancyjne, instrumentalne i operacyjne) i komparatory. Omówienie podstawowych architektur ze szczególnym uwzględnieniem pary różnicowej jako podstawowego elementu składowego. Omówienie metod projektowania, podstawowych parametrów i metod ich weryfikacji symulacyjnej. Analiza wpływu rozrzutów produkcyjnych lokalnych i globalnych. 5. Układy polaryzacji: źródła prądu i napięcia odniesienia, lustra prądowe. Dokładna analiza efektów temperaturowych oraz rozrzutów produkcyjnych. 6. Implementacja filtrów w układach scalonych. Filtry czasu ciągłego oraz wykorzystujące przełączane pojemności. Problem kalibracji układów analogowych. 7. Przetworniki AC i CA (zarys). Typowe układy i problemy projektowe. Modelowanie układów analogowych i mieszanych. 8. Analogowe tory pomiarowe. Omówienie przykładowych zastosowań analogowych układów przetwarzania sygnału. Analiza podstawowych parametrów i metoda projektowania top-down. 9. Generatory w układach scalonych. Omówienie oscylatorów kwarcowych, RC oraz gm-C. Układy PLL. 10. Analogowe układy we/wy, zabezpieczenia przeciw wyładowaniom elektrostatycznym. 11. Układy analogowe a cyberbezpieczeństwo – generacja liczb prawdziwie losowych, funkcje fizycznie nieklonowalne, wykrywanie ingerencji zewnętrznej (układy monitorujące). 12. Przygotowanie układu scalonego do produkcji.
Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wstęp: (1h): Zapoznanie się ze środowiskami i narzędziami CAD. • Część 1 (11h): Projekt wzmacniacza transkonduktancyjnego, określenie punktu pracy na podstawie charakterystyk tranzystora MOS, projekt środowiska symulacyjnego, symulacja elektryczna, projekt topografii, weryfikacja formalna i funkcjonalna, symulacja statystyczna, ocena wyniku projektu. • Część 2 (6h): Projekt wysokostabilnego źródła napięcia lub podobnego układu, określenie punktu pracy na podstawie charakterystyk tranzystora MOS, symulacja elektryczna, projekt topografii, weryfikacja formalna i funkcjonalna, ocena wyniku projektu. • Część 3 (12h): Projekt układu wykorzystującego przełączane pojemności oraz opracowanie metody jego kalibracji.

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projektowania złożonych układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania złożonych układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i projektowania złożonych układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu analizy i projektowania złożonych systemów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-SEN
Nazwa przedmiotu	Czujniki
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kształcenie studentów w zakresie zasady działania, konstrukcji i technologii elementów czujnikowych wykorzystywanych w nowoczesnych układach i systemach elektronicznych oraz optoelektronicznych. Zapoznanie z podstawowymi parametrami urządzeń czujnikowych i obszarami ich zastosowań badawczych, rozwojowych i przemysłowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	8.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt W ramach projektu studenci opracują dedykowane rozwiązanie czujnikowe. W odpowiedzi na zadany problem badawczy, parametry i warunki pomiaru, zaproponują elementy systemu spełniające określone na wstępie kryteria.
---------	---

Wykład:

1. Pojęcie czujnika i podstawowe pojęcia związane z czujnikami (limit detekcji, czułość, powtarzalność, rozdzielczość). Czujnik jako element systemu; Przedstawienie rysu historycznego, potrzeba stosowania czujników, pojęcie czujnika, przykłady zastosowań, pojęcia podstawowe, wielkości mierzone;
2. Czujniki wielkości nieelektrycznych (ciśnienie, temperatura, przepływ, przyspieszenie, deformacje mechaniczne, odległość, gęstość, lepkość, zapylenie, wilgotności); Przegląd czujników, zasada działania, konstrukcje, metody wytwarzania i zastosowania wraz ich ograniczeniami;
3. Czujniki wielkości elektrycznych (prąd, napięcie, opór, pojemność, indukcyjność, moc); Przegląd urządzeń pomiarowych elektrycznych, np. mierniki napięcia, prądu, częstotliwości. Ich opis i zasada działania.
4. Chemosensory (gazy, leki, glukoza, narkotyki, alkohole); Zapoznanie z pojęciem czujnika chemicznego i podstawowymi zasadami działania. Pojęcia specyficzności, selektywności. Wykrywanie substancji chemicznych w kontekście zastosowań diagnostycznych, farmaceutycznych i monitorowaniu środowiska na przykładach wykrywania glukozy, alkoholu, narkotyków/leków, metali ciężkich oraz określonych gazów. Rozwiązania czujnikowe obejmujące metody elektrochemiczne, fluorescencyjne i optyczne. Aktualne obszary badań i nowe systemy czujnikowe, w tym mikro i nanotechnologie.
5. Biosensory (białka, wirusy, bakterie); Zapoznanie z pojęciem biosensora i podstawowymi zasadami/mechanizmami działania. Aspekty chemii powierzchni – w tym metod wiązania biomolekuł do powierzchni czujników. Pojęcie receptora i targetu, oraz ich łączenia w zależności od zastosowanego mechanizmu czujnikowego. System wykrywania znacznikowego i bezznacznikowego. Klasyczne metody biodetekcji w kontekście zastosowań diagnostycznych i monitorowaniu środowiska na przykładach zakażeń wirusowych, bakteryjnych, chorób nowotworowych i badań hormonalnych. Rozwiązania bioczujnikowe obejmujące metody elektrochemiczne i optyczne. Aktualne obszary badań i nowe systemy czujnikowe, w tym mikro i nanotechnologie.
6. Pomiar wieloparametryczny; Określenie współzależności parametrów mierzonych. Zagadnienia związane z wykorzystaniem jednego sensora i wpływem różnych warunków zewnętrznych na wynik pomiaru. Pomiar wielu parametrów: pojedynczym czujnikiem, wieloma czujnikami w jednej strukturze i czujnikami rozłożonymi.
7. Systemy przetwarzania informacji czujnikowej; Układy i elementy układów pomiarowych, akwizycja i analiza danych pomiarowych.
8. Trendy i perspektywy rozwoju.

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium W trakcie laboratoriów studenci będą mieli możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają kluczowe etapy konstrukcji i technologii czujników, zbadają wykonane sensory, określą ich parametry i przeanalizują otrzymane dane.</p> <ol style="list-style-type: none"> Wybrane zagadnienia technologii czujników cienkowarstwowych (3h). Ocena parametryczna elementów czujnikowych (3h). Pomiary czujników wielkości nieelektrycznych (temperatura, ciśnienie, współczynnik załamania) (3h). Pomiary biosensoryczne (wybrane metody znacznikowe i bezznacznikowe) (3h). Przetwarzanie informacji czujnikowej i analiza danych (3h).
--------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu konstrukcji elementów czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania czujników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrąfi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie analizy złożonych systemów czujnikowych oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania elementów i złożonych systemów czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i projektowania elementów czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie analizy i projektowania rozwiązań czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-SSCV
Nazwa przedmiotu	Scalone systemy cyfrowe VLSI
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Projektowanie układów scalonych)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie metod projektowania i weryfikacji systemów cyfrowych realizowanych w postaci mikroelektronicznych układów scalonych. Prezentowane są zagadnienia z zakresu organizacji i architektury zintegrowanych systemów cyfrowych. Przedstawiane są metody projektowania wykorzystujące syntezę behawioralną (HLS) oraz języki opisu systemu (SystemC, SystemVerilog) . Omawiane są metody weryfikacji formalnej i funkcjonalnej dużych systemów cyfrowych (systemy asercji PSL/ SystemVerilog, metodyka UVM), zagadnienia syntezy logicznej uwzględniające generację testów oraz zarządzanie poborem mocy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: W ramach zajęć projektowych wykonywane są zadania wyrabiające umiejętności implementacji systemów, na podstawie wiedzy uzyskanej na wykładach. W ramach pracy zespołowej studenci wykonują projekt prostego systemu cyfrowego. Tematy projektów będą nawiązywać do przykładowych praktycznych zastosowań
---------	--

Część I

Wykład	Wykład: <ol style="list-style-type: none">Mikroelektroniczne systemy cyfrowe – przegląd: system zintegrowany (System-on-Chip): przykłady architektur, w tym układy wielordzeniowe i wieloprocessorowe. Układy rekonfigurowalne. Bloki IP. Komunikacja: magistrale, sieć zintegrowana (Network-on-Chip). Układy wejścia/wyjścia.Metody modelowania systemów i ich wykorzystanie w projektowaniu: języki opisu systemu (SystemC, SystemVerilog) ich wykorzystanie: specyfikacja, synteza, weryfikacja, synteza wysokiego poziomu (high level synthesis). Przejście od algorytmu do sprzętowej implementacji: harmonogramowanie (scheduling), wybór mikroarchitektury systemu. Problemy projektowania sprzętowo-programowego. Ograniczenia i możliwości syntezy.Problemy realizacji segmentu danych: Metody reprezentacji liczb: liczby całkowite, liczby rzeczywiste. Standard IEEE 754, pakiety VHDL fixed i float. Synteza struktury fizycznej.Problemy projektowania dużych systemów jednoukładowych: Dystrybucja sygnałów zegarowych. Szacowanie poboru mocy dynamicznej i zarządzanie poborem mocy (bramkowanie zegara i adaptacyjne sterowanie częstotliwością taktowania, itp.). Techniki minimalizacji poboru mocy statycznej, adaptacyjne sterowanie napięciem zasilania i polaryzacją podłoża itp. Rozprowadzanie masy i zasilania.Weryfikacja i testowanie: metody weryfikacji na różnych poziomach abstrakcji, weryfikacja formalna, narzędzia do weryfikacji formalnej. Zarys problemów testowania i projektowania systemów łatwo testowalnych: strategie zwiększające testowalność, techniki projektowania zorientowanego na testowanie DFT: ścieżka krawędziowa, układy samotestowalne. Standardy IEEE.Bezpieczeństwo systemów VLSI. Projektowanie i weryfikacja systemów wykorzystujących bloki IP. Zabezpieczanie bloków IP. Kompromisy projektowe wynikające z konfliktów pomiędzy wymaganiami dotyczącymi funkcjonalności, bezpieczeństwa, weryfikowalności i testowalności.
Laboratorium	Laboratorium: <p>Zajęcia laboratoryjne będą polegać na wykonywaniu zadań indywidualnie przydzielanych każdemu studentowi, które ilustrują główne zagadnienia poruszane na wykładzie: modelowanie systemów z wykorzystaniem języka opisu sprzętu, synteza behawioralna, synteza logiczna, weryfikacja formalna i funkcjonalna.</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I

Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami jednego z trzech następujących zakresów: - systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, - techniki tomograficzne stosowane w diagnostyce obrazowej i metody rekonstrukcji obrazów, - diagnostyczne techniki medycyny nuklearnej lub - projektowanie złożonych układów scalonych, - nanoelektronika lub fotonika zintegrowana,
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02

Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do jednego z trzech następujących zakresów: - aparatura elektromedyczna (EKG, EEG itd.) - systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, - techniki tomograficzne stosowane w diagnostyce obrazowej i metody rekonstrukcji obrazów, - diagnostyczne techniki medycyny nuklearnej lub - analiza, projektowanie, modelowanie, charakteryzacja i wytwarzanie zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analiza i charakteryzacja materiałów mikroelektroniki i fotoniki, - analiza i projektowanie złożonych układów scalonych, - technika laserowa i optoelektronika półprzewodnikowa lub analiza i projektowanie złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza i projektowanie złożonych systemów fotowoltaicznych lub - systemy elektroniczne, w tym systemy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: - projektowanie algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii, - projektowanie aparatury medycznej, - kontrola jakości aparatury diagnostycznej stosowanej w medycynie lub - analiza, projektowanie, modelowanie, charakteryzacja i wytwarzanie zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analiza i charakteryzacja materiałów mikroelektroniki i fotoniki, - analiza i projektowanie złożonych układów scalonych, - analiza, modelowanie, charakteryzacja i projektowanie laserów i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych lub analiza i projektowanie złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza i projektowanie złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-SYWIZ
Nazwa przedmiotu	Systemy wizyjne
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy ze współczesnymi systemami i metodami rejestracji, przetwarzania, analizy obrazu. Przedmiot zawiera, przedstawienie podstawowych pojęć, właściwości i uwarunkowań funkcjonalnych współczesnych systemów wizyjnych ze szczególnym uwzględnieniem systemów rejestracji. Jednym z głównych celów przedmiotu jest zapoznanie z technologią i techniką współczesnych systemów rejestracji obrazu z uwzględnieniem technik obrazowania obliczeniowego. Przedmiot porusza zagadnienia rejestracji obrazów barwnych, obrazów 3D, obrazów wielopasmowych, podstawowych metod pozyskiwania, przetwarzania i generowania obrazów metodami rejestracji bezpośredniej i pośredniej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Celem projektu jest opracowanie kompletnego systemu bazującego na metodach rejestracji rozwiązującego konkretne zadanie. System powinien zawierać moduły:</p> <ul style="list-style-type: none">• pozyskiwania danych obrazowych• przetwarzania obrazów• wizualizacji lub kompresji obrazów• <p>W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są cztery spotkania ewaluacyjne mające na celu wspólną ocenę osiągniętych kamieni milowych projektu. Na zakończenie każdego z etapów przewidziana jest wspólna dyskusja rezultatów.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Analiza przedstawionego problemu i zaproponowanie rozwiązań,2. Przygotowanie danych obrazowych i/lub budowa układu wizyjnego,3. Implementację systemu realizującego główne wymagania techniczne projektu,4. Przeprowadzenie eksperymentu umożliwiającego testowanie opracowanego rozwiązania.
Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Rejestracja obrazu, przetworniki obrazowe2. Pasywne metody rekonstrukcji obrazu. Metody HDR i SfM.3. Aktywne metody rejestracji obrazów. Metoda "structer light" i ToF.4. Przetwarzanie i analiza obrazu z wykorzystaniem współczesnych narzędzi analizy

Część I

Wykład	Opis wykładu: <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie w problematykę przedmiotu. Definicje podstawowych pojęć oraz matematyczny opis systemów pozyskiwania obrazów. Rozwój technologii obrazowania.2. Zasady działania systemu percepcji wzrokowej człowieka i jego właściwości (percepcja obrazów). Źródła błędów cyfrowej reprezentacji obrazu.3. Sposoby reprezentacji cyfrowych danych obrazowych w systemach wizyjnych. Klasyfikacja metod i technik pozyskiwania obrazów.4. Układy rejestracji obrazu. Omówienie współczesnych rozwiązań przetworników obrazowych CMOS i CCD – model fizyczny, konstrukcja, parametry MS i PG5. Klasyczne metody rejestracji obrazów. Proces fotochemiczny, obraz utajony, ujawnianie obrazu, proces natychmiastowy. Cechy rejestracji tradycyjnej, zastosowanie.6. Pasywne metody pozyskiwania obrazów – HDR, stereowizja, multi-view, lightfield, Klasyfikacje różnych typów układów, modele i fizyczne podstawy ich działania. Parametry funkcjonalne, konstrukcyjne i użytkowe.7. Aktywne i hybrydowe metody rekonstrukcji obrazów. Klasyfikacje różnych typów układów, modele i fizyczne podstawy ich działania. Parametry funkcjonalne, konstrukcyjne i użytkowe. Algorytmy rekonstrukcji obrazów. ToF, SL, FlashLight, SfS. Wprowadzenie w zagadnienie obliczeniowego pozyskiwania obrazu z wykorzystaniem technik kodowanej apertury. Podział technik i metod pozyskiwania obrazów w technice CA. Metody konwersji obrazów. Edycja i poprawa jakości obrazów. Wprowadzenie do metod Compressed Sensing. Podstawy mikroskopii obliczeniowej - omówienie stosowanych technik akwizycji.8. Obrazowanie wielo-spektralne, wielo-modalne i wielo-wymiarowe. Definicje podstawowych pojęć oraz matematyczny opis systemów. Klasyfikacje różnych typów układów, modele i fizyczne podstawy ich działania. Parametry funkcjonalne, konstrukcyjne i użytkowe. Metody analizy i przetwarzania zobrazowań wielo-X.9. Wyświetlanie obrazu - zasady działania i budowa na przykładzie nowoczesnych konstrukcji układów wyświetlaczy 3D. Właściwości technologiczne i użytkowe. Metody i algorytmy syntezy obrazów.
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu technologii obrazu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06

Część I	
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w: technologicie obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do zakresu: technologia obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - projektowanie podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii, - projektowanie aparatury medycznej, - kontrola jakości aparatury diagnostycznej stosowanej w medycynie lub - modelowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki, - wytwarzanie struktur mikroelektroniki i fotoniki, - weryfikacja złożonych układów scalonych, - analiza i modelowanie laserów i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych lub analiza złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza złożonych systemów fotowoltaicznych lub - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01

Część I

Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-URIB
Nazwa przedmiotu	Urządzenia internetu rzeczy i ich bezpieczeństwo
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z budową i działaniem urządzeń Internetu Rzeczy ze szczególnym uwzględnieniem systemów wbudowanych pełniących rolę końcowych węzłów kontrolno-pomiarowych tzw. „ inteligentnych sensorów”. Omówiony zostanie schemat blokowy takiego systemu: układy kondycjonowania sygnałów pochodzących z przetworników pomiarowych, przetworniki A/C, mikrokontroler, moduły zasilania z uwzględnieniem rozwiązań „energy harvesting” oraz układy do przewodowej i bezprzewodowej komunikacji mikrokontrolera z modułami wewnętrznymi i otoczeniem zewnętrznym. Przedstawione zostaną także zagadnienia inżynierii oprogramowania systemów wbudowanych. Nacisk zostanie położony na problematykę: doboru mikrokontrolera i urządzeń peryferyjnych do wymagań aplikacji z uwzględnieniem czynników technicznych i ekonomicznych, integracji części sprzętowej i „niskopoziomowej warstwy” programistycznej, efektywnego wykorzystania zasobów mikrokontrolerów, zastosowania optymalnych metod przetwarzania danych przez system oraz minimalizacji zużycia energii. Przedstawione zostaną także zagadnienia związane z kwestiami bezpieczeństwa sprzętowego oraz norm jakie musi spełniać oprogramowanie systemów wbudowanych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>Laboratorium: (zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)</p> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych studenci zostaną zapoznani z wybranymi aspektami związanymi z projektowaniem, realizacją, badaniem i optymalizacją urządzeń Internetu Rzeczy np. .:</p> <ul style="list-style-type: none">• badanie zagadnień związanych z kondycjonowaniem sygnałów pomiarowych (dopasowanie poziomów sygnału, pasma, filtrowanie zakłóceń, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, kalibracja toru kondycjonowania),• badanie efektywności energetycznej, analiza pracy mikroprocesora i systemu IoT w różnych trybach oszczędzania energii,• badanie efektywności obliczeniowej systemów wbudowanych,• przeprowadzenie ataku polegającego na podsłuchu sprzętu, w którym uprzednio zaimplementowano wybrany algorytm, oraz atak polegający na tzw. "wstrzykiwaniu energii" do generatora liczb prawdziwie losowych (ang. True Random Number Generator).• przetwarzanie obrazów w systemach wbudowanych.•
--------------	---

Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

1. **Organizacja i zasady zaliczania przedmiotu** - omówienie spraw organizacyjnych, regulaminu przedmiotu, sposobów wyboru projektów, typowych problemów występujących w trakcie realizacji projektu.
2. **Przedstawienie aktualnych trendów dotyczących rynku urządzeń Internetu Rzeczy**, ze szczególnym uwzględnieniem „inteligentnych czujników”.
3. **Schemat blokowy urządzenia typu „smart sensor”** – przedstawienie i omówienie głównych elementów składowych urządzenia IoT (przetwornik, układy kondycjonujące, mikrokontroler, układ zasilania, moduł łączności).
4. **Przetworniki i układy kondycjonujące** - omówienie wybranych typów przetworników wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Parametry, charakterystyki, aspekty miniaturyzacji i obniżania poboru mocy. Integracja z systemem. Wybrane typy układów kondycjonujących, dopasowanie amplitudy, pasma, filtracja zakłóceń.
5. **Przetwarzanie sygnałów w inteligentnych sensorach** – multipleksowanie wejść, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, linearyzacja i kalibracja toru kondycjonowania, autoadaptacja zakresów pomiarowych,
6. **Przetwarzanie danych w urządzeniach IoT** - rola i zastosowanie mikrokontrolerów, detekcja i korekcja błędnych danych, rejestracja i kompresja danych, wstępna analiza danych, wizualizacja danych, autodiagnostyka systemu, zapis i weryfikacja danych zapisywanych na nośnikach nieulotnych.
7. **Transmisja danych** – wewnętrzne interfejsy komunikacyjne (pomiędzy wewnętrznymi modułami urządzenia), bezprzewodowe interfejsy do komunikacji z zewnętrznymi urządzeniami, zagadnienia związane ze zdalną modyfikacją oprogramowania.
8. **Zasilanie urządzeń Internetu Rzeczy i minimalizowanie zużycia energii** – metody zasilania urządzeń Internetu Rzeczy, źródła odnawialne („energy harvesting”). Optymalizacja sprzętowa i programistyczna zużycia energii.
9. **Bezpieczeństwo sprzętowe urządzeń Internetu Rzeczy** – wybrane zagadnienia związane z atakami polegającymi na tzw. łamaniem sprzętu (side-channel). Omówione zostaną podstawowe techniki analizy kanałów ataków, oraz wskazane możliwe zabezpieczenia na różnych poziomach (od implementacji po część algorytmiczną). Przedstawione zostaną także zagadnienia związane z autotestowaniem urządzenia np.: testy po włączeniu zasilania, badanie integralności danych zapisanych w różnego typu pamięciach (Flash, EEPROM, karty SD), metody detekcji stanów awaryjnych, reakcja systemu na zaniki zasilania. Normy jakie musi spełniać oprogramowanie systemów wbudowanych.
10. **Zagadnienia konstrukcyjne** – wymagania środowiskowe, technologia wytwarzania i montażu, integracja poszczególnych elementów Urządzeń Internetu Rzeczy, miniaturyzacja i realizacja scalona systemu.

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) W ramach projektu studenci uzgadniają z prowadzącym sposób realizacji ustalonego zadania, kryteria jego zaliczenia i sporządzają dokumentację wstępną projektu. Zaliczenie projektu odbywa się w formie krótkiej, połączonej z dyskusją prezentacji uzyskanych rezultatów (m. in: zgodności uzyskanych wyników z przyjętymi założeniami, opisem napotkanych problemów i sposobami ich rozwiązania).
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą obrona kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projekt obrona projektowania systemów wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu systemy elektroniczne, w tym systemy wbudowane, mikro i nanosystemy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i projektowania układów analogowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03

Część I

Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia dyplomowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	6

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Prowadzenie i dokumentowanie badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	90.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	6
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	W ramach Pracownia Dyplomowej Student pod nadzorem Promotora realizuje ustalone wcześniej zadania. W szczególności Dyplomant zapoznaje się z dostępną bazą dydaktyczną, która będzie wykorzystywana w trakcie realizacji pracy (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). W razie konieczności określane są brakujące zasoby i ustalany jest sposób i czas uzyskania dostępu do nich. W ramach pracowni Dyplomant stale dokształca się w zakresie odpowiadającym tematyce pracy. Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji i w razie potrzeby, we współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o modyfikacji ustalonych wcześniej zadań badawczych. Oceniana jest także zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Dyplomant przedstawia Promotorowi wyniki pracy w postaci raportu lub prezentacji.
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-SDM1
Nazwa przedmiotu	Seminarium dyplomowe magisterskie 1
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Seminarium magisterskie pierwsze na kierunku Elektronika na WEiTI PW jest kursem, w ramach którego student w oparciu o analizę literaturową i własną pracę badawczą na wybrany temat, wykonywaną pod okiem promotora przygotowuje się do prezentacji seminaryjnej, która musi wygłosić publicznie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	W trakcie seminarium student nabywa i rozwija umiejętności komunikacyjne, opisu słownego a także pisemnego w celu prezentacji swoich zainteresowań naukowych. Seminarium prowadzi do przygotowania prezentacji seminaryjnej ocenianej przez koordynatora przedmiotu oraz przez innych uczestników seminarium i/lub krótkiego artykułu naukowego. Temat seminarium dyplomowego jest wybrany przez studenta i odpowiada problematyce specjalności, którą studiuje. Specyficzne zagadnienia niezbędne do prawidłowego przygotowania prezentacji seminaryjnej są formułowane i uzgadniane z Promotorem.
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student wie w jaki sposób przygotować tekst lub prezentację opisującą eksperyment, badania naukowe lub budowę/ zasadę działania urządzenia elektronicznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02

Część I	
Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w przygotowaniu teksów technicznych i naukowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Student zna i rozumie podstawy metodologii badań naukowych w dyscyplinach powiązanych z elektroniką.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi wykorzystywać wybrane teorie, metody i narzędzia w praktyce projektowania i realizacji badań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi prowadzić prace badawcze w celu przygotowania pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi przygotować krótki dokument techniczny lub doniesienie naukowe w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U06, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-DPZ
Nazwa przedmiotu	Doskonała praca zespołowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zajęcia mają wprowadzić studentów w zagadnienia związane z budowaniem i Funkcjonowaniem zadaniowych/ projektowych. W trakcie zajęć zanalizowane zostaną procesy i mechanizmy towarzyszące życiu zespołu tak, aby uczestnicy byli w stanie w przyszłości stworzyć i poprowadzić zespół projektowy działający skutecznie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Treść ćwiczeń <ol style="list-style-type: none">1. Co to jest "team building"? Znaczenie i korzyści pracy zespołowej.2. Proces budowania zespołu - umiejętności pracy zespołowej, tworzenie "ducha" zespołu.3. Cykl życia zespołu.4. Cele zespołowe - wyznaczanie i osiągnięcie; cele zespołowe, a cele i oczekiwania członków zespołu.5. Rozwijanie i doskonalenie zaangażowania i motywacji członków zespołu.6. Normy zespołowe - funkcje, źródła, normatywny wpływ grupowy.7. Techniki integracyjne.8. Role grupowe - interpersonalne i zadaniowe.9. Konstrukttywne i destruktywne zachowania członków zespołu.10. Rozwiązywanie i pokonywanie problemów.11. Metody zwiększania efektywności pracy zespołowej.12. Mechanizm grupowe podejmowanie decyzji - szanse i pułapki.13. Jak kierować zespołem - coaching.14. Komunikowanie w zespole.
--------------------	--

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie proces budowania zespołu i pracy zespołowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Skutecznie komunikuje się w zespole i działalność zespołu z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi w sposób kreatywny pracować w zespole i rozwiązywać zagadnienia związane z obszarem pracy zespołowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość jak istotna jest skuteczna komunikacja z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-SPOPT
Nazwa przedmiotu	Społeczne oblicza przemian technologicznych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zasadniczym celem przedmiotu jest ukazanie społecznych skutków rozwoju nowych technologii i roli innowacji technicznych we współczesnej kulturze.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Treść ćwiczeń <ol style="list-style-type: none">1. Technika jako składnik cywilizacji i kultury.2. Od schematu po innowację (1). Funkcja schematów w postrzeganiu świata i kształtowaniu ludzkich postaw.3. Od schematu po innowację (2). Innowacja - odstępstwo od reguły czy kreacja ?4. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (1). Lęk przed "nowym".5. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (2). Uzależnienie od internetu.6. Społeczne życie przedmiotów - owoców nowych technologii.7. Komunikacja społeczna i jej znaczenie dla rozwoju społeczeństwa informacyjnego.8. Nowoczesne techniki komunikacji (internet).9. Wpływ internetu na procesy tworzenia się społeczności wirtualnych i więzi społecznych.10. Czy żyjemy w epoce "cyberkultury"?11. Społeczeństwo informacyjne a teoria demokracji.12. Społeczeństwo informacyjne a globalizacja.13. Społeczeństwo informacyjne na co dzień. Wpływ techniki na styl życia.14. Czy potrzebny jest e-savoir-vivre ? Nowe technologie a ludzkie maniere.15. Podsumowanie zajęć.
--------------------	---

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie wpływ techniki i technologii, działalności inżynierskiej na społeczeństwo.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę komunikacji i propagowania informacji społeczeństwu, we współczesny sposób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PAPS
Nazwa przedmiotu	Prawne aspekty prowadzenia startupu
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Młode, innowacyjne organizacje działające w warunkach podwyższonego ryzyka biznesowego doświadczają trudności związanych z mnogością regulacji prawnych znajdujących zastosowanie. Start Up'y podobnie do innych biznesów w początkowej fazie rozwoju dysponują nieznacznymi kompetencjami wewnętrznymi w zakresie organizacji i prowadzenia działalności. Brak doświadczenia i łączącej się z nim wiedzy dotyczącej prawnych aspektów prowadzenia działalności gospodarczej powoduje częstokroć, że działalność jest nierentowna. Celem zajęć jest nabycie przez studentów wiedzy w zakresie prawnych ram budowania i organizacji działalności gospodarczej na etapie startu i we wczesnej fazie rozwoju. Zajęcia te są przeznaczone w głównej mierze dla studentów kierunków technicznych, ale również dla studentów wszelkich innych kierunków, którzy chcą uzyskać skompilowaną wiedzę odnoszącą się do możliwości i formy prowadzenia działalności w Polsce w przystępnej formie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Treści kształcenia	<ul style="list-style-type: none">• Wprowadzenie do tematyki zajęć, w tym w szczególności prawoznawstwa – źródła prawa, podstawowe kategorie, podstawowe pojęcia, struktura aktu prawnego;• Omówienie najważniejszych elementów problematycznych prawnych aspektów organizacji procesu zakładania przedsiębiorstwa;• Wybór formy prowadzonej działalności, charakterystyka i różnice poszczególnych form prawnych;• Obowiązki łączące się z wyborem konkretnej formy prawnej i sposób prowadzenia tej działalności;• Opodatkowanie działalności gospodarczej. Wybór formy opodatkowania;• Procedura przygotowania przedsiębiorstwa do prowadzonej działalności, wymagania niezbędne do spełnienia;• Odpowiednie zabezpieczenie własności intelektualnej;• Transformacja cyfrowa – ryzyka związane z transformacją cyfrową, niezbędne zabezpieczenia, wymagania prawne, sposób zabezpieczenia działalności;• Prawne aspekty marketingu;• Prowadzenie działalności w sieci Internet – wymagania związane z organizacją i prowadzeniem działalności dystrybuującej towary lub usługi za pośrednictwem sieci Internet;• Ryzyka i zagrożenia związane z prowadzeniem działalności w sieci Internet;• Ochrona danych osobowych w działalności gospodarczej;• Wybrane wyzwania prowadzenia działalności gospodarczej w Polsce;• Omówienie obecnych i nadchodzących nowelizacji i zmian prawnych.•
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie ekonomiczne, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności StartUp'u
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności intelektualnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób pobudzający przedsiębiorczość w warunkach podwyższonego ryzyka
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-DSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,(Metody)-Inteligentne systemy-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie studentów z pojęciem optimum, warunkami koniecznymi i dostatecznymi optymalności dla zadań optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami, pozwalającymi na weryfikację poprawności uzyskiwanych z pakietów rozwiązań. Studenci zapoznają się również z pewnymi pakietami modelowania i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych (AMPL, MATLAB). Ponadto w ramach wykładu przedstawione zostaną elementy teorii dualności Lagrangea oraz wybrane metody numerycznego rozwiązywania zadań optymalizacji. Szczególnie dużo uwagi poświęca się zadaniom programowania liniowego i kwadratowego. Celem dodatkowym jest zapoznanie studentów z pewnymi rzeczywistymi zastosowaniami metod optymalizacyjnych, formułowaniem modeli optymalizacyjnych oraz różnymi problemami, z którymi mogą się zetknąć w trakcie ich rozwiązywania, jak również praktycznym wykorzystaniem istniejących pakietów optymalizacyjnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL (w ramach programowania liniowego również LP_SOLVE). Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania. Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników.</p>
---------	---

1. Zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego. (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ**
1. Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej. (2h)
 2. Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych. (2h)
 3. Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)
 4. Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych. (2h)
- PROGRAMOWANIE LINIOWE**
1. Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej. (2h)
 2. Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M"). (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI**
1. Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności. (2h)
 2. Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępów dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego. (2h)
- PROGRAMOWANIE KWADRATOWE**
1. Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami. (2h)
 2. Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami. (2h)
- METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI**
1. Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego. (2h)
 2. Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary. (2h)
 3. Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea. (2h)
 4. Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego. (2h)

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Znajomość podstawowych koncepcji teorii optymalizacji oraz własności standardowych zadań optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Znajomość metodyki formułowania zadań optymalizacji w obszarach projektowania sprzętu oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Znajomość podstaw działania oraz własności numerycznych technik optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Umiejętność prawidłowego formułowania zadania optymalizacji na podstawie opisu zadania inżynierskiego oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Umiejętność właściwego doboru algorytmów numerycznej optymalizacji – z uwzględnieniem cech szczególnych zadania (rozmiar zadania, dostępność wrażliwości, koszt obliczeń funkcji celu, funkcji ograniczeń, rodzaj ograniczeń)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Umiejętność przeprowadzenia optymalizacji przy użyciu bibliotek numerycznych (np. programu Matlab). Umiejętność oceny przebiegu optymalizacji i własności rozwiązania (poprawność, dokładność, uwarunkowanie numeryczne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi udokumentować proces rozwiązywania zadania projektowego oraz osiągnięte wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Kształcenie oparte o projekty)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,(Semestr 2 modelowy)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów, także w praktyce, z zagadnieniami cyberbezpieczeństwa specyficznymi dla systemów Internetu Rzeczy. Student uczy się rozpoznawać potencjalne podatności i zagrożenia występujące we współczesnych systemach łączności radiowej ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń i sieci klasy IoT oraz poznaje typowe techniki wykrywania i zapobiegania incydentom bezpieczeństwa.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	120.00 h
Projekt	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	12
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

1. Wprowadzenie do zagadnień bezpieczeństwa sieci IoT, modelowanie zagrożeń. Specyfika systemów IoT i kwestie bezpieczeństwa, przykłady incydentów. Standardy, frameworki, protokoły, stan prawny, kierunki rozwoju. Pojęcia constrained-node, constrained-networks. Identyfikacja zagrożeń. Łączność w sieciach IoT – przewodowa i bezprzewodowa. Tablica przeznaczeń częstotliwości. Źródła informacji o urządzeniach IoT (np. FCC ID, inżynieria odwrotna). Technika Software Defined Radio – charakterystyka i rola w systemach IoT Minimisja: Na przykładzie specyfikacji wybranych urządzeń elektronicznych z najbliższego otoczenia - samodzielna próba identyfikacji sposobu i parametrów komunikacji (np. częstotliwość, moc, standard telekomunikacyjny).
2. Protokoły sieciowe w IoT Podstawy najpopularniejszych protokołów sieciowych wykorzystywanych w sieciach IoT np. HTTP, MQTT, CoAP. Narzędzia do generowania żądań i analizy komunikacji (np. Postman, MQTT Explorer, Mosquitto, Wireshark). Biblioteki wspomagające implementację klienta/serwera np. w Pythonie. Podgląd komunikacji na poziomie pakietów TCP/IP – program Wireshark. Minimisja: Klient/serwer w Pythonie – uruchomienie i modyfikacja przykładów . Analiza przechwyconych żądań i odpowiedzi za pomocą Wireshark dla protokołów sieci IoT Minimisja: Wykorzystując dostępne online odbiorniki SDR, odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały radiowe.
3. Podstawy komunikacji radiowej Fale elektromagnetyczne – właściwości propagacyjne, modele propagacji. Obliczanie bilansu łącza. Sygnał radiowy – definicja, miary jakości, cechy charakterystyczne. Podstawowe schematy modulacji analogowych i cyfrowych. Podstawowe problemy związane z przesyłaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (np. stosunek sygnał-szum, zniekształcenia, synchronizacja, publiczność przekazu). Reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej - sygnał kwadraturowy (IQ). Wizualizacja sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości, czasu-częstotliwości. Parametry widmowe sygnałów różnych standardów, identyfikacja sygnałów. Minimisja: Zainstalować i uruchomić odbiornik SDR na własnym komputerze. Przy jego pomocy odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały dostępne lokalnie w eterze. Minimisja: Analiza literaturowa obecnego stanu techniki w zakresie bezpieczeństwa systemów bezprzewodowych powszechnego użytku
4. Podstawowe narzędzia do testów penetracyjnych w sieciach radiowych IoT Architektura Zero-IF w systemach SDR. Przykłady dostępnych komercyjnie urządzeń odbiorczych i nadawczo-odbiorczych SDR – przegląd, wady, zalety ze szczególnym uwzględnieniem cech szczególnie ważnych dla badania bezpieczeństwa sieci IoT. Analizator widma. Oprogramowanie do odbioru i analizy sygnałów radiowych, np. Universal Radio Hacker, GNU Radio Companion, Gqrx, SDR#, SDR Console, Audacity. Minimisja: Odbiór sygnałów z wybranego otwartego standardu za pomocą mobilnej platformy SDR. Dyskusja nad potencjalnymi zagrożeniami wynikającymi z otwartości przekazu.

5. Testy bezpieczeństwa w sieciach IoT. Badanie bezpieczeństwa systemu IoT w różnych warstwach: rekonesans sieciowy (odkrywanie hostów, identyfikacja systemów operacyjnych oraz wersji narzędzi, mapowanie topologii), badanie protokołów w łączach bezprzewodowych i przewodowych, atakowanie usług/protokołów, przegląd konfiguracji hostów, testowanie aplikacji mobilnych / webowych / chmurowych, warstwa sprzętowa, rekonesans pasywny / OSINT. Rekonesans pasywny w sieci bezprzewodowej na przykładzie nasłuchu transmisji radiowych przy użyciu odbiorników SDR oraz ogólnodostępnego oprogramowania. Źródła wiedzy o sygnałach radiowych. Ulot elektromagnetyczny, urządzenia klasy TEMPEST. Minimisja: Wykorzystanie narzędzi do automatycznego skanowania sieci i podatności urządzeń IoT. Minimisja: Przechwytywanie i analiza emisji ujawniającej – ulot elektromagnetyczny.
6. Rekonesans systemu radiowego. Zagrożenia wynikające z możliwości przechwycenia transmisji, zarejestrowania sygnału, jego analizy/dekodowania i retransmisji. Inżynieria odwrotna protokołów radiowych na przykładzie urządzeń klasy Sub-1GHz. Typowe elementy ramki radiowej (np. preambuła, payload, suma kontrolna). Systemy o stałym i zmiennym kluczu. Minimisja: Dekodowanie sygnałów z urządzeń powszechnego użytku, np. stacje pogodowe, wodomierze, piloty zdalnego sterowania
7. Ingerowanie w działanie systemów radiokomunikacyjnych – nadawanie sygnałów. Aspekty prawne. Przegląd urządzeń i podzespołów pozwalających wytwarzać sygnały radiowe: dedykowane dla określonych schematów modulacji oraz generatory przebiegów arbitralnych (określanych na podstawie próbek IQ). Odtwarzanie zarejestrowanego sygnału – atak typu replay. Modyfikacja zarejestrowanego sygnału. Ataki typu brute-force, jamming, spoofing, tampering. Minimisja: Zaimplementować nadajnik podszywający się pod oryginalny czujnik stacji pogodowej (atak typu spoofing). Minimisja: Przeprowadzić atak typu brute-force oraz jamming na wskazanym systemie IoT.
8. Sieci WiFi / Bluetooth Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Przeprowadzenie ataków typu deauthentication, jamming sieci WiFi. Minimisja: Podsluchiwanie klawiatury / myszki bezprzewodowej.
9. Systemy ZigBee i BLE Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Podsluch oraz atak typu replay względem wybranego urządzenia konsumenckiego pracującego w standardzie ZigBee. Minimisja: Analiza komunikacji BLE. Odczyt deskryptorów, autentykacja, MAC spoofing.

10. Systemy łączności dalekiego zasięgu (np. LoRa, GPS, DCF77, publiczne emisje rozsiewcze) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Właściwości i propagacja fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości i na dużych dystansach. Modele propagacyjne. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: przeprowadzić wybrany atak na sieć LoRa np. bitflip, replay, ack spoofing. Minimisja: przeprowadzić atak GPS spoofing.
11. Systemy łączności bliskiego zasięgu (np. RFID, NFC) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Systemy RFID aktywne i pasywne. Tagi RFID i ich zabezpieczenia. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Klonowanie tagów. Modyfikowanie zawartości tagów. Podsluchiwanie transmisji pomiędzy czytnikiem a tagiem.
12. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 1. Komunikacja i diagnostyka za pomocą interfejsów szeregowych. Inżynieria odwrotna urządzenia IoT: inspekcja zewnętrzna, pozyskiwanie wszelkich informacji o urządzeniu z różnych źródeł, inspekcja wewnętrzna, identyfikacja roli kluczowych komponentów. FCC ID. Wyszukiwanie oraz czytanie not katalogowych komponentów elektronicznych. Komunikacja szeregową UART – odczyt informacji diagnostycznych. Standardy RS-232 / RS-485 i sieci przemysłowe. Protokół Modbus – podgląd transmisji, sterowanie urządzeniami. Minimisja: Inżynieria odwrotna wskazanego urządzenia IoT. Minimisja: Komunikacja w sieci przemysłowej Modbus – nasłuch i ingerencja
13. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 2. Komunikacja pomiędzy podzespołami urządzenia IoT (np. SPI, I2C, 1-Wire). Komunikacja pomiędzy komponentami składowymi urządzeń IoT – protokoły szeregowo SPI, I2C, 1-Wire itp. Podglądanie komunikacji z układami peryferyjnymi – wykorzystanie oscyloskopu, analizatora stanów logicznych itp. Pozyskiwanie listy zajętych adresów na magistrali I2C. Inżynieria odwrotna protokołu komunikacji w przypadku, gdy nota katalogowa układu nie jest dostępna. Wysyłanie własnych komend do sprzętu. Minimisja: odczyt, modyfikacja i zapis szeregowo pamięci EEPROM przechowującej nastawy lub firmware urządzenia. Minimisja: podgląd komunikacji szeregowo pomiędzy mikrokontrolerem a czujnikiem

14. Bezpieczeństwo IoT – aspekty prawne, moralne i praktyczne. Audyt bezpieczeństwa. Regulacje prawne (w tym planowane regulacje EU) dotyczące bezpieczeństwa urządzeń i systemów IoT. Kwestia ochrony prywatności użytkowników urządzeń IoT, anonimizacja danych, ochrona danych przed podsłuchaniem, szyfrowanie. Nieoczywiste drogi do utraty/zabrania komuś elementów prywatności, np. profilowanie zachowań ludzi na podstawie pomiarów zużycia energii elektrycznej, wody itp., ułot elektromagnetyczny, kamery i analiza obrazu za pomocą sztucznej inteligencji. Wykorzystywanie publicznie dostępnych danych do nieoczywistych zastosowań, np. <https://dictatoralert.org/>. Dalsze kierunki rozwoju dla inżynierów bezpieczeństwa IoT, rynek pracy. Minimisja: przygotowanie i poprowadzenie prelekcji lub dyskusji na wybrany temat dotyczący bezpieczeństwa IoT.
15. Rezerwa, prezentacje końcowe projektów semestralnych. Seminarium podsumowujące zrealizowane projekty semestralne. Każdy z zespołów prezentuje przygotowane rozwiązanie techniczne oraz uzyskane wyniki z zakresu bezpieczeństwa i stabilności działania sieci. Omawiane są logi wykrytych i przeprowadzonych prób naruszeń integralności systemów. Dyskusja nad potencjalnymi podatnościami poszczególnych rozwiązań.

Część I

Projekt	<p>Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT</p> <ul style="list-style-type: none">• Zadaniem każdego z kilkusobowych zespołów studenckich jest zaprojektowanie i zaimplementowanie uproszczonego modelu niskobudżetowej, możliwie bezpiecznej sieci IoT, realizującej zadania z zakresu akwizycji danych lub / i sterowania, zgodne z zarysem założeń funkcjonalnych określonym przez prowadzącego zajęcia. Istotą zadania jest zaprojektowanie własnego sposobu komunikacji bezprzewodowej wykorzystującego scalone transceivery Sub-1GHz lub / i urządzenia SDR (wykluczone jest stosowanie fabrycznych rozwiązań oferujących wbudowane szyfrowanie, np. WiFi, BLE, LTE itp.). Zadanie obejmuje wybór schematu modulacji, projekt ramki radiowej, wybór lub projekt protokołu warstwy aplikacji, decyzje o tym, czy system jest jedno- czy dwukierunkowy (z potwierdzeniami), wybór algorytmu szyfrowania (lub jego braku) itp. oraz implementację modelu sieci z wykorzystaniem dostępnych komponentów (np. minikomputer jednoukładowy Raspberry Pi plus dołączony interfejs bezprzewodowy, czujnik lub / i element wykonawczy). Elementem zadania jest także wyposażenie sieci w mechanizmy pozwalające zorientować się, że ktoś próbuje naruszać jej integralność (monitorowanie ruchu). Zadanie kończy się przygotowaniem dokumentacji technicznej systemu, obejmującej m.in. specyfikację opracowanego protokołu radiowego, szczegóły implementacji, podjęte działania i zastosowane rozwiązania mające na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa sieci.• Część 2 – przegląd bezpieczeństwa sieci IoT
---------	--

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Działający model sieci dany zespół studentów przekazuje w ręce innego zespołu, w celu zweryfikowania jej bezpieczeństwa. Względem swojej sieci zespół występuje w roli Zespołu Broniącego, natomiast względem obcej sieci zespół pełni rolę Testera. Zadaniem Testera jest przeprowadzenie przeglądu bezpieczeństwa sieci podążając za zaleceniami (np. zgodnie z wybranym frameworkiem bezpieczeństwa) przedstawionymi przez prowadzącego zajęcia. Zespół Broniący udostępnia Testerom kod źródłowy stworzonego oprogramowania (np. poprzez repozytorium), ale nie hasła czy innego rodzaju klucze autoryzujące. Przegląd bezpieczeństwa polega zarówno na analizie kodu źródłowego jak również przeprowadzeniu prób spenetrowania sieci oraz złamania jej zabezpieczeń, w tym tych dotyczących komunikacji radiowej. Przeprowadzane próby są odnotowywane w sprawozdaniu, z uwzględnieniem typu, dokładnej daty i godziny prowadzonych działań, oraz szczegółów technicznych pozwalających na odtworzenie ataku w późniejszym terminie np. przez prowadzącego zajęcia lub Zespół Broniący w ramach zabezpieczenia swojego rozwiązania. Tester przedstawia sprawozdanie z przeprowadzonych badań, wskazując na wykryte podatności analizowanego systemu. Zadaniem Zespołu Broniącego na tym etapie jest przede wszystkim wychycenie prób spenetrowania oraz złamania zabezpieczeń własnej sieci. Do tego celu wykorzystane powinny zostać wbudowane w sieć rozwiązania monitorujące podejrzane zachowania (np. zaimplementowane w Części 1 monitorowanie ruchu). Zespół Broniący przedstawia sprawozdanie, w którym zamieszcza wiarygodne zestawienie wykrytych prób naruszenia integralności swojej sieci.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04

Część I

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, (Teleinformatyka - obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w zagadnienia związane z Internetem Rzeczy oraz nowoczesnymi systemami czujnikowymi. W trakcie zajęć przedstawione są konstrukcje, technologie wykonania i parametry typowych czujników oraz omawiane są kierunki rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe i innowacyjne czujniki drukowane. W ramach przedmiotu studenci zdobywają umiejętności praktycznego wykorzystywania sprzętu, oprogramowania i technologii transmisji danych do tworzenia w pełni funkcjonalnych systemów dla Internetu Rzeczy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Treści kształcenia	<p>Treść zajęć laboratoryjnych: Zajęcia laboratoryjne wykonywane będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o ewaluacyjne zestawy wyposażone w mikrokontrolery ARM z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratoria będą składać się z 6 części, na których kolejno będą poruszane tematy niezbędne do realizacji dalszej części projektowej. Zajęcia laboratoryjne obejmą podstawowe zagadnienia związane z poruszaniem się w środowisku uruchomieniowym, inicjalizację i konfigurację mikrokontrolera, obsługę jego układów peryferyjnych takich jak: liczniki, system przerwań czy przetwornik A/C. Ważnym aspektem poruszonym na laboratoriach będzie komunikacja bezprzewodowa oraz obsługa czujników przy pomocy standardowych interfejsów komunikacyjnych takich jak: I2C, SPI czy UART. Zakres laboratoriów:</p> <ol style="list-style-type: none">1. przygotowanie mikrokontrolera do pracy, sterowanie liniami portów we/wy,2. konfiguracja wewnętrznych układów peryferyjnych mikrokontrolera, <p>III. obsługa interfejsów RS232, I2C i SPI,</p> <ol style="list-style-type: none">1. komunikacja z zewnętrznymi układami czujnikowymi: pomiar napięcia, temperatury, położenia,2. tryby obniżonego poboru mocy, zasilanie bateryjne,3. komunikacja bezprzewodowa przy pomocy standardu LoRa. <p>Treść zajęcia projektowych: Tematyka projektu będzie związana z budową systemów IoT wykorzystujących różne typy czujników. Systemach tych duży nacisk będzie położony na kreatywne i innowacyjne wykorzystanie czujników oraz syntezę danych pobieranych z kilku czujników jednocześnie. Układy pomiarowe będą zbudowane z gotowych modułów mikroprocesorowych oraz komunikacyjnych. Tematy projektów nie będą narzucane z góry, ale będą efektem analizy zapotrzebowania rynkowego. Elementem projektu będzie opracowanie pomysłu (problemu), jego analiza oraz wywiad wśród potencjalnych użytkowników. Projekt będzie składał się z kilku etapów: przygotowania i testowania rozwiązania problemu, identyfikacji potrzeb użytkownika, redefinicji problemu, przygotowania wstępnego prostego prototypu, testów prototypu, udoskonalenia rozwiązania i prezentacji efektów pracy. Grupy projektowe będą składały się z 3-5 osób. Każdy z członków grupy będzie miał swoją rolę w zespole, jak też przydzielone z tego tytułu zadania. Podczas realizacji projektu zakłada się wykorzystanie innowacyjnych form kształcenia, takich jak „Design Thinking” i „Double Diamond”.</p>
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U12, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji oraz interpretacji, jak też poddawać krytycznej ocenie, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi przeprowadzić wywiad z użytkownikami systemu oraz identyfikować i odpowiednio realizować ich potrzeby i wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-TLTBM-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych układach stosowanych w układach transmisji bezprzewodowej: budową układów, ich oprogramowaniem i testowaniem.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wprowadzenie Sieci radiowe - standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów. **Mikrokontroler jako element układu radiowego Budowa mikrokontrolerów** Jednostka centralna, Generatory sygnałów zegarowych, Przerwania, Cyfrowe układy wejścia-wyjścia, Rodzaje pamięci, Układy czasowe, Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Dynamiczny dostęp do pamięci (DMA). **Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych** Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe. **Mikrokontrolery w układach transmisji bezprzewodowej** Mikrokontrolery o pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii. **Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M:** Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex-M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjne, poboru energii). Tryby pracy układów. **Oprogramowanie mikrokontrolerów** **Oprogramowanie jednowątkowe** (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego. **Systemy czasu rzeczywistego** Działanie systemu czasu rzeczywistego (zadania, zdarzenia, synchronizacja zadań, obsługa przerwań, priorytetyzacja zadań), Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych. Klasyfikacja systemów (FreeRTOS, TI-RTOS embOS). **Oprogramowanie sterujące transmisją wieloprotokółową** Koncepcja i realizacja sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). **Środowiska i narzędzia programowe** Przegląd środowisk programowania, Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie), Programatory, podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne. Ocena zużycia energii. **Specyfika realizacja układów transmisji w przykładowych sieciach bezprzewodowych** **Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych** Budowa typowych modemów IoT, Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem. Wykorzystanie stosów protokołów. **Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN** Budowa typowych układów LoRa, Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji. **Układy transmisji w sieci WiFi** Budowa i działanie modułów WiFi, komunikacja z modułami. Rozwiązania jednowątkowe. **Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x** Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednowątkowe i z odrębnym układem radiowym.

Część I

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania.

- **Oprogramowanie układu nadajnika Bluetooth 5** W trakcie ćwiczenia studenci opracują i przetestują oprogramowanie układu SoC (System on Chip) firmy Nordic Semiconductors realizującego transmisję w standardzie Bluetooth 5. Oprogramowanie będzie działało w systemie operacyjnym RTOS. Zakres badań obejmuje weryfikację transmisji za pomocą aplikacji działającej na smartfonie, określenie poboru energii przez układ.
- **Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN** W trakcie ćwiczenia studenci połączą układ złożony z modułu uruchomieniowego procesora ARM i modułu radiowego sieci LoRaWAN, a następnie opracują program umożliwiający transmisję z użyciem różnych trybów pracy modułu radiowego. Transmitowane komunikaty będą analizowane za pomocą bramki sieci LoRa. Zakres badań obejmuje również obserwację sygnałów w łączy szeregowym pomiędzy układami, obserwację sygnałów w łączy radiowym - widma i czasu trwania pakietów, określenie poboru energii.
- **Badanie wpływu oprogramowania na pobór energii układu transmisji radiowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie i optymalizacja prostego oprogramowania mikrokontrolera z rodziny MSP430FR sterującego układem radiowym pracującym w paśmie 868 MHz. W trakcie ćwiczenia zostanie zbadany wpływ oprogramowania na pobór prądu przez opracowany układ. Zostaną przetestowane różne tryby pracy mikrokontrolera i układu radiowego.
- **Badanie układu transmisji wieloprotokółowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie oprogramowania umożliwiającego zmianę standardu łącza radiowego (Zigbee, Thread, Bluetooth 5) podczas pracy mikrokontrolera. W programowaniu zostaną wykorzystane funkcje sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Badania układu będą obejmowały obserwację sygnałów w.cz. nadawanych przez układ oraz obserwację poboru prądu podczas przełączania pomiędzy transmisjami.
- **Realizacja układu transmisji WLAN** W ramach ćwiczenia zadaniem studentów będzie polegało na dołączeniu do układu mikrokontrolera modułu WiFi, oprogramowanie mikrokontrolera i przeprowadzenie testów układu polegających na weryfikacji funkcjonalnej za pomocą programu Wireshark oraz obserwacji poboru prądu przez układ w różnych fazach transmisji. Opracowany układ będzie współpracował ze standardowym ruterem sieci WiFi.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
------------	-----

Część I

Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-MARM
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery ARM Cortex
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie z architekturą mikrokontrolerów z rdzeniami ARM Cortex-M0,M3,M4,M7s Po zapoznaniu z podstawowymi informacjami o budowie i działaniu rdzeni firmy ARM o profilu dedykowanym dla mikrokontrolerów omawiane są przykładowe zastosowania. Głównymi elementami zajęć jest zapoznanie studentów z jednej strony z budową i możliwościami oraz ograniczeniami architektury ARM v6m/v7m z drugiej z strony, peryferiami dostępnymi w mikrokontrolerach bazujących na rdzeniach ARM, ich możliwościami oraz metodami konfiguracji. Praktyczne aspekty wykorzystywania mikrokontrolerów są analizowane podczas zajęć laboratoryjnych na przykładzie popularnej rodziny mikrokontrolerów jednonukładowych STM32.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

WYKŁADY:

- Wprowadzenie, zarys historii oraz profile rdzeni firmy ARM, opis oraz porównanie różnych rdzeni opartych o architekturę ARMv6m/v7m (2h)
- Opis architektury ARMv7m, rejestry, tryby pracy, wyjątki procesora, koprocessor numeryczny, budowa stosu (3h)
- Peryferia zintegrowane z rdzeniem mikrokontrolera, kontroler przerwań NVIC, Timer SysTick, Jednostka ochrony pamięci MPU (3h)
- Lista instrukcji Thumb/Thumb2, podstawy assemblera (3h)
- Magistrale wewnętrzne, pamięć cache mikrokontrolera (2h)
- Narzędzia developerskie, kompilatory ze szczególnym uwzględnieniem GCC, środowiska IDE, systemy budowania, oprogramowanie middleware dostarczane przez producentów, narzędzia openSource (2h)
- Metody uruchamiania oprogramowania, narzędzia debugger OpenOCD/GDB, przykłady oprogramowania związane z rdzeniem mikrokontrolera (2h)
- Uruchamianie procesora (boot), omówienie podtypów rodziny STM32, zegar systemowy, pętla PLL, budowa portów GPIO (2h)
- Interfejsy szeregowy: UART, SPI, I2C, I2S (3h)
- Układy czasowo licznikowe ogólnego przeznaczenia, liczniki czuwające (2h)
- Systemy operacyjne czasu rzeczywistego przeznaczone dla mikrokontrolerów na przykładzie systemu ISIX-RTOS (2h)
- Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe (2h)
- Układ bezpośredniego dostępu do pamięci DMA (2h)
-

Część I

Laboratorium

LABORATORIA: Zajęcia laboratoryjne wykonywane są w zespołach jednoosobowych w oparciu o dedykowane pakiety dydaktyczne wyposażone w mikrokontrolery STM32 z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratorium umożliwia praktyczne zweryfikowanie wiedzy z zakresu obsługi wewnętrznych zasobów mikrokontrolerów opartych na architekturze ARMv6m/v7m, ich komunikacji z przykładowymi, urządzeniami zewnętrznymi oraz podstaw implementacji systemów operacyjnych.

Zajęcia obejmują podstawy poruszania się w środowisku uruchomieniowym VSCODE/GCC, inicjalizację mikrokontrolera i konfigurację oraz obsługę jego układów peryferyjnych takich, jak liczniki, system przerwań, sterownik DMA, przetwornik A/C i C/A, a także typowych urządzeń zewnętrznych, jak klawiatura, akcelerator, żyroskop, kompas., zewnętrzne przetworniki A/C i C/A, czujniki temperatury, ciśnienia, pamięć SD itp.

Tematy laboratoriów:

1. Zapoznanie się z narzędziami oraz środowiskiem programistycznym, uruchamianie oprogramowania oraz debugowanie, pierwszy projekt w Visual Studio Code / ARM-GCC
2. Zapoznanie się z obsługą portów GPIO mikrokontrolera z użyciem niskopoziomowych bibliotek Low Level API dostarczanych przez firmę ST, oraz bibliotekami niskopoziomowymi systemu ISIX. Zapoznanie się ze sposobem zgłaszania przerwań zewnętrznych z wykorzystaniem kontrolera EXTI.
3. Zapoznanie z zestawami ewaluacyjnymi STM32F411E oraz STM32F469I discovery, środowiskiem deweloperskim opartym o kompilator GCC oraz Visual Studio Code. Uruchamianie i debugowanie kodu w środowisku deweloperskim. Podstawowe funkcje API systemu ISIX przydatne podczas realizacji laboratoriów.
4. Konfiguracja portu szeregowego, oraz oprogramowanie portu szeregowego w trybie odpytywania oraz z wykorzystaniem systemu przerwań i kontrolera NVIC.
5. Obsługa magistral szeregowych I2C oraz SPI, sposoby komunikacji z przykładowymi układami MEMS: akcelerometr oraz żyroskop.
6. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego na przykładzie systemu ISIX-RTOS. Działanie algorytmu szeregującego, tworzenia zadań (wątków), mechanizmy synchronizacji międzyprocesowej: semafony, mutexy, zmienne warunkowe, kolejki komunikatów. Komunikacja pomiędzy przerwami, a zadaniami (wątkami)
7. Pomiary wartości skutecznej (RMS) z wykorzystaniem przetwornika A/C. Generowanie sygnałów analogowych z wykorzystaniem wbudowanego przetwornika C/A

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną wiedzę ogólną na temat architektury ARMv6M ARMv7M obejmującą: • Budowę rdzenia • Zestawu dostępnych instrukcji dla poszczególnych rdzeni: Cortex-M0/ K1_ W04 M3/M4/M7 • Budowy wewnętrznych układów peryferyjnych zintegrowanych z rdzeniem. • Modelu programowego architektury oraz zestawu instrukcji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

Część I	
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	W2: Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia służące do produkcji laboratoria laboratoria, oprogramowania dla mikrokontrolerów ARM z następujących zakresów: • systemy kontroli wersji (SCM) • Zarządzanie kompilacją wielomodułowych projektów z wykorzystaniem narzędzi do budowania oprogramowania K2_W04 • Debugowanie oprogramowania przeznaczonego dla mikrokontrolerów • Zastosowanie zewnętrznych bibliotek dostarczanych przez producentów oraz openSource do realizacji skomplikowanych zagadnień programistycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę techniczną związaną z układami peryferyjnymi mikrokontrolerów jednoukładowych obejmujących: • Porty wejścia-wyjścia K3_W04 • Układy czasowo-licznikowe • Kontrolery magistral szeregowych • Przetworniki analogowo – cyfrowe oraz cyfrowo-analogowe
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę na temat systemów operacyjnych czasu rzeczywistego dedykowanych dla mikrokontrolerów należących do jednego z poniższych zakresów: • Działanie algorytmów szeregujących systemów operacyjnych czasu rzeczywistego • synchronizacja oraz komunikacja międzyprocesowa. • Tworzenia zadań systemu operacyjnego oraz podział poszczególnych części projektu na zadania systemu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać odpowiedni mikrokontroler w zależności od problemu który powinien być zrealizowany.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi tworzyć oraz uruchamiać oprogramowanie w języku C/ C++ dla mikrokontrolerów z wykorzystaniem dostępnych narzędzi OpenSource oraz środowisk IDE
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać oraz oprogramować wewnętrzne układy peryferyjne mikrokontrolera potrzebne do realizacji określonego zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	

Część I

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-UMB
Nazwa przedmiotu	Uczenie maszynowe w bioinformatyce
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami eksploracji danych i uczenia się maszyn, znajdującymi zastosowanie w bioinformatyce.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład:

- Wprowadzenie do bioinformatyki. Podstawowe cele bioinformatycznej analizy danych w biologii molekularnej i naukach medycznych.
- Podstawowe pojęcia z zakresu biologii molekularnej. Budowa i właściwości biomolekuł (DNA, RNA i białek). Ekspresja genów. Pojęcia genomu, transkryptomu i proteomu. Zdefiniowanie obszarów badań genomiki, transkryptomiki, proteomiki oraz omówienie ich roli w badaniach podstawowych i medycynie.
- Wysokowydajne techniki pomiarowe biologii molekularnej (sekwencjonowanie nowej generacji, mikromacierze, ilościowy PCR, spektrometria mas) jako przykładowe źródła danych dla analiz bioinformatycznych. Charakterystyka danych z wielkoskalowych badań biologicznych i omówienie ogólnego schematu ich przetwarzania
- Metody statystycznego opisu i wizualizacji danych o dużej wymiarowości. Przetwarzanie wstępne danych oraz eliminacja wpływu niebiologicznych źródeł zmienności. Redukcja wymiarowości (na przykładzie PCA) i jej znaczenie dla procesu przygotowania danych wejściowych dla algorytmów analizy statystycznej i uczenia się maszyn.
- Uczenie się maszyn: definicja i związki z innymi dziedzinami nauki. Rodzaje uczenia się, ze szczególnym uwzględnieniem podziału pod kątem sposobu wykorzystania informacji trenującej: techniki nadzorowane i nienadzorowane, uczenie ze wzmocnieniem. Główne klasy problemów, do rozwiązywania których używa się uczenia maszynowego. Obszary zastosowań metod uczenia się maszyn w bioinformatyce.
- Zadanie klasyfikacji. Zdefiniowanie problemu i podstawy teoretyczne. Klasyczne metody statystyczne: gaussowskie klasyfikatory Bayesa (QDA, LDA) i ich naiwne wersje (DQDA, DLDA). Metoda K najbliższych sąsiadów (K-NN) jako przykład prostego klasyfikatora wywodzącego się z obszaru uczenia maszynowego.
- Zaawansowane techniki klasyfikacji. Sieci neuronowe MLP (Multi-Layer Perceptron) – architektura, zasada działania i algorytmy uczenia. Metoda wektorów nośnych (Support Vector Machine, SVM).
- Rodzaje i właściwości miar jakości klasyfikacji: dokładność, czułość, swoistość i pole pod krzywą ROC. Zdolność do uogólniania i problem nadmiernego dopasowania do zbioru uczącego. Ocena działania klasyfikatorów przy użyciu walidacji krzyżowej. Optymalizacja parametrów klasyfikatorów. Wybór cech maksymalizujących skuteczność klasyfikacji. Wzmacnianie klasyfikatorów.
- Analiza skupień – grupowanie próbek i cech za pomocą algorytmów klasteryzacji. Miary niepodobieństwa obiektów opisywanych wektorami cech. Prezentacja różnych podejść do grupowania: algorytmy używające pojęcia centroidu (na przykładzie k-means), metody density-based (Jarvisa Patricka i DBSCAN), aglomeracyjna klasteryzacja hierarchiczna. Zastosowanie w analizie skupień samoorganizujących się sieci neuronowych uczonych przez współzawodnictwo

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • Problem selekcji cech. Wyznaczanie grup cech (genów lub białek) o charakterystycznych wzorcach ekspresji przy wykorzystaniu metod redukcji wymiarowości i klasteryzacji. Użycie klasycznych i resamplingowych testów istotności do selekcji cech różnicujących grupy badanych próbek (z uwzględnieniem problemu korekcji pod kątem jednoczesnego testowania wielu hipotez). • Bioinformatyczne bazy danych i analiza funkcjonalna zbiorów genów i białek. Przegląd ogólnodostępnych repozytoriów bioinformatycznych. Wykorzystanie baz danych podczas interpretacji wyników eksperymentów biologicznych. • Podsumowanie i uwagi praktyczne. Jak efektywnie używać wiedzy zdobytej na wykładach w rzeczywistych analizach bioinformatycznych? Jak zamieniać problemy biologiczne lub eksperymentalne na zadania możliwe do rozwiązania metodami uczenia się maszyn? Jak wykorzystać uzyskaną wiedzę poza obszarem bioinformatyki?
Projekt	<p>Projekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Celem projektu jest zdobycie praktycznych umiejętności w zakresie analizy danych pochodzących z badań biologicznych. Tematy zadań dotyczą samodzielnej implementacji jednej z omawianych na wykładzie technik uczenia maszynowego lub eksperymentalnego porównania właściwości różnych algorytmów przy wykorzystaniu gotowych implementacji. Projekt może zostać zrealizowany w dowolnym języku programowania, również przy użyciu środowisk typu R, Octave i Matlab.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna używane w bioinformatyce metody analizy statystycznej danych i techniki uczenia się maszyn
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna nowoczesne metody pomiarowe stosowane w biologii molekularnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o zastosowaniach bioinformatyki w diagnostyce medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi samodzielnie zrealizować wybrany algorytm uczenia się maszyn lub w twórczo wykorzystać istniejącą implementację takiego algorytmu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy z zakresu użycia metod uczenia się maszyn w diagnostyce medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Posiada umiejętność pozyskania i właściwego wykorzystania danych z baz i repozytoriów bioinformatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Jest przygotowany do kreatywnej pracy w grupie w trakcie realizacji projektu programistycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103D-IBIBM-MSP-TRM
Nazwa przedmiotu	Tomografia rezonansu magnetycznego
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	W trakcie wykładu słuchacze zostaną zaznajomieni zarówno z samym zjawiskiem Jądrowego Rezonansu Magnetycznego jak i jego zastosowaniami do obrazowania morfologii i funkcji narządów wewnętrznych człowieka. Dodatkowo, na przykładzie sygnału rezonansu magnetycznego przekazywane są podstawowe umiejętności stosowania technik radiowych, procedur cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz zastosowań specjalizowanych układów do cyfrowego przetwarzania sygnałów - Digital Signal Processing.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład:

- Podstawy fizyczne zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR). Przebieg i etapy tworzenia obrazu warstwowego, fenomenologiczny opis zjawiska rezonansu magnetycznego. Tomograf Rezonansu Magnetycznego - tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnału - idea prac
- Modelowanie układu spinów w oparciu o układ równań Blocha. Układ równań Blocha, interpretacja stałych czasowych T1, T2, warunki początkowe, wykorzystanie do modelowania układu spinów przy znanej sekwencji obrazującej, modelowanie pobudzenia selektywnego.
- Obrazowanie techniką MRI. Pole główne, pola gradientowe. Sekwencje pomiarowe. Obrazowanie trójwymiarowe. Technika selektywnego pobudzenia. Algorytmy rekonstrukcji: algorytm rzutu wstecznego, algorytm obrazowania fourierowskiego. Metody szybkiego obrazowania. Przestrzeń k. Podsumowanie podstawowych metod obrazowania, analiza czułości
- Tomograf rezonansu magnetycznego. Warunki pracy - wymagania dotyczące ekranowania pomieszczenia. Cewki pola głównego - rodzaje, parametry i cechy eksploatacyjne. Zasilacz pola głównego - parametry, przykłady konstrukcyjne. Cewki gradientowe - wymagania, rodzaje, parametry, rozkłady przestrzenne indukcji magnetycznej, porównanie efektywności. Wzmacniacz gradientowy. Cewki nadawczoodbiorcze, cewki powierzchniowe. Wzmacniacz w.cz. Programator sekwencji pomiarowych. Układ akwizycji danych.
- Specjalne techniki obrazowania. Echo gradientowe, sekwencja FLASH, Technika EPI (Echo-Planar Imaging) odmiany i przegląd wybranych implementacji. Obrazowanie przepływów - angiografia MRI. Obrazowanie przesunięcia chemicznego. Obrazowanie innych pierwiastków
- Wykorzystanie techniki MR do obrazowania czynnościowego (functional Magnetic Resonance Imaging). Wpływ przenikalności magnetycznej materiałów na sygnał NMR, sygnał Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD). Modelowanie i parametryzacja sygnału BOLD, przetwarzanie dynamicznej serii czasowej obrazów. Zastosowanie ogólnego modelu liniowego do detekcji sygnału fMRI. Sposoby prezentacji obrazów czynnościowych.
- Obrazowanie ukrwienia tkankowego (Perfusion Imaging) Modele przepływów tkankowych. Twierdzenie o średnim czasie przejścia. Obliczenie związku między stężeniem środka cieniującego, a wielkością sygnału MR. Obrazowanie parametryczne.
- Czynniki zagrożenia w tomografii rezonansu magnetycznego. Wpływ pola elektromagnetycznego i statycznego na organizm ludzki. Normy bezpieczeństwa. Wpływ na inne urządzenia techniczne stosowane w medycynie.
-

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium: Program ćwiczeń laboratoryjnych umożliwia praktyczne zapoznanie się z problemami omawianymi na wykładzie, jak również umożliwia nabycie praktycznych umiejętności stosowania technik radiowych i metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przykładowe tematy zajęć laboratoryjnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z systemem tomografu NMR/MRI na przykładzie tomografu niskopoleowego G-Scan lub Philips-Marconi oraz konsoli Kea. • Układ detekcji tomografu NMR. Badanie odbiornika kwadraturowego tomografu. Projektowanie i wykonanie układu odbiorczego sygnału NMR. Pomiar sygnału NMR za pomocą zaprojektowanego układu. • Sekwencja pobudzeniowa Spin-Echo. Programowanie podstawowych parametrów sekwencji. Badanie czasów relaksacji próbek roztworów soli manganowej. • Przetwarzanie sekwencji czynnościowej fMRI w środowisku Matlab/SPM12. Procedury przetwarzania obrazów na dostarczonych przykładach. Ekstrakcja cech odpowiedzi BOLD.
--------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii rezonansu magnetycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U11
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U07, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-NAN
Nazwa przedmiotu	Nanotechnologie
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Materiały i nanotechnologie)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zaprezentowanie stanu obecnego i perspektyw rozwoju nanotechnologii oraz związanych z tym problemów i ograniczeń, szczególnie w kontekście realizacji struktur przetwarzających informację. Dyskutowane będą uwarunkowania fizyczne i technologiczne procesów umożliwiających wytwarzanie i obróbkę materiałów, struktur, przyrządów i układów w skali nanometrowej, tj. specyfika środowisk "clean-room", próżni oraz plazmy. Omówione zostaną również klasyczne (wraz z modyfikacjami) i alternatywne metody wytwarzania nanostruktur niskowymiarowych. W ramach projektu studenci będą pogłębiać swoją wiedzę przygotowując krótkie prezentacje dotyczące szeroko pojmowanych nanotechnologii.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	Zakres projektu W trakcie zajęć projektowych studenci przygotowywać będą krótkie (~15 min.) referaty na zadane bądź samodzielnie zaproponowane, leżące w obszarze ich zainteresowań tematy, dotyczące szeroko rozumianych nanotechnologii, nanoinżynierii nanomateriałów i nanostruktur.
---------	--

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie (1h) • Definicje nanotechnologii oraz wybranych dziedzin przez nie realizowanych (nanoelektroniki, elektroniki molekularnej, spintroniki i nanobiotechnologii). Dwie filozofie realizacji nanostruktur: "top-down" i "bottom-up". • Stan obecny oraz perspektywy rozwoju nanotechnologii (1h) • Rys historyczny, przykłady już istniejących i przewidywanych zastosowań; główne trendy rozwojowe. Uwarunkowania ekonomiczno-społeczne. • Problemy i ograniczenia związane z redukcją rozmiarów struktur elektronicznych a przetwarzanie informacji (2h) • Ograniczenia klasyczne (technologiczno-konstrukcyjne) oraz fundamentalne (ziarnistość materii, termodynamika, efekty mezoskopowe i kwantowe, fundamentalne oddziaływania w przyrodzie). • Środowisko clean-room i środowisko próżni w technologiach elektronicznych i nanotechnologiach (5h) • Definicje, parametry i wielkości podstawowe. Elementy kinetycznej teorii gazów. Sposoby wytwarzania próżni i próżniomierze - klasyfikacja urządzeń, zasada działania oraz podstawowe parametry. • Środowisko plazmy w technologiach wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i kształtowaniu nanoobszarów (5h) • Stany skupienia materii. Plazma - definicje, parametry, charakterystyczne zjawiska. Korzyści wynikające z zastosowań plazmy w nanotechnologiach. Wybrane procesy nano-technologiczne realizowane w środowisku plazmy (synteza i trawienie materiałów, płytka implantacja) i ich specyfika. • Technologie wytwarzania ultracienkich warstw (nanostruktury 1-wymiarowe) (5h) • Epitaksja - definicja, odmiany, specyfika. Wybrane zagadnienia związane ze wzrostem epitaksjalnym. Technologie fizycznego (PVD) a chemicznego (CVD) osadzania z fazy lotnej na przykładzie technik epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) i chemicznego osadzania z fazy lotnej przy użyciu związków metalo-organicznych MO CVD (oraz organo-metalicznych (OM CVD)), definicje, cechy charakterystyczne, specyfika, wybrane zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne, kontrolowanie i przebieg procesów, wybrane modyfikacje. Wady i zalety technik MBE i MO (oraz OM) CVD - porównanie. • Sposoby odwzorowywania kształtów w skali nanometrowej (nanostruktury 2 i 3-wymiarowe) (5h) • Idea, możliwości i ograniczenia. Problemy związane z redukcją rozmiarów przy użyciu układów projekcyjnych? maksymalna rozdzielczość, zjawisko dyfrakcji, kryteria Rayleigha i Abbego. Techniki litograficzne - fotolitografia klasyczna i jej modyfikacje: litografia z korekcją efektów bliskości (OPC), litografia z przesunięciem fazowym (PSM), litografia z wielokrotnym odwzorowaniem (MPL), litografia immersyjna. Fotolitografia w dalekim ultrafiolecie (EUV). Litografia elektronowa. •
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu materiałów i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i Wykład/projekt Kolokwium najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-SNN
Nazwa przedmiotu	Sieci neuronowe i neurokomputery
Wersja przedmiotu	2020L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kształcenie studentów w zakresie najnowszych trendów metod uczenia maszynowego i analityki danych powstających w obszarze elektroniki przy zastosowaniu nowych form dydaktycznych – zajęcia zintegrowane.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt

Zakres projektu Zintegrowany projekt indywidualny bazujący na:

1. Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami teorii sztucznych sieci neuronowych i statystycznej teorii uczenia.
2. Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym programu MATLAB i funkcjami pakietu Neural Networks.
3. Opracowanie projektu wstępnego polegającego na zdefiniowaniu problemu, struktur danych oraz doboru środków programistycznych oferowanych przez wybrane środowisko.
4. Implementacja programu realizującego zadaną architekturę sieci neuronowej. Wykonanie obliczeń.

Zadania merytoryczne:

- sieć neuronowa jako klasyfikator: selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; dobór liczby neuronów ukrytych i związek struktury sieci neuronowej z podziałem przestrzeni wejściowej na podzbiory odpowiadające klasom; zastosowanie wybranego algorytmu uczenia; wykonanie testu klasyfikatora; opracowanie wyników klasyfikacji w postaci krzywej ROC (ang. Receiver Operation Characteristics);
- sieć neuronowa jako aproksymator: zastosowanie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej do określenia optymalnej struktury sieci neuronowej - dobór liczby neuronów ukrytych; dobór parametrów sieci neuronowej najlepiej spełniających zasadę równoważnego wpływu na wyjście sieci na podstawie rozkładu wirtualnych błędów resztowych; analiza statystyczna wyniku - przedział ufności wyjścia sieci jako estymatora badanej funkcji; porównanie regresji neuronowej i wielomianowej.
-

Podstawy teorii statystycznych systemów uczących się - sztucznych sieci neuronowych, maszyn wektorów nośnych - jako efektywnych metod przetwarzania danych w celu klasyfikacji i modelowania złożonych zjawisk i procesów na podstawie obserwacji. Stosowanie skutecznych algorytmów i narzędzi oprogramowania w celu zaprojektowania optymalnych modeli, metody oceny generalizacji na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Zastosowania systemów uczących się w dziedzinach: medycyna, bioinformatyka, robotyka i lotnictwo, rozpoznawanie obrazów, inżynieria finansowa, technologia materiałów.

Treść wykładu:

1. Inspiracje neurobiologiczne: podstawowe informacje o funkcjonowaniu komórki nerwowej i układu nerwowego, model neuronu McCullocha i Pittsa jako jednostki przetwarzania informacji.
2. Motywacje techniczne: opracowanie metod i narzędzi uczenia maszynowego do przetwarzania informacji niepełnej, zaszumionej lub niespójnej w celu rozwiązania tzw. trudnych zadań. Perceptron Rosenblatta jako pierwsza maszyna ucząca się na podstawie danych.
3. Podstawowe pojęcia teorii uczenia: zbiór danych uczących, cel uczenia i funkcja celu, algorytm uczenia. System uczący się jako estymator zbudowany na podstawie próby - zbioru uczącego. Generalizacja jako cel uczenia i metody oceny generalizacji, wymiar VC (Vapnika Červonenkisa), ocena krzyżowa. Uczenie nadzorowane i nienadzorowane oraz transdukcja.
4. Funkcje systemów uczących się: klasyfikacja (rozpoznawanie obiektów) i aproksymacja (modelowanie). Podstawy teoretyczne klasyfikacji: klasyfikacja Bayesa i metody funkcji dyskryminacyjnej. Sieć neuronowa perceptron wielowarstwowy jako uniwersalny system uczący się.
5. Gradientowe metody uczenia perceptronu wielowarstwowego (dobór parametrów): metoda propagacji wstecznej, metody gradientów sprzężonych, zmiennej metryki, Levenberga-Marquardta. Testowanie jakości sieci: ocena krzyżowa, skrajna ocena krzyżowa (ang. leave-one-out) jako statystyka wpływu, wirtualna skrajna ocena krzyżowa jako idealne narzędzie oceny generalizacji i selekcji optymalnego systemu.
6. Podstawowe warunki poprawnej klasyfikacji: relacje między liczbą danych uczących, liczbą wielkości wejściowych i liczbą parametrów klasyfikatora (złożonością). Dylemat obciążenie-wariancja jako kryterium optymalizacji strukturalnej.
7. Optymalizacja struktury sieci neuronowej: a) selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; b) dobór struktury modelu (liczby neuronów ukrytych) na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Ocena jakości sieci neuronowej: wyznaczenie przedziałów ufności wielkości wyjściowej. Ocena jakości klasyfikacji ? krzywa ROC.
8. Sieci neuronowe z lokalnymi funkcjami aktywacji: sieć RBF (ang. radial basis function).

Część I

	<p>9. Maszyna wektorów nośnych jako klasyfikator z maksymalnym marginesem. Uczenie jako problem optymalizacji z ograniczeniami. Metody numeryczne maszyny wektorów nośnych: algorytm SMO (ang. sequential minimal optimization). Maszyny z jądrem nieliniowym do klasyfikacji i regresji. Metody optymalizacji stałej regularyzacji i parametrów jądra. Średniokwadratowa maszyna wektorów nośnych. Metody optymalizacji strukturalnej.</p> <p>10. Uczenie częściowo nadzorowane (transdukcyjne) jako sposób optymalnego wykorzystania informacji zawartych w zbiorze danych.</p> <p>11. Sieć Kohonena jako system uczący się bez nadzoru. Sieci ART i ARTMAP. Metody PCA i ICA. Modele uczące się metodą regresji postępującej z ortogonalizacją (ang. orthogonal forward regression).</p> <p>12. Rekurencyjne systemy uczące się jako modele układów dynamicznych.</p> <p>13. Przykłady zastosowań statystycznych systemów uczących się: wspomagana komputerem diagnostyka elektrokardiologiczna, rozpoznawanie obrazów, zadania biometryczne, prognozy na rynkach finansowych, analiza struktury białek, wykrywanie defektów w materiałach, rozpoznawanie sytuacji i planowanie trajektorii bezkolizyjnej robotów i samolotów bezałogowych (dronów).</p> <p>14. Nowe kierunki rozwoju: uogólnienia dla danych wejściowych w postaci liczb zespolonych, kwaternionów, tensorów i grafów. Wielopoziomowe systemy uczące się: hierarchiczna pamięć czasowa i metody uczenia głębokiego.</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podstawową wiedzę w zakresie analizy danych oraz wiedzę istotną do modelowania i projektowania specyficznych systemów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów, uczenia maszynowego i systemu wspierania diagnostyki medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru - systemy komputerowego wspomagania diagnostyki medycznej (architektury i oprogramowania uczenia maszynowego)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie, przygotować prezentacją wyników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porównać metody i algorytmy uczenia maszynowego stosując określone kryteria użytkowe
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-INxxx-MSP-MBI
Nazwa przedmiotu	Metody bioinformatyki
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Inżynieria systemów informatycznych-mgr.-EITI, (Zastosowania)-Sztuczna inteligencja-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane)-Informatyka-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)--EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z zagadnieniami przetwarzania informacji o sekwencjach biologicznych. Współcześnie biologia wykorzystuje najnowsze osiągnięcia w dziedzinie sztucznej inteligencji w celu odkrywania informacji zawartej w sekwencjach cząstek DNA, RNA i białek. Wykład dostarcza niezbędnej wiedzy o biologii molekularnej z punktu widzenia informatyki, a następnie skupia się na głównych zagadnieniach analizy sekwencji biologicznych. Prezentowane zagadnienia mają szerokie zastosowanie we współczesnej biologii i medycynie, np. do diagnozowania chorób. Ćwiczenia pozwalają praktycznie wykonać typowe analizy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie (2 godz.) Bioinformatyka jako dziedzina informatyki. Rola analiz sekwencji we współczesnej biologii i medycynie. Budowa cząsteczek DNA, RNA i białek, reprezentacja tych cząsteczek jako napisów nad skończonym alfabetem, budowa genomu. Podstawowe reakcje inżynierii genetycznej. 2. Badanie podobieństw sekwencji biologicznych (4 godz.) Programowanie dynamiczne, uliniwienie dwóch sekwencji, podobieństwo globalne i lokalne, algorytmy przybliżone, algorytmy o liniowym koszcie pamięciowym, algorytmy BLOSUM i PAM do obliczania macierzy podobieństwa symboli, algorytmy z afiniczną funkcją kary. Algorytmy do badania podobieństw wielu sekwencji. Profile. Wyszukiwanie motywów. Mediana napisów. 3. Bazy sekwencji biologicznych (2 godz.) Wyszukiwanie sekwencji w bazie. Algorytmy heurystyczne FASTA, BLAST i pochodne. Formaty rekordów: FASTA, FASTQ. Istotność wyników. Podstawowe bazy sekwencji. 4. Asembling de-novo, re-sekwencjonowanie (6 godz.) Sekwencjonowanie, sekwenatory 1, 2, i 3-ciej generacji. Kontig sekwencyjny i kontig fizyczny. Algorytmy oparte o graf pokrycia. Algorytmy oparte o pod-grafy grafów de Brujna. Algorytmy dla sprawowanych końców. Błędy odczytu. Sekwencje powtarzające się. Algorytmy stosowane do łączenia odczytów o różnej charakterystyce błędów. Algorytmy do tworzenia kontigów fizycznych. Miary jakości assemblerów DNA. Genom referencyjny. Mapa fizyczna i genetyczna. Sekwencje kodujące i niekodujące. Resekwencjonowanie. 5. Analiza genomu człowieka, analiza wariantów, choroby genetyczne (6 godz.) Transformata Burrowsa-Wheelera, pliki SAM i BAM. Analiza wariantów genetycznych. Rodzaje chorób genetycznych. Rzadkie choroby genetyczne. Analiza wariantów. Plik VCF. Znajdowanie wariantów istotnych. Potoki w bioinformatyce. Analizy oparte o głębokość pokrycia. Wykrywanie zmian strukturalnych. Analizy oparte o markery genetyczne. Zmienność ludzkiego genomu. Markery STR i SNP. Badanie pokrewieństw. Badanie mieszanin DNA. Analiza haplotypów. 6. Drzewa filogenetyczne (2 godz.) Tworzenie drzew w oparciu o odległość sekwencji: metoda średnich połączeń, metoda przyłączania sąsiadów; tworzenie drzew w metodach bazujących na analizie symboli: metoda parsymonii, metoda największej wiarygodności. 7. Analizy oparte o ukryty model Markowa (2 godz.) Łańcuchy Markowa. Ukryty model Markowa. Problem dekodowania. Algorytm Viterbiego. Algorytm prefiksowy i sufiksowy. Estymacja parametrów modelu Markowa. Algorytm Bauma-Welcha. 8. Analizy danych wielowymiarowych (2 godz.) Grupowanie, Metody redukcji wymiarów, algorytm analizy składowych głównych.
---------	---

9. Biologia syntetyczna i obliczenia realizowane na cząsteczkach DNA (4 godz.) Struktura drugorzędowa biopolimeru, reprezentacja cząsteczki jako graf. Algorytmy obliczania struktury drugorzędowej na podstawie sekwencji: algorytm Nussinov, algorytm Zuckera. Optymalizacja sekwencji sztucznej cząsteczki DNA. Biologia syntetyczna. Obliczenia realizowane przez cząsteczki DNA. DNA komputer.

Zakres projektu

Projekt polega na analizie danych biologicznych z użyciem otwartego oprogramowania. Projekt demonstruje często wykonywane analizy danych biologicznych. Przygotowano cztery zadania opisane niżej. Każde zadanie zajmuje ok. 2 godziny pracy przy komputerze typu PC. Zadanie można wykonać samodzielnie lub z pomocą i asystą prowadzącego; udostępniamy odpowiednio skonfigurowane oprogramowanie dla systemu Linux.

1. Assembling DNA. Pobranie sekwencji z ogólnodostępnej bazy danych, generowanie odczytów zawierających błędy, uruchomienia assemblera de-novo, generowanie statystyk opisujących wyniki, analiza wyników.
2. Adnotacja DNA. Pobranie zbioru kontigów (wyjście assemblera de-novo), adnotacja strukturalna - znajdowanie części kodujących i niekodujących, adnotacja funkcjonalna wykorzystując podobieństwo do opisanych elementów w bazie danych, analiza wyników
3. Resekwencjonowanie. Pobranie sekwencji chromosomu ludzkiego z ogólnie dostępnej bazy danych, pobranie genomu referencyjnego, generowanie odczytów, mapowanie odczytów na genom referencyjny, znajdowanie wariantów (różnic pomiędzy genomem badanym a referencyjnym).
4. Analiza wariantów. Pobranie listy wariantów genetycznych oraz zbioru odczytów, analizy związane z głębokością pokrycia, wykrywanie zmian strukturalnych, szeregowanie znalezionych zmian uwzględniając ich istotność.

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie (2 godz.) Bioinformatyka jako dziedzina informatyki. Rola analiz sekwencji we współczesnej biologii i medycynie. Budowa cząsteczek DNA, RNA i białek, reprezentacja tych cząsteczek jako napisów nad skończonym alfabetem, budowa genomu. Podstawowe reakcje inżynierii genetycznej.2. Badanie podobieństw sekwencji biologicznych (4 godz.) Programowanie dynamiczne, uliniwienie dwóch sekwencji, podobieństwo globalne i lokalne, algorytmy przybliżone, algorytmy o liniowym koszcie pamięciowym, algorytmy BLOSUM i PAM do obliczania macierzy podobieństwa symboli, algorytmy z afiniczną funkcją kary. Algorytmy do badania podobieństw wielu sekwencji. Profile. Wyszukiwanie motywów. Mediana napisów.3. Bazy sekwencji biologicznych (2 godz.) Wyszukiwanie sekwencji w bazie. Algorytmy heurystyczne FASTA, BLAST i pochodne. Formaty rekordów: FASTA, FASTQ. Istotność wyników. Podstawowe bazy sekwencji.4. Asembling de-novo, re-sekwencjonowanie (6 godz.) Sekwencjonowanie, sekwenatory 1, 2, i 3-ciej generacji. Kontig sekwencyjny i kontig fizyczny. Algorytmy oparte o graf pokrycia. Algorytmy oparte o pod-grafy grafów de Brujna. Algorytmy dla sprawowanych końców. Błędy odczytu. Sekwencje powtarzające się. Algorytmy stosowane do łączenia odczytów o różnej charakterystyce błędów. Algorytmy do tworzenia kontigów fizycznych. Miary jakości assemblerów DNA. Genom referencyjny. Mapa fizyczna i genetyczna. Sekwencje kodujące i niekodujące. Resekwencjonowanie.5. Analiza genomu człowieka, analiza wariantów, choroby genetyczne (6 godz.) Transformata Burrowsa-Wheelera, pliki SAM i BAM. Analiza wariantów genetycznych. Rodzaje chorób genetycznych. Rzadkie choroby genetyczne. Analiza wariantów. Plik VCF. Znajdowanie wariantów istotnych. Potoki w bioinformatyce. Analizy oparte o głębokość pokrycia. Wykrywanie zmian strukturalnych. Analizy oparte o markery genetyczne. Zmienność ludzkiego genomu. Markery STR i SNP. Badanie pokrewieństw. Badanie mieszanin DNA. Analiza haplotypów.6. Drzewa filogenetyczne (2 godz.) Tworzenie drzew w oparciu o odległość sekwencji: metoda średnich połączeń, metoda przyłączania sąsiadów; tworzenie drzew w metodach bazujących na analizie symboli: metoda parsymonii, metoda największej wiarygodności.7. Analizy oparte o ukryty model Markowa (2 godz.) Łańcuchy Markowa. Ukryty model Markowa. Problem dekodowania. Algorytm Viterbiego. Algorytm prefiksowy i sufiksowy. Estymacja parametrów modelu Markowa. Algorytm Bauma-Welcha.8. Analizy danych wielowymiarowych (2 godz.) Grupowanie, Metody redukcji wymiarów, algorytm analizy składowych głównych.
--------	--

Część I

	9. Biologia syntetyczna i obliczenia realizowane na cząsteczkach DNA (4 godz.) Struktura drugorzędowa biopolimeru, reprezentacja cząsteczki jako graf. Algorytmy obliczania struktury drugorzędowej na podstawie sekwencji: algorytm Nussinov, algorytm Zuckera. Optymalizacja sekwencji sztucznej cząsteczki DNA. Biologia syntetyczna. Obliczenia realizowane przez cząsteczki DNA. DNA komputer.
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Zna algorytmy badania podobieństw dwu sekwencji reprezentujących cząsteczkę DNA, RNA lub białko
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna algorytmy wyszukiwania sekwencji podobnych w bazie sekwencji, rozumie parametry określające istotność uzyskanego wyniku
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna algorytmy asemblacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna algorytmy służące do wykrywania różnic przy użyciu genomu referencyjnego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Rozumie problemy związane z typową wielkością danych potrzebną do analiz bioinformatycznych, w tym do analiz genomu człowieka oraz z wydajnością pamięciową i czasową stosowanych algorytmów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Zna metody przewidywania struktur cząsteczek na podstawie ich sekwencji, wie o metodach tworzenia sztucznych organizmów oraz o używaniu cząsteczek DNA do przeprowadzania obliczeń
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Umie uruchomić prosty potok przetwarzania sekwencji DNA, RNA lub białek i zweryfikować ich wyniki, zna podstawowe terminy inżynierii genetycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U02
Opis	Umie pobrać dane z ogólnodostępnych baz danych sekwencji biologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Stosuje właściwe metody komunikacji ustnej i pisemnej w zakresie analiz bioinformatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-MMC
Nazwa przedmiotu	Metody Monte Carlo
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane ogólne)--dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami symulacyjnymi znanymi powszechnie jako metody Monte Carlo. Stanowią one obecnie coraz powszechniej stosowane narzędzie do rozwiązywania bardzo złożonych problemów spotykanych w nauce i technice. Kolejnym - praktycznym celem - jest przygotowanie studentów do samodzielnego wykonywania obliczeń symulacyjnych metodami MC - przy użyciu dostępnych narzędzi programistycznych - oraz poprawnego szacowania niepewności uzyskiwanych wyników.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Badanie efektywności generatorów liczb pseudolosowych w wybranych językach programowania • Generacja liczb losowych o wybranych rozkładach nierównomiernych. Całkowanie metodami Monte Carlo, metody ograniczenia niepewności wyników • Całkowanie metodami Monte Carlo wykorzystującymi łańcuchy Markowa. Szacowanie uzysku produkcyjnego za pomocą modelowania propagacji rozkładów prawdopodobieństwa. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodą błędzenia przypadkowego. Zastosowanie perkolacji do modelowania rozprzestrzeniania się epidemii. Szacowanie wartości instrumentów pochodnych w finansach oraz ryzyka inwestycji.
Wykład	<p>Bloki wykładowe dwugodzinne; bloki laboratoryjne dwugodzinne. Zajęcia laboratoryjne realizowane w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu na podstawie liczby punktów uzyskanej podczas dwóch kolokwium wykładowych oraz na zajęciach laboratoryjnych. Opis wykładu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przypomnienie podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Elementy testowania hipotez statystycznych. Generowanie liczb losowych. Przegląd typów generatorów liczb losowych: generatory prawdziwie losowe, pseudolosowe oraz Quasi losowe. Ich podstawowe wady i zalety. Pakiety testów statystycznych. Testy aplikacyjne. MCMC (Markov Chain Monte Carlo). Pojęcie łańcucha Markowa. Model błędzenia przypadkowego. Algorytmy Metropolisa-Hastingsa i Gibbsa – efektywne próbkowanie z rozkładów wielowymiarowych. Całkowanie metodą podstawową MC. Metody redukcji wariancji. Pojęcie niepewności wyników symulacji MC. Rozwiązywanie równań transportu dla gazu klasycznego i dla gazu elektronowego z uwzględnieniem zjawisk rozpraszania. Typy aplikacji do symulacji MC. Dobre praktyki podczas tworzenia własnego oprogramowania • Model perkolacji i jego zastosowania. Model propagacji niepewności : ISO/IEC GUIDE 98-3:2008. Propagacja rozkładów zmiennych losowych – szacowanie rozrzutów parametrów układów elektronicznych, uzysku produkcyjnego. • Zastosowania metod MC w optymalizacji. Symulacja działania Systemów Masowej Obsługi dla nietypowych rozkładów zmiennych losowych. • Algorytm „Monte Carlo tree search” i jego zastosowania. Szacowanie ryzyka metodami MC na przykładzie szacowanie wartości instrumentów pochodnych i ryzyka inwestycyjnego. Krytyczna analiza wyników otrzymywanych metodami MC na przykładzie wybranych współczesnych publikacji naukowych . • Dwa kolokwia wykładowe.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat Wykład, Kolokwium, algorytmów generacji liczb pseudolosowych oraz quasi losowych o dowolnych rozkładach ciągłych i dyskretnych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC wykorzystywanych przy modelowaniu transportu gazów (w tym gazu elektronowego w ciele stałym) w aspekcie ich zastosowań w elektronice.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC stosowanych w obszarach optymalizacji, propagacji niepewności (zastosowania w metrologii i przy szacowaniu ryzyk).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Posiada umiejętność wyznaczania wartości całek wielowymiarowych wykorzystując laboratoryjne laboratoryjnych algorytm MC. Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów redukcji niepewności wyników i potrafi je praktycznie zastosować
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wskazać ograniczenia stosowalności metod MC oraz krytycznie analizować uzyskane wyniki symulacyjne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Posiada umiejętność poprawnego szacowania wartości niepewności obliczeń symulacyjnych (standardową i/lub złożoną)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Posiada umiejętność praktycznego wykorzystania typowych modeli symulacyjnych tj. model Isinga, model perkolacji, model błędzenia przypadkowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować model propagacji rozkładów zmiennych losowych do szacowania rozrzutów wybranych parametrów układów elektronicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-SZAE
Nazwa przedmiotu	Szumy i zakłócenia w aparaturze elektronicznej
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami projektowania niskoszumnych, odpornych na zakłócenia układów elektronicznych. Wymaga to przekazania studentom umiejętności sprawnego posługiwania się rachunkiem szumów na etapie projektowania układu i zapoznania z zasadami zwalczania zakłóceń na wszystkich etapach procesu realizacji systemu elektronicznego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <p>Szumy.</p> <ul style="list-style-type: none">• Terminologia, opis w dziedzinie czasu i częstotliwości. Fizyczne źródła szumów - szum cieplny, śrutowy. Szumy nadmiarowe (3h).• Pasma szumowe. Szumowa analiza schematów układów. Uniwersalny szumowy schemat zastępczy czwornika. Inne miary szumów - współczynnik szumów, zastępcza rezystancja i temperatura szumów (3h).• Szumy elementów czynnych - tranzystory bipolarne i unipolarne. Szum diody. Szumy wzmacniaczy z wejściami różnych typów (2h).• Całkowity zastępczy szum wejściowy - czujnik z bocznikowaną rezystancją, pojemnością i obwodem rezonansowym (2h).• Pomiar szumów - metoda sinusoidalna i generatora szumów. Pomiar widma szumów (2h),• Detekcja sygnału w obecności szumu. Sygnał fotonowy - tryb prądowy i impulsowy. Wzmacnianie lawinowe (2h).• Wzmacniacz ładunkowy. Równoważny ładunek szumów. Zliczanie zdarzeń, pomiar amplitudy i czasu w obecności szumu. Chłodzone układy niskoszumne (2h).•• Zakłócenia.• Pojęcie kompatybilności elektromagnetycznej. Taktyka zwalczania zakłóceń. Drogi przenikania zakłóceń - kanały sprzęgające. Metody opisu kanału sprzęgającego - teoria obwodów a teoria pola (4h).• Ekranowanie. Zjawisko naskorkowosci. Tłumienie odbiciowe i absorpcyjne. Szczeliny w ekranach (2h).• Przewody - przenikanie składowej elektrycznej i magnetycznej. Kable ekranowane i linie transmisyjne (2h).• Masa sygnałowa. Masa bezpieczeństwa. Definicje masy sygnałowej - ekwipotencjalna i prądowa. Typy systemów masy i zasady projektowania połączeń masy. Pętle połączeń masy - bariery izolacyjne i impedancyjne (4h).• Zakłócenia w układach cyfrowych - odporność na zakłócenia i układ cyfrowy jako źródło zakłóceń. Odsprzęganie. Emisja zakłóceń różnicowych (asymetrycznych) i synfazowych (symetrycznych). Projektowanie płytek drukowanych z układami cyfrowymi(2).•
Ćwiczenia	<p>Treść ćwiczeń</p> <ul style="list-style-type: none">• Początkowy fragment ćwiczeń rachunkowych poświęcony jest przypomnieniu i rozszerzeniu wiadomości uzyskanych w trakcie poprzedzających wykładów z układów elektronicznych i przyrządów półprzewodnikowych (czytanie schematów układów analogowych, obliczanie punktów pracy podzespołów, liczenie wzmocnienia i pasma wzmacniaczy). Dalej, obliczane będą szumy prostych przykładów wzmacniaczy. Później realizowane będą obliczenia poziomu szumów i zakłóceń dla typowych sytuacji projektowych występujących przy projektowaniu układów elektroniki medycznej, układów elektroniki jądrowej, dużych systemów akwizycji danych w eksperymentach fizyki wysokiej energii.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie zjawisk fizycznych będących źródłem szumów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma wiedzę na temat sposobów opisu zjawiska szumów, szczególnie modelu uniwersalnego szumowego schematu zastępczego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna mechanizmy generowania zakłóceń, kanały propagacji zakłóceń i metody zwalczania zakłóceń w układach elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaprojektować niskoszumny stopień wejściowy wzmacniacza
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Umie obliczyć stosunek sygnał-szum wzmacniacza w dziedzinie częstotliwości i w dziedzinie czasu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi zaprojektować ekran od pola elektromagnetycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaprojektować PCB o dużej odporności na zakłócenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103C-ELEIM-MSP-MWS
Nazwa przedmiotu	Modele i wnioskowanie statystyczne
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Matematyka)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie wybranych zagadnień statystyki matematycznej mających zastosowanie we współczesnej technice i przemyśle. Tematyka przedmiotu obejmuje: estymację parametryczną i nieparametryczną, weryfikację hipotez statystycznych, analizę wariancji i regresji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Laboratoria Laboratoria realizowane w formie zajęć komputerowych z wykorzystaniem języka R i systemu RStudio. Zajęcia zgrupowane są w pięć 3-godzinnych bloków: <ol style="list-style-type: none">1. Elementy statystyki opisowej2. Estymacja punktowa i przedziały ufności3. Estymacja bayesowska4. Testowanie hipotez statystycznych5. Regresja liniowa i analiza wariancji
--------------	--

Część I

Wykład	<p>Wykłady realizowane są w postaci klasycznej prezentacji przeplatanej pokazami analizy danych przeprowadzanej z wykorzystaniem języka R.</p> <ul style="list-style-type: none"> • (2h) Wprowadzenie do zagadnień wnioskowania statystycznego i statystyki opisowej. • (2h) Podstawowe rozkłady zmiennych losowych oraz metoda momentów. • (2h) Wprowadzenie do programowania w języku R. • (4h) Estymatory największej wiarygodności. Zgodność, nieobciążoność i asymptotyczna normalność estymatorów. Informacja Fishera. Nierówność CrameraRao. Estymatory efektywne. • (2h) Estymacja przedziałowa. Rozkład chi kwadrat i t-Studenta. • (2h) Estymacja bayesowska. Rozkłady sprzężone. • (2h) Testowanie hipotez statystycznych w ujęciu Neymana-Pearsona. Testy najmocniejsze. Testy randomizowane. • (4h) Twierdzenie Pearsona. Testowanie zgodności rozkładu. Testowanie niezależności oraz jednorodności zmiennych losowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa. • (2h) Porównywanie prób. Testy parametryczne i nieparametryczne. • (2h) Jądrowe estymatory gęstości. • (2h) Analiza wariancji. Metoda Bonferroniego. • (4h) Regresja liniowa i jej własności. Regresja logistyczna
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Rozumie podstawowe parametry właściwości modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna metody estymacji parametrów modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe konstrukcje testów statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna metody konstrukcji modeli liniowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Umie formułować zagadnienia analizy wykład, laboratoria, danych w języku statystyki matematycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi skonstruować estymatory wybranych parametrów modeli statystycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi sformułować zagadnienie wykład, laboratoria, testowania hipotez statystycznych i wykonać odpowiedni test w wybranych pakiecie statystycznym
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08, U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i oraz aktywnego jej uzupełniania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103C-ELxxx-MSP-AMP
Nazwa przedmiotu	Analiza i modelowanie procesów fizjologicznych
Wersja przedmiotu	2021Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie z wybranych podsystemami czynnościowymi oraz typowymi sygnałami biologicznych w organizmie człowieka, takimi jak systemy regulacji, modele receptorów i neuronalnego przesyłania informacji oraz zagadnienia dotyczące identyfikacji modeli biomedycznych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

Laboratorium: Laboratorium pozwala pogłębić wiedzę i przeprowadzić analizy symulacyjne w modelach fizjologicznych układów regulacyjnych oraz opanować umiejętności praktyczne podczas tworzenia mini-projektów funkcjonalnych. W ramach laboratorium studenci zapoznają się omawianymi na wykładzie układami regulacji i przeprowadzają odpowiednie testy z wykorzystaniem różnych parametrów definiujących warunki pracy układów. Zakres mini projektów laboratoryjnych obejmuje:

1. Podstawy działania neuronu i komunikacja między neuronami - sieć neuronowa, równowaga jonowa, potencjały czynnościowe i synaptyczne, szybkość przewodzenia.
2. Zmysły czucie, węchu i smaku - ciało blaszkowate Paciniego, drogi rdzeniowe, hamowanie oboczne, adaptacja, rozpoznawanie zapachów.
3. Zmysł słuchu i mowy - dźwięki i analiza Fouriera, głoski, błona podstawna ślimaka, synchronizacja fazowa, opóźnienie międzyneuronowe.
4. Zmysł wzroku - optyka wzroku, ślepa plamka, fotoreceptory, komórki poziome, pola recepcyjne, ostrość widzenia, hamowanie oboczne, kolory, adaptacja; funkcje motoryczne - sieć neuronowa, parametryczne sprzężenie zwrotne, systemy sterujące, ruchy gałek ocznych).
5. Model odruchu neuronalno-mięśniowego (budowanie modelu z wykorzystaniem programu SIMULINK),
6. Model przepływów mózgowych i układu wewnątrzczaszkowego.
7. Sygnał EMG – analiza eksploracyjna i identyfikacja parametrów pracy mięśni w warunkach cyklicznych.

Wykład	<p>Celem wykładu jest zapoznanie z wybranymi podsystemami czynnościowymi oraz typowymi sygnałami biologicznymi w organizmie człowieka, takimi jak systemy regulacji, modele receptorów i neuronalnego przesyłania informacji oraz zagadnienia dotyczące identyfikacji modeli biomedycznych.</p> <p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Modele fizjologiczne i podstawy ich działania w odniesieniu do procesów życiowych. Konceptualizacja i podstawy budowania modeli, ich opis funkcjonalny i matematyczny, taksonomie modeli. Metodologia tworzenia modeli, model eksperymentalny i symulacyjny.2. Przesyłanie informacji w organizmie człowieka. Układ nerwowy i hormonalny, ich rola we wzajemnym współdziałaniu (regulacji) wszelkich narządów w organizmie, Opisu fizyczny i matematycznego składowych układu nerwowego.3. Przykładowe modele transmisyjne: neuronu, potencjałów aktywacji i czynnościowych, wyższe czynności nerwowe, sprzężenie modalności i neurotransmitery.4. Modele układów regulacji w biomedycynie i fizjologii. Przykłady pasywnych i aktywnych układów regulacji ze sprzężeniem zwrotnym, pojęcie homeostazy, systemy regulacji w organizmach żywych, bloki modeli biofizycznych systemów regulacji.5. Przetwarzania informacji w modelach różnej skali, przykład regulacji temperatury ciała, pracy serca, oddychania i czynności układu ruchowego. Modele regulacji w organizmie człowieka - próba systematyzacji, Model regulacji ciśnienia tętniczego.6. Modele systemów odbioru i przekazu informacji u człowieka, wspólne cechy organów zmysłu (receptorów) u człowieka. Funkcjonowanie wybranych zmysłów: modele receptora i narządu słuchu, receptora i narządu równowagi oraz model narządu głosotwórczego i mechanizm wytwarzania głosu.7. Model układu wzrokowego i fizjologia widzenia ludzkiego. Percepcja informacji obrazowej i postrzegania, cybernetyczny system kontroli informacji przez umysł, czynności i wiedza kognitywna.8. Model funkcjonalny mózgu – dwa szlaki transmisji, wizualizacja diagnostyczna funkcji, sygnały EEG, fizjologia snu, Model układu ciśnieniowo-przepływowego wewnątrzczaszkowego, pomiary i regulacja fizjologiczna.9. Cykliczność i okresowość sygnałów fizjologicznych, Modelowanie przebiegu sygnałów: zespół QRS sygnału EKG, fala ciśnienia tętniczego oraz sygnał elektromiograficzny EMG i wybrane cechy sygnału mowy.10. Model lokomocji i funkcje mięśni, analiza chodu ludzkiego, stochastyczne cechy sygnału EM, diagnostyczna analiza eksploracyjna sygnału EMG, sygnał EMG jako źródło informacji.11. Bilans stanu równowagi wewnętrznej obiektu, fizjologiczne modele komórkikompartmentyzacja. Model kompartmentowe – cechy, funkcje fizjologiczne, model czarnej skrzynki do opisu procesów, kompartmentowe modele lekowe: farmakokinetyczne i farmakodynamiczne w badaniach in silico.
--------	--

Część I

	<p>12. Identyfikacja modeli – wprowadzenie do metod, narzędzia do identyfikacji modeli, parametryzacja modeli, Przykład: identyfikacja modelu układu wewnątrzczaszkowego.</p> <p>13. Model kompartmentowy regulacji glukozy i insuliny, symulacje ewolucji procesów w warunkach odstępstw od stanu normalnego - narzędzie wspierania diagnozy.</p> <p>14. Modelowanie hydrodynamiki układu krwionośnego i regulacja ciśnienia tętniczego Rozruszniki serca pracujące w pętli sprzężenia zwrotnego, modelowanie matematyczne procesów fizjologicznych sterujących prokreacją człowieka,</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna podstawowe pojęcia, metody oraz techniki identyfikacji i budowania modeli na podstawie danych eksperymentalnych i wiedzy dziedzinowej z zakresu fizjologii człowieka dla praktycznych zagadnień inżynierii biomedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi metodami modelowania wynikającej z znajomości fizjologii człowieka w praktycznej realizacji zagadnień inżynierii biomedycznej, a także zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w inżynierii biomedycznej wynikający z znajomości modeli fizjologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskać informacje i literatury, integrować informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie oraz ocenić jakość modeli regulacji i sterowania w zagadnieniach fizjologicznych oraz wyników symulacji dla różnych technik diagnozowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie projektowania podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii wynikających z procesów fizjologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03

Część I

Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie aparatury elektromedycznej i technik rejestracji sygnałów bioelektrycznych oraz systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, które wnoszą wiedzę podstawową do zrozumienia zagadnień fizjologii człowieka i tworzeniu odpowiednich modeli
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych oraz dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich w zakresie aplikacji modeli fizjologicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U13, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Umie pracować zespołowo koncentrując się nad wykonaniem zadania analitycznego (symulacyjnego) i przygotowaniem wniosków merytorycznych, a także jest gotowy do współpracy z personelem medycznym w obszarze przygotowania, pozyskania i analizowania wyników symulacyjnych w stosunku do obserwacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103D-xxxxx-MSP-KODA
Nazwa przedmiotu	Kompresja danych
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria systemów informatycznych-mgr.-EITI,(Przetwarzanie multimediiów)- Informatyka w multimediami-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Radiokomunikacja i techniki multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane ogólne)--dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest omówienie podstaw teoretycznych oraz metod kodowania danych, zasad realizacji prostych algorytmów kompresji, przegląd współczesnych narzędzi i standardów z uwzględnieniem potencjalnych obszarów zastosowań, analiza możliwości oraz kryteriów doboru koderów optymalnych dla określonego rodzaju danych, a także sformułowanie współczesnych paradygmatów kompresji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Celem przedmiotu jest omówienie podstaw teoretycznych oraz metod kodowania danych, zasad realizacji prostych algorytmów kompresji, przegląd współczesnych narzędzi i standardów z uwzględnieniem potencjalnych obszarów zastosowań, analiza możliwości oraz kryteriów doboru koderów optymalnych dla określonego rodzaju danych, a także sformułowanie współczesnych paradygmatów kompresji.</p> <p>Spodziewane efekty uczenia to zdobycie syntetycznej i pragmatycznej wiedzy w zakresie nowoczesnych i użytecznych metod kompresji danych multimedialnych, umiejętność konstrukcji efektywnych algorytmów kompresji różnego przeznaczenia, optymalizacji metod bazujących na otwartych bibliotekach według kryteriów dopasowujących do charakteru zastosowań, a także projektowania i realizacji testów oceny efektywności technik kompresji odwracalnej i nieodwracalnej, z analizą wyników i formułowaniem wniosków</p> <p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie: przegląd i charakterystyka różnego typu danych wykorzystywanych do przekazu informacji, form ich reprezentowania (formaty, protokoły) w systemach informatycznych (głównie pliki tekstowe i graficzne, dźwięk, obrazy naturalne, medyczne, czarno-białe, wideo); podstawowe pojęcia z dziedziny kompresji, kierunki rozwoju nowoczesnych metod kompresji (2h).2. Podstawy teorii informacji: definicje informacji, pojęcia nadmiarowości, kanału przekazu informacji, modele źródeł informacji (m.in. źródła Markowa), miary ilości informacji, twierdzenia o kodowaniu źródeł, reguły i ograniczenia efektywnego kodowania danych, kody jednoznacznie dekodowalne, praktyczne wykorzystanie modeli teoretycznych - kody optymalne, (3h).3. Podstawowe metody kodowania odwracalnego: schematy ogólne i paradygmaty bezstratnych metod kompresji, kodery długości sekwencji, Shannona-Fano, Huffmana (statyczny i dynamiczny), Golomba, przekształcenia BWT i adaptacyjne modele kontekstowe (3h).4. Efektywne metody bezstratnej kompresji danych: kodowanie arytmetyczne (m.in. szybkie kodeki binarne typu BAC i FBAC), słownikowe (m.in. przegląd archiwizerów rodziny ZIP), metody predykcyjne (wstecz, wprzód, DPCM, nieliniowe,), analiza porównawcza skuteczności znanych narzędzi kompresji dla różnego typu danych, przegląd dostępnych bibliotek (m.in. ZLIB, BZIP2, QccPack) (6h).5. Wybrane standardy odwracalnej kompresji obrazów: predykcja 2-D (adaptacyjne modele przełączane, HINT, kilkietapowe), modelowanie i kwantyzacja kontekstu (CALIC, JPEG-LS), standardy GIF, PNG, JPEG-LS, JBIG (2h).6. Podstawy metod selekcji informacji: teoria zniekształceń źródeł informacji, optymalizacja R-D, średnia informacja wzajemna, metody kwantyzacji, kryteria i metody oceny jakości rekonstrukcji danych, podstawowe cechy skutecznych algorytmów kompresji - elastyczność, interakcja, skalowalność, hierarchia informacji, zagnieżdżanie kodu, sterowana średnia bitowa (2h).
--------	--

Część I

	<ol style="list-style-type: none"> 7. Metody kompresji nieodwracalnej: stratna predykcja (JPEG-LS), BTC, wektorowa kwantyzacja, kodowanie transformacyjne z DCT (standard JPEG), modyfikacje JPEG-XR, WebP, z analizą wielorozdzielczą (EZW, JPEG2000), kompresja map bitowych (JBIG), zasady kodowania dźwięku (AAC), kodowanie wideo (MPEG-2, AVC) (7h). 8. Optymalizacja kodeka obrazów: zalety falkowej metody SPIHT, rozszerzenia standardu JPEG2000 (do transmisji bezprzewodowej, kompresji danych przestrzennych, sekwencji obrazów, zabezpieczenia danych), najnowsze koncepcje zaawansowanych koderów obrazów (AIC) (3h). 9. Przykłady zastosowań multimedialnych: archiwizacja z kompresją i indeksowaniem, interakcyjne protokoły transmisji obrazów (JPIP) oraz progresja i skalowanie informacji do celów telekonsultacji (2h).
Projekt	<p>Projekt: Zadania projektowe obejmują takie aktywności jak: studia literaturowe, opracowanie koncepcji i algorytmów kodowania, implementacja poznanych metod kompresji, badanie i analiza najnowszych standardów, formatów czy narzędzi (w zakresie algorytmów, dostępnych pakietów oprogramowania, optymalizacja i modyfikacja dostępnych bibliotek, implementacje sprzętowe, projektowanie i realizacja testów weryfikacji narzędzi). Treść poszczególnych zadań projektowych, stale aktualizowanych, dotyczy samodzielnej realizacji prostych aplikacji kodeków (według kodu Huffmana, arytmetycznego, Golomba, słownikowego, predykcji, transformacji, kwantyzacji, RLE, itp.) oraz narzędzi wspomagających (do liczenia entropii, do eksperymentalnej weryfikacji określonych kodeków); Projekty mogą dotyczyć również optymalizacji i badania kodeków złożonych z wykorzystaniem dostępnych pakietów oprogramowania oraz sprzętowej syntezy wysokopoziomowej wybranych metod kompresji;</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna tendencje rozwojowe w zakresie metod i standardów kompresji danych multimedialnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna budowę typowych systemów kompresji danych multimedialnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna paradygmaty, ograniczenia i główne metody kompresji danych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi we własnym zakresie uzupełniać widzę niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi projektować i wykonywać systemy kompresji danych zgodnie z zadaną specyfikacją poprzez analizę i przystosowanie istniejących metod oraz przy użyciu środowisk i języków programowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09, U13, U14, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi zweryfikować analitycznie i eksperymentalnie poprawność implementacji i efektywność wybranych algorytmów kompresji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę algorytmów i standardów kompresji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U11, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji oraz oceną efektywności różnych systemów kompresji danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-IBIBM-MSP-KWOD
Nazwa przedmiotu	Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem jest przekazanie wiedzy oraz umiejętności dotyczących zasadniczych koncepcji i metod wykorzystania inteligentnych przekształceń sygnałów, modeli poznawczych i sugestii decyzyjnych do poprawy skuteczności obrazowej diagnostyki medycznej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: W ramach zadań projektowych studenci opracowują algorytmy i programowe realizacje różnych technik przetwarzania danych stosowanych na różnych etapach procesu wspomaganie interpretacji obrazów medycznych. Ponadto przewidywane są prace z zakresu analizy (treściowej, statystycznej) wybranych zagadnień optymalizacyjnych (np. dobór klasyfikatora, modele obrazu stosowane w metodach selekcji cech użytecznych w analizie obrazów danej modalności, sposoby poprawy skuteczności metod aktywnych konturów). Ważnymi zadaniami projektowymi są badania eksperymentalne nad poprawą percepcji struktur obrazowych oraz weryfikacją automatycznych algorytmów wspomagania.
---------	--

Część I

Wykład	Wykład: <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie (2h) • Uwarunkowania obrzowej diagnostyki medycznej (8h) • Elementy teorii i obróbki obrazów medycznych (6h) • Charakterystyka koncepcji CAD (8h) • Kliniczne modele użytkowe, przykłady zastosowań (6h)
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie metod analizy sygnałów stochastycznych i algorytmów przetwarzania obrazów oraz rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki w zakresie zjawisk fizycznych stanowiących istotę metod diagnostycznych takich jak radiografia, scyntygrafia i tomografie: rentgenowska, magnetycznego rezonansu jądrowego i pozytonowa.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie konstruowania aparatury medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim i krótkie doniesienie naukowe w języku angielskim, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane. Pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie projektowania podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie projektowania algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z elektroniki i informatyki w zastosowaniach medycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi dot. projektowania algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U07
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne dot. systemów komputerowego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U08

Część I

Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanej specjalności, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; potrafi: - stosując także koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-TOM
Nazwa przedmiotu	Tomografia komputerowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,MGR_FT_FM_2,3_Z
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami rekonstrukcji obrazów z projekcji oraz metodami akwizycji, wizualizacji i przetwarzania danych obrazowych stosowanymi w tomografii komputerowej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

Laboratorium: Celem laboratorium jest przekazanie studentom umiejętności wykonywania symulacji numerycznych i implementacji algorytmów rekonstrukcji obrazów. Studenci realizują zadania w języku C i w języku Matlab. W ramach laboratorium studenci zapoznają się z wybranymi technikami tomograficznymi. Praktycznie zapoznają się z urządzeniami tomograficznymi, przeprowadzają pomiary i opracowują wyniki w komputerowych systemach analizy obrazów. Ćwiczenia laboratoryjne obejmują symulacje projekcji tomograficznych, praktyczne pomiary tomograficzne fantomów fizycznych, algorytmy rekonstrukcji obrazów oraz metody wizualizacji obrazów tomograficznych. Tematyka ćwiczeń:

- Symulacja numeryczna danych tomograficznych (projekcji) dla fantomu matematycznego głowy z uwzględnieniem szumu.
- Implementacja wybranego algorytmu rekonstrukcji obrazów z projekcji. Badanie właściwości algorytmu.
- Pomiary w tomografii rentgenowskiej.
- Metody prezentacji i przetwarzania obrazów w tomografii rentgenowskiej.
- Zjawisko rezonansu magnetycznego, metody pobudzenia, sygnał odpowiedzi (FID), kodowanie przestrzeni częstotliwością i fazą.
- Pomiary w elektrycznej tomografii pojemnościowej.

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp. Wprowadzenie do tomografii komputerowej. Obrazowe techniki diagnostyczne. Historia tomografii: tomografia klasyczna i komputerowa. Podstawowe pojęcia: projekcja, sinogram, rekonstrukcja obrazów z projekcji, problem odwrotny. Przegląd technik tomograficznych. Obszary zastosowań.2. Analityczny opis projekcji tomograficznych. Transformacja Radona. Operator wstecznej projekcji. Twierdzenie o projekcji. Twierdzenie o zamianie zmiennych w całce podwójnej. Jakobian. Odwrotna transformacja Radona. Filtrowana projekcja wsteczna. Filtr R i jego własności. Twierdzenia o splocie. Splatana projekcja wsteczna. Twierdzenie o wstecznej projekcji. Odwrotna transformacja Radona z 2W transformacją Fouriera.3. Dyskretna transformacja Radona. Algorytm filtrowanej projekcji wstecznej. 1W filtracja sinogramu. Własności dyskretnej transformacji Fouriera. Rozszerzanie sinogramu. Funkcje okna filtru tomograficznego. Interpolacja w projekcji wstecznej. Widmo gęstości mocy. Filtracja dla danych zaszumionych. Funkcja przenoszenia modulacji. Koncepcja filtracji adaptacyjnej i optymalnej.4. Algebraiczny model projekcji tomograficznych. Dyskretyzacja i interpolacja. Rekonstrukcja obrazu z projekcji jako rozwiązanie problemu liniowego. Problem odwrotny źle postawiony. Model liniowy nadokreślony, niedookreślony. Liniowe zadanie najmniejszych kwadratów. Pseudoodwrotność. Rozwiązanie o minimalnej normie. Algebraiczne metody bezpośrednie i iteracyjne5. Relaksacyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda Kaczmarza. Minimalizacja entropii i algorytmy multiplikatywne. Optymalizacja średniokwadratowa metodą gradientową. Algorytmy gradientowe. SIRT, SART. Metoda średniokwadratowa ważona. Problem odwrotny źle uwarunkowany numerycznie. Regularyzacja. Metoda: Tikchonova, TSVD. Metody automatycznego doboru wartości parametru regularyzacji. Metoda krzywej-L.6. Statystyczne metody rekonstrukcji obrazu z projekcji. Metoda największej wiarygodności. Maksymalizacja funkcji wiarygodności metodą Monte-Carlo. Statystyczny model pomiaru projekcji w tomografii emisyjnej. Model danych niekompletnych. Dane obserwowalne i nieobserwowalne. Metoda maksymalizacji wartości oczekiwanej. Iteracyjny algorytm ML-EM. Bayesowski model projekcji tomograficznych. Maksymalizacja prawdopodobieństwa a posteriori.7. Rentgenowska tomografia transmisyjna. Generacja i detekcja promieniowania X. System pomiarowy, tomografy trzeciej generacji i EBCT. Tomografia helikalna i z wiązką stożkową (CBCT). Narażenie na promieniowanie jonizujące. Akwizycja i korekcja danych. Numeryczny model pomiarowy. Metody rekonstrukcji obrazów dla akwizycji helikalnej. Algorytm Feldkampa.
--------	--

Część I

	<p>8. Metody oceny jakości obrazów tomograficznych. Podstawowe pojęcia i definicje. Rodzaje fantomów fizycznych. Standaryzacja. Fantom głowy Shepp'a-Logan'a. Wizualizacja obrazów tomograficznych. Skala Hounsfielda. Pseudokolorowanie. Dobór kontrastu i jasności za pomocą „okienkowania”. Wielopłaszczyznowa rekonstrukcja przekrojów. Projekcje „radio” i projekcje maksimum intensywności.</p> <p>9. Tomografia emisyjna jednofotonowa. Izotopy i znaczniki izotopowe. Budowa gammakamery obrotowej. Dwuwymiarowa projekcja równoległa. Efekty fizyczne wpływające na jakość danych. Statystyka danych. Osłabianie promieniowania. Metody korekcji osłabiania promieniowania: Sorenson, Chang. Numeryczny model pomiaru projekcji. Iteracyjne algorytmy rekonstrukcji obrazów. Kryterium zatrzymania obliczeń jako regularyzacja.</p> <p>10. Tomografia emisyjna pozytonowa. Podstawy fizyczne. Detekcja koincydencyjna i kolimacja elektroniczna. Budowa tomografu PET. Ograniczenia rozdzielczości przestrzennej. Linie odpowiedzi. Akwizycja danych 2D i 3D. Model pomiaru projekcji. Rekonstrukcja trójwymiarowa. Statystyczne metody rekonstrukcji. Iteracyjny algorytm ML-OS. Korekcja danych: osłabianie promieniowania, zdarzenia przypadkowe i rozproszone.</p> <p>11. Tomografia NMR. Zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego w ujęciu kwantowym i makroskopowym. Wektor magnetyzacji. Częstotliwość precesji Larmora. Czasy relaksacji. Gęstość protonowa. Gradientowe pole magnetyczne i kodowanie przestrzenne. Metoda czułego punktu. Obrazowanie z użyciem wstecznej projekcji. Kodowanie częstotliwością i fazą. Fourierowska rekonstrukcja obrazów. Sekwencje pomiarowe: „spin-echo”, „echo-planar”. Obrazowanie dynamiczne.</p> <p>12. Elektryczna tomografia pojemnościowa. Numeryczny model pomiarowy liniowy i nieliniowy. Metody wyznaczania rozkładu pola elektrycznego w sondzie tomograficznej. Metoda różnic skończonych, metoda objętości skończonych. Macierz wrażliwości. Rekonstrukcja liniowa: pseudoodwrotność, zlinearyzowana projekcja wsteczna, iteracyjny algorytm Landwebera. Rekonstrukcja nieliniowa: metoda GaussaNewtona. Regularyzacja. Metoda Levenberga-Marquardta. Rekonstrukcja obrazów za pomocą sieci neuronowych.</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii komputerowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07, W08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U04, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U04, U07, U10, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia współodpowiedzialności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELEIM-MSP-ENUMT
Nazwa przedmiotu	Nuclear Medicine Techniques
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	ELEIM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	The course aims to present issues related to the use of electronics and computer techniques in nuclear medicine, particularly the basics of the construction and operation of imaging systems using radioactive isotopes in scintigraphy, SPECT, and PET tomography. Selected models of functional tests of organisms and organs will be presented. Algorithms for reconstructing, presenting, and processing medical 2D and 3D images will be discussed. Simulation methods for imaging systems in Nuclear Medicine will be presented, including the Monte Carlo method. As part of the laboratory, students acquire skills related to testing the quality and parameters of imaging devices in Nuclear Medicine and have the ability to write programs for image reconstruction and analysis.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Classes: 1. Statistics of scintigraphic measurements 2. Construction and principle of operation of a gamma camera. 3. Acquisition of gamma camera images 4. Analysis of selected functional tests 5. Image reconstruction algorithms for SPECT tomography 6. Analysis of multimodal tomographic images
--------------	--

Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none">1. Basics of nuclear medicine applications - diagnostics and therapy. Radioactive transformations. Isotopes for nuclear medicine - production, properties, and clinical applications. Anatomy and physiology of organs. Radiation protection.2. Interaction of radiation with matter. Statistics of single photon counts. Statistical properties of scintigraphic images. Dead time and resolution time of detectors. Statistical assessment of the detection of foci in scintigraphic images. ROC curves.3. Parameters of radiation detectors. Review of detectors for their applications in nuclear medicine imaging systems. Position sensitive detectors. Construction of analog and digital electronics systems working with detectors.4. Gamma radiation topography. Construction and principle of operation of a gamma camera. Design variants of gamma cameras. Scintillation cameras. Methods of obtaining positional information.5. SPECT tomography: structure and principle of operation of SPECT tomography, image reconstruction, reconstruction algorithms in SPECT tomography, correction of radiation attenuation in the patients body, methods of presenting tomographic data (three-dimensional presentation), computer system for SPECT tomography.6. PET tomography: the physicochemical basis of the development of PET tomography, transport of deoxyglucose and glucose across the bloodbrain barrier, metabolic changes in the heart muscle, autoradiographic methods (in vitro). Physical basics of PET tomography, beta decay, positron annihilation, 511 keV gamma quanta emission. Detectors for PET tomography, time coincidence, image artifacts from false coincidences, and PET detection sets (gantry). Time of flight PET tomography. Positron emitters for PET. Cyclotrons for the production of isotopes for PET, compounds labeled with positron emitters. Overview of commercial tomographs and cyclotrons for PET. Tomographic reconstruction algorithms for PET, analysis of PET images, three dimensional presentation, SPECT technique for research using positron emitters.7. Automation of isotope diagnostics in studies of the nervous system (assessment of flow through the carotid vessels, blood vessels, and perfusion of the cerebral hemispheres), heart ventricular function (first pass method, ECG signal gating method), blood flow in the heart muscle (research using isotope thallium TI-201, tests using isonitrile compounds - MIBI), kidney function (assessment of clearance and glomerular filtration rate (GFR), DMSA uptake), liver function (blood flow in the portal system), digestive system (assessment of esophagogastric reflux), thyroid gland (perfusion of thyroid lobes and nodules, iodine uptake).8. Monte Carlo simulation of the gamma camera in the GEANT environment. SPECT tomography simulation. PET scanner simulation. Quality assessment of imaging systems in nuclear medicine. Coupling nuclear medicine techniques with other imaging techniques (MRI, CT). Analysis of data from multiple modalities.
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Knows the basic concepts, methods, and techniques of nuclear medicine
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Has knowledge of the structure and operation of imaging systems, typical radiation detection systems, and analog and digital electronics systems cooperating with detectors
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Has knowledge of Monte Carlo simulation of the operation of scintigraphy, SPECT and PET tomography systems
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Has knowledge of current development trends in imaging systems and software in nuclear medicine
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Is able to measure the basic parameters of a gamma camera
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Knows how to analyze scintigraphic images
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Is able to write a program for image reconstruction in SPECT tomography
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Is able to communicate on specialized topics with diverse audiences
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Is ready to implement the project in a team and share responsibility
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-STUP
Nazwa przedmiotu	Przedsiębiorczość startupowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedsiębiorczość)--mgr.-EITI,(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zdobycie wiedzy i umiejętności na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	20.00 h
Wykład	10.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład	<p>Wykład: Zdobycie wiedzy na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup</p> <ul style="list-style-type: none"> W1: Różne formy przedsiębiorczości we współczesnym świecie. Przedsiębiorczość innowacyjna a inne formy przedsiębiorczości. Startupy jako szczególne formy organizacji aktywności przedsiębiorczej; W2: Lean Startup jako metodyka zarządzania startupem i jej składowe: zwinny rozwój produktu (agile development), odkrywanie klienta (customer development) i modelowanie biznesowe; triada: klient-problem- rozwiązanie (CPS); W3: Modelowanie biznesowe na bazie kanwy modelu biznesowego oraz kanwy propozycji wartości wg Osterwaldera; formułowanie hipotez biznesowych; W4: Weryfikowanie hipotez biznesowych w procesie modelowania biznesowego; odkrywanie klienta – zasady projektowania i przeprowadzania wywiadów z interesariuszami projektu; prototypowanie, koncepcja MVP; W5: Zasady prawidłowego „pitchu” projektu, prezentacji pomysłu i pracy nad jego weryfikacją i rozwojem.
Projekt	<p>Projekt: Praca nad realizacją startupu – co najmniej zakończenie etapu Customer Discovery - na projekcie własnym (w grupach):</p> <ul style="list-style-type: none"> P0: Selekcja pomysłów na projekty, elementy debaty; P1: Sformułowanie hipotez biznesowych: CPS i archetypu klienta (persony), P2-P3: Kanwa propozycji wartości i kanwa modelu biznesowego – warsztaty nad projektami w grupach, P4: Zaprojektowanie wywiadów i przeprowadzenie ich, P5: Weryfikacja hipotez biznesowych, P6: Zajęcia mentoringowe P7: Ochrona własności przemysłowej i prawa autorskiego, jak korzystać z zasobów informacji patentowej P8-P9: Prezentacja końcowa projektu (w obecności gości spoza uczelni – inwestorzy, przedsiębiorcy, specjaliści).

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form pisemne, indywidualnej przedsiębiorczości – odnośnie do przedsięwzięć ambitnych i innowacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, wie jak korzystać z zasobów informacji patentowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Część I

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi identyfikować i interpretować podstawowe zjawiska i procesy społeczne z wykorzystaniem wiedzy z zakresu przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem kreowania postaw przedsiębiorczych i podejmowania wyzwań związanych z rozwojem przedsiębiorczości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi komunikować się i prezentować wyniki swojej pracy zróżnicowanemu kręgowi odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Student jest gotowy do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-NEL
Nazwa przedmiotu	Nowoczesna elektronika
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi układami wykorzystywanymi we współczesnej elektronice analogowej i mieszanej. Przedmiot jest kontynuacją przedmiotów „Elektronika Analogowa 1” oraz „Elektronika Analogowa 2” i ma rozszerzyć wiedzę studentów w zakresie układów i systemów elektronicznych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Przedmiot stanowi kontynuację przedmiotów „Elektronika Analogowa” i „Laboratorium Elektroniki Analogowej”. Stanowi on wprowadzenie studentów studiów magisterskich do zaawansowanych zagadnień elektroniki analogowej i mieszanej. Przedstawione są najważniejsze elementy budowy analogowych i mieszanych układów elektronicznych, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przetworników A/C i C/A • układów ze wzmacniaczami operacyjnymi • generatorów i syntezerów częstotliwości. • W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci będą mogli zapoznać się z praktycznymi aspektami działania omawianych układów i poznać główne problemy w nich występujące. <p>Ocena z przedmiotu jest wystawiana na podstawie wyniku jednego kolokwium, egzaminu oraz pięciu laboratoriów.</p> <p>Wkłady:</p> <ul style="list-style-type: none"> • WYKŁAD 1 – Przedstawienie zasad organizacji oraz wprowadzenie do tematyki współczesnych układów elektronicznych. • Wprowadzenie i przedstawienie zasad zaliczenia przedmiotu • Przedstawienie problemów, z którymi spotykają się projektanci współczesnych układów analogowych i mieszanych. • WYKŁAD 2 – Współczesne przetworniki A/C i C/A • Architektury przetworników A/C • flash • SAR • delta-sigma • potokowe • z przeplotem • Architektury przetworników C/A • R2R • sumacyjne • delta-sigma • PWM • Parametry przetworników A/C i C/A • Projektowanie układów z przetwornikami A/C i C/A • WYKŁAD 3 – Zaawansowane układy ze wzmacniaczami operacyjnymi • Nietypowe rodzaje wzmacniaczy operacyjnych i ich zastosowania • ze sprzężeniem prądowym • precyzyjne • nieskompensowane i częściowo skompensowane • różnicowe • Niestandardowe układy z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych • Kontroler PID • Zasady projektowania układów ze wzmacniaczami operacyjnymi • WYKŁAD 4 – Mieszacze i transformatory sygnałowe • Transformatory sygnałowe • Rodzaje • Parametry • Dobór i zastosowanie transformatorów sygnałowych • Mieszacze • Budowa
--------	--

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • Rodzaje • Parametry • Podstawowe układy i zastosowania • WYKŁAD 5 - Syntezy częstotliwości • Bezpośrednia synteza analogowa, dzielnik częstotliwości • PLL, dzielnik niecałkowity (sigma delta) • DDS • WYKŁAD 6 – Układy nadawczo-odbiorcze • Układy z częstotliwością pośrednią • Konwersja częstotliwości • Modulator i demodulator kwadraturowy • Modulacja jednowstęgowa • Konstrukcja, zasada działania • Bezpośrednie próbkowanie • • WYKŁAD 7 – Generatory • Generatory LC • Generatory z rezonatorem kwarcowym • Generatory przestrajane napięciem (VCO) • WYKŁAD 8 – Filtry analogowe • Budowa podstawowych filtrów pasywnych i aktywnych • Zasady projektowania • WYKŁAD 9 – Szumy • Szum fazowy i amplitudowy • Źródła szumów • WYKŁAD 10 – Układy wielkiej mocy • Elementy przeznaczone do układów wielkiej mocy i ich sterowanie • Układy z elementami wielkiej mocy i ich projektowanie • Sterowanie obciążeniami nierezystancyjnymi •
Laboratorium	<ul style="list-style-type: none"> • LABORATORIUM 1 – Układy syntezy częstotliwości • LABORATORIUM 2 – Układy nadawczo odbiorcze • LABORATORIUM 3 – Układy ze wzmacniaczami operacyjnymi • LABORATORIUM 4 – Generatory • LABORATORIUM 5 – Szumy

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna kluczowe zagadnienia w projektowaniu obwodów drukowanych w układach cyfrowych i mieszanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z modelowaniem i optymalizacją układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy projektowaniu układów analogowych, mieszanych i wielkiej częstotliwości.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich przy modelowaniu, analizie i projektowaniu układów analogowych i mieszanych. Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U11
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-MOZA
Nazwa przedmiotu	Metody optymalizacji w zastosowaniach
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot ma wyposażyć studenta w umiejętności formułowania problemów inżynierskich w postaci zadań optymalizacji, znajomość współczesnych metod rozwiązywania tych zadań, umiejętność skutecznego rozwiązania powstałych zadań za pomocą gotowych narzędzi, a także w umiejętność oceny własności numerycznych i użytkowych uzyskanych rozwiązań. Ważną rolę w budowaniu wiedzy i kompetencji będą odgrywały przykłady zastosowania optymalizacji w różnych dziedzinach życia, nauki i techniki - zarówno prezentowane na wykładzie, jak i te, które będą realizowane w formie indywidualnych projektów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	11.00 h
Laboratorium	9.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	LABORATORIA: Tematyka zajęć: <ul style="list-style-type: none">• Wprowadzenie do wykorzystania symulatorów układów dynamicznych (jak Spice, Simulink) dla potrzeb optymalizacji w środowisku Matlab• Interfejs bibliotek optymalizacji w środowisku Matlab• Badanie wpływu nieidealności symulatorów oraz skalowania zadania na skuteczność procesów optymalizacji•
--------------	---

Wymagane przedmioty poprzedzające: Algebra liniowa; Analiza; Wstęp do metod numerycznych (lub t.p.)

Treść wykładu:

- **Podstawowe koncepcje optymalizacji. (3)** Składowe zadania optymalizacji: zmienne projektowe (decyzyjne) i wyjściowe, ograniczenia realizowalności, kryteria jakości rozwiązania. Optymalność (lokalna/globalna) i jej użyteczne przybliżenia. Niepewność w sformułowaniu zadania i jej wpływ na metodę rozwiązania i ocenę wyników. Podsumowanie niezbędnych wiadomości matematycznych
- **Programowanie liniowe. (2)** Zadanie programowania liniowego. Algorytm sympleks. Przykłady użycia.
- **Optymalizacja bez zagrożeń. (6)** Warunki optymalności funkcji jednej i wielu zmiennych. Własności algorytmów iteracyjnych: szybkość zbieżności, asymptotyczna dokładność, uwarunkowanie zadania optymalizacji. Testy zatrzymania algorytmów iteracyjnych. Algorytmy lokalne dla funkcji jednej zmiennej - wykorzystanie złotego podziału i zabezpieczonej interpolacji wielomianowej. Algorytmy lokalne dla wielu zmiennych: najszybszego spadku, kierunków sprzężonych, Newtona, zmiennej metryki, pełzającego sympleksu, poszukiwań wg wzorca. Specjalne algorytmy dla zadania najmniejszych kwadratów i mini-maks. Algorytmy Matlab. Przykłady użycia (estymacja parametrów modeli nieliniowych, wspomaganie projektowania nominalnego układów z wymaganiami przedziałowymi).
- **Optymalizacja z ograniczeniami. (8)** Warunki optymalności. Zadania z parametryzowanymi ograniczeniami; mnożniki Lagrange i ich wykorzystanie do analizy wrażliwości rozwiązania. Testy zatrzymania algorytmów iteracyjnych. Wykorzystanie transformacji zmiennych, funkcji kary, mnożników Lagrange, lokalnych przybliżeń kwadratowych oraz lokalnych algorytmów optymalizacji bez ograniczeń do konstrukcji algorytmów optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Optymalizacja graficzna. Przykłady wykorzystania.
- **Wprowadzenie do optymalizacji globalnej. (2)** Wprowadzenie do algorytmów globalnych dla funkcji wielu zmiennych (algorytm DIRECT, wielostart, CRS, symulowane wyżarzanie, algorytmy ewolucyjne). Przykłady użycia
- **Wprowadzenie do optymalizacji wielokryterialnej. (2)** Sformułowania zadania wielokryterialnego. Warunki optymalności. Metody znajdowania pojedynczych rozwiązań: skalaryzacja kryterium wektorowego, ograniczenia na wartości kryteriów cząstkowych, programowanie celowe. Metody wyznaczania reprezentacji zbioru rozwiązań Pareto. Przykłady wykorzystania
- **Wprowadzenie do optymalizacji dyskretnej. (2)** Metoda podziału i ograniczeń. Programowanie całkowitoliczbowe i binarne. Przykłady wykorzystania.
-

Część I

Projekt	<p>PROJEKT: Projekt nr 1 polega na rozwiązaniu zadania projektowania (bądź dopasowania złożonego nieliniowego modelu do danych) przy pomocy metod optymalizacji lokalnej. Etapy pracy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza inżynierska wymagań, znajdowanie rozsądnego rozwiązania początkowego, ew. negocjacja wymagań projektowych. • Implementacja kodu (Matlab+symulator zewnętrzny) funkcji odwzorowujących zmienne projektowe na wartości parametrów roboczych. Badanie własności numerycznych tych funkcji (dokładność, gładkość). • Formułowanie matematycznego zadania optymalizacji, wybór metody i algorytmu rozwiązania (biblioteki Matlab'a i inne). Realizacja kodu, organizującego optymalizację. • Przeprowadzenie obliczeń, badanie własności rozwiązania, dokumentacja projektu • Projekt nr 2 jest rozwinięciem projektu nr 1, dostosowanym do preferencji studenta, albo niewielkim projektem samodzielnym. Chodzi o wykorzystanie technik optymalizacji dwukryterialnej, optymalizacji dyskretnej, bądź optymalizacji globalnej.
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Znajomość podstawowych koncepcji teorii optymalizacji oraz własności standardowych zadań optymalizacji statycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Znajomość metodyki formułowania zadań optymalizacji w obszarach projektowania sprzętu (analogowego i mieszanego) oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Znajomość podstaw działania oraz własności numerycznych technik optymalizacji statycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Umiejętność prawidłowego formułowania zadania optymalizacji na podstawie opisu zadania inżynierskiego z obszarów projektowania sprzętu (analogowego i mieszanego) oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U14
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Umiejętność właściwego doboru algorytmów numerycznej optymalizacji – uwzględnieniem cech szczególnych zadania (rozmiar zadania, dostępność wrażliwości, koszt obliczeń funkcji celu, funkcji ograniczeń, rodzaj ograniczeń)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U03
Opis	Umiejętność przeprowadzenia optymalizacji przy użyciu bibliotek numerycznych (np. programu Matlab) oraz symulatorów układów elektronicznych. Umiejętność oceny przebiegu optymalizacji i własności rozwiązania (poprawność, dokładność, uwarunkowanie numeryczne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U13, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi udokumentować proces rozwiązywania zadania projektowego oraz osiągnięte wyniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-SWIS
Nazwa przedmiotu	Systemy wbudowane i sterowniki
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest dostarczenie wiedzy i umiejętności umożliwiających efektywne i bezpieczne wykorzystanie mechanizmów zapewniających komunikację między częścią procesorową systemu wbudowanego, a urządzeniami peryferyjnymi. Omawiane zagadnienia obejmują tworzenie sterowników działających w przestrzeni jądra oraz współpracujących z nim aplikacji. Oprócz tego studenci będą mieli możliwość zapoznania się z realizacją prostych specjalizowanych układów peryferyjnych z wykorzystaniem mikrokontrolerów i logiki programowalnej (między innymi w układach Strona 24 z 297 Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

ZINTEGROWANE ZAJĘCIA PROJEKTOWO-LABORATORYJNE:

W ramach zajęć projektowo-laboratoryjnych studenci będą mieli możliwość realizacji następujących zadań:

1. Poznanie i testowanie gotowych sterowników urządzeń wirtualnych
2. Poznanie i testowanie sterowników urządzeń zrealizowanych jako model w symulatorze (np. w QEMU).
3. Poznanie i testowanie sterowników urządzeń podłączonych przez interfejsy SPI, I2C itp.
4. Poznanie i testowanie sterowników urządzeń zrealizowanych w logice programowalnej w układzie SoC i podłączonych do magistrali procesora.

Ponadto w ramach zadań projektowo-laboratoryjnych studenci będą zobowiązani do zrealizowania kompletnego systemu (zalecana jest praca zespołowa), wykorzystującego samodzielnie zaproponowane urządzenie peryferyjne (w postaci modelu dla symulatora, w postaci urządzenia mikrokontrolerowego, lub w postaci systemu realizowanego w logice programowalnej), opracowany do niego sterownik urządzenia i współpracujące z nim aplikacje użytkownika.

Projekt

ZINTEGROWANE ZAJĘCIA PROJEKTOWO-LABORATORYJNE:

W ramach zajęć projektowo-laboratoryjnych studenci będą mieli możliwość realizacji następujących zadań:

1. Poznanie i testowanie gotowych sterowników urządzeń wirtualnych
2. Poznanie i testowanie sterowników urządzeń zrealizowanych jako model w symulatorze (np. w QEMU).
3. Poznanie i testowanie sterowników urządzeń podłączonych przez interfejsy SPI, I2C itp.
4. Poznanie i testowanie sterowników urządzeń zrealizowanych w logice programowalnej w układzie SoC i podłączonych do magistrali procesora.

Ponadto w ramach zadań projektowo-laboratoryjnych studenci będą zobowiązani do zrealizowania kompletnego systemu (zalecana jest praca zespołowa), wykorzystującego samodzielnie zaproponowane urządzenie peryferyjne (w postaci modelu dla symulatora, w postaci urządzenia mikrokontrolerowego, lub w postaci systemu realizowanego w logice programowalnej), opracowany do niego sterownik urządzenia i współpracujące z nim aplikacje użytkownika.

We współczesnych systemach wbudowanych konieczność obsługi specjalizowanego sprzętu łączy się z wykorzystaniem standardowych systemów operacyjnych, pozwalających na realizację złożonego oprogramowania sterującego i przetwarzającego dane. Dlatego projektowanie i realizacja takich systemów wymaga zrozumienia działania interfejsów używanych do komunikacji z urządzeniami peryferyjnymi oraz obsługujących je mechanizmów dostarczanych przez system operacyjny. Ukończenie kursu powinno zapewnić studentom teoretyczną wiedzę i praktyczne umiejętności, pozwalające tworzyć, uruchamiać i testować sterowniki urządzeń działające w przestrzeni jądra oraz współpracujące z nimi aplikacje. Przedmiot uwzględnia zagadnienia związane z bezpieczeństwem i wydajnością stosowanych rozwiązań. Praktyczne aspekty przedmiotu realizowane są na zintegrowanych zajęciach projektowo-laboratoryjnych, na których studenci będą mogli najpierw oswoić się z poznawaną dziedziną, analizując i testując gotowe rozwiązania, następnie rozpocząć samodzielne ich modyfikowanie, a w końcu zaprojektować i zrealizować projekt (w miarę możliwości zespołowy) obejmujący stworzenie urządzenia wraz z jego sterownikiem i obsługującą je aplikacją. Urządzenie może zostać zrealizowane jako model symulacyjny, jako system mikrokontrolerowy, lub jako blok IP realizowany w logice programowalnej systemu SoC (z wykorzystaniem języków HDL i/lub syntezy wysokopoziomowej HLS). Podstawowym systemem operacyjnym omawianym na wykładach i wykorzystywanym na zajęciach projektowo-laboratoryjnych jest Linux. Istnieje jednak możliwość realizacji projektu związanego z innym systemem (np. Windows, Android, Zephyr itp.)

WYKŁADY:

1. Mechanizmy współczesnych systemów operacyjnych wspomagające wydajną i bezpieczną komunikację z urządzeniami peryferyjnymi.
2. Interfejsy sprzętowe używane do komunikacji z urządzeniami peryferyjnymi.
 1. Proste interfejsy - I2C, SPI, UART
 2. Interfejsy o złożonej obsłudze (np. Bluetooth, USB).
 3. Interfejsy o dużej wydajności - AXI, PCIe itp.
3. Metody tworzenia sterowników urządzeń
 1. Metody komunikacji sterownika z aplikacjami
 2. Funkcje związane z obsługą interfejsów komunikacyjnych (w tym obsługa przerwań)
 3. Zarządzanie pamięcią i komunikacja z pamięcią (DMA)
 4. Aspekty związane z pracą w czasie rzeczywistym
4. Realizacja urządzeń peryferyjnych współpracujących ze sterownikami
 1. Układy specjalizowane
 2. Realizacja z wykorzystaniem mikrokontrolerów
 3. Realizacja w postaci modelu symulacyjnego na potrzeby testów
 4. Realizacja w logice programowalnej z wykorzystaniem języków opisu sprzętu (Verilog/VHDL) a także syntezy wysokopoziomowej (HLS).
 1. Techniki uruchamiania i testowania urządzeń i sterowników w systemach SoC

Część I

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Realizacja aplikacji współpracujących ze sprzętem <ol style="list-style-type: none"> 1. Techniki właściwego wykorzystania interfejsu sterownika 2. Możliwości bezpośredniej współpracy ze sprzętem - zalety, wady i ograniczenia 6. Realizacja kompletnego systemu <ol style="list-style-type: none"> 1. Podział funkcji między sprzęt, sterowniki działające w przestrzeni jądra i aplikacje działające w przestrzeni użytkownika 2. Wykorzystanie możliwości przenoszenia funkcji między sprzętem, sterownikami i aplikacjami w celu zapewnienia wydajnego uruchamiania. 3. Zagadnienia związane z niezawodnością i energooszczędnością systemu
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie systemów mikroprocesorowych i systemów wbudowanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami w zakresie projektowania systemów wbudowanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie budowy systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane projekt pomiarów i symulacje komputerowe w zakresie modelowania analizy i projektowania systemów wbudowanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie modelowania analizy i projektowania systemów wbudowanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z zakresu mikrosystemów i systemów elektronicznych oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie systemów mikroprocesorowych i wbudowane.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-ZAPC
Nazwa przedmiotu	Zaawansowane aspekty projektowania PCB
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot został opracowany jako kontynuacja i rozszerzenie „Integralności Sygnałowej (ISYN)”.Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy teoretycznej oraz praktycznej o problemach jakie mogą występować przy projektowaniu układów na obwodach drukowanych. W szczególności są to problemy związane z integralnością zasilania, rozłożeniem masy i zjawiskami termicznymi. Poruszone zostaną też aspekty związane z technologią produkcji obwodów drukowanych, zasady rozmieszczenia elementów oraz kwestie dobrych praktyk wykorzystywanych przy projektowaniu schematów i mozaiki połączeń w PCB. W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się w praktyce z problemami występującymi w zaawansowanych układach elektronicznych. Będą mogli też wykonać symulacje obwodów elektronicznych pod kątem integralności zasilania. Strona 42 z 297 Ocena z przedmiotu jest wystawiana na podstawie wyniku uzyskanego z dwóch kolokwium organizowanych w czasie semestru i oceny sprawozdań z 4 laboratoriów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

LABORATORIA:

1. **Symulacje termiczne i integralności zasilania**
2. Symulacje obwodu drukowanego pod kątem zmian temperatury.
3. Symulacje obwodu drukowanego pod kątem integralności zasilania.
4. **Pomiary termiczne i integralności zasilania**
5. Obserwacja zjawisk symulowanych w czasie laboratorium 1 w rzeczywistych układach elektronicznych
6. **Pomiary wpływu ułożenia elementów i masy na działanie układu.**
7. Obserwacja wpływu rozłożenia elementów i masy na działanie układu.
8. Badanie przesłuchów pomiędzy ścieżkami i elementami.
9. **Badanie różnych zjawisk występujących w układach elektronicznych.**
10. Badanie wpływu różnych rodzajów zakłóceń na działanie układu elektronicznego.
11. Pomiary widma sygnału cyfrowego i jego zmiany w torze transmisyjnym.

Część I

Wykład	<p>WYKŁADY:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konstrukcja i wytwarzanie wielowarstwowych PCB 2. Rodzaje i właściwości materiałów stosowanych przy produkcji PCB. 3. Proces konstrukcji i wytwarzania obwodów drukowanych. 4. Technologie rozmieszczenia i lutowania elementów. 5. Wpływ wyżej wymienionych czynników na parametry obwodów elektronicznych, w tym na integralność sygnałów. 6. Dobre praktyki w projektowaniu złożonych schematów i wielowarstwowych PCB 7. Zasady tworzenia bibliotek elementów. 8. Zasady rysowania schematów, ich podział na bloki. 9. Definiowanie reguł projektowych i korzystanie z ich automatycznego sprawdzania (DRC). 10. Tworzenie dokumentacji produkcyjnej i komunikacja z producentem. 11. Integralność zasilania 12. Sieci zasilające i ich impedancja. 13. Parametry płaszczyzn zasilania. 14. Parametry i dobór kondensatorów. 15. Modelowanie oraz symulacje komputerowe aspektów integralności zasilania. 16. Filtracja zasilania w praktyce projektowania wielowarstwowych PCB 17. Szumy w sieciach zasilających i źródła. 18. Źródła zakłóceń zasilania. 19. Metody filtracji aktywnej i pasywnej. 20. Rozmieszczenie elementów na PCB 21. Sprzężenia i przesłuchy. 22. Główne zasady rozmieszczania elementów w systemach mieszanych (analogowo-cyfrowych). 23. Masy i izolacja 24. Izolacja galwaniczna, kiedy i jak ją stosować. 25. Zasady rozdzielania i łączenia mas. 26. Transformatory sygnałowe, ich zastosowanie i najważniejsze parametry. 27. Izolacja w systemach transmisyjnych. 28. Problemy termiczne na PCB 29. Odprowadzanie ciepła z układów. 30. Zasady projektowania chłodzenia dla układów elektronicznych. 31. Symulacje termiczne PCB.
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie integralności zasilania i jej wpływu na działanie układów elektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna kluczowe zagadnienia w projektowaniu obwodów drukowanych w układach cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z modelowaniem i optymalizacją układów analogowych, cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy projektowaniu układów analogowe, mieszanych i wielkiej częstotliwości.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi poprawnie przygotować dokumentację produkcyjną do produkcji PCB i montażu elementów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz laboratoria eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich przy modelowaniu, analizie i projektowaniu układów analogowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia dyplomowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	6

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Prowadzenie i dokumentowanie badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	90.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	6
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	W ramach Pracownia Dyplomowej Student pod nadzorem Promotora realizuje ustalone wcześniej zadania. W szczególności Dyplomant zapoznaje się z dostępną bazą dydaktyczną, która będzie wykorzystywana w trakcie realizacji pracy (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). W razie konieczności określane są brakujące zasoby i ustalany jest sposób i czas uzyskania dostępu do nich. W ramach pracowni Dyplomant stale dokształca się w zakresie odpowiadającym tematyce pracy. Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji i w razie potrzeby, we współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o modyfikacji ustalonych wcześniej zadań badawczych. Oceniana jest także zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Dyplomant przedstawia Promotorowi wyniki pracy w postaci raportu lub prezentacji.
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-SDM1
Nazwa przedmiotu	Seminarium dyplomowe magisterskie 1
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Seminarium magisterskie pierwsze na kierunku Elektronika na WEiTI PW jest kursem, w ramach którego student w oparciu o analizę literaturową i własną pracę badawczą na wybrany temat, wykonywaną pod okiem promotora przygotowuje się do prezentacji seminaryjnej, która musi wygłosić publicznie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	W trakcie seminarium student nabywa i rozwija umiejętności komunikacyjne, opisu słownego a także pisemnego w celu prezentacji swoich zainteresowań naukowych. Seminarium prowadzi do przygotowania prezentacji seminaryjnej ocenianej przez koordynatora przedmiotu oraz przez innych uczestników seminarium i/lub krótkiego artykułu naukowego. Temat seminarium dyplomowego jest wybrany przez studenta i odpowiada problematyce specjalności, którą studiuje. Specyficzne zagadnienia niezbędne do prawidłowego przygotowania prezentacji seminaryjnej są formułowane i uzgadniane z Promotorem.
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student wie w jaki sposób przygotować tekst lub prezentację opisującą eksperyment, badania naukowe lub budowę/ zasadę działania urządzenia elektronicznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02

Część I

Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w przygotowaniu teksów technicznych i naukowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Student zna i rozumie podstawy metodologii badań naukowych w dyscyplinach powiązanych z elektroniką.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi wykorzystywać wybrane teorie, metody i narzędzia w praktyce projektowania i realizacji badań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi prowadzić prace badawcze w celu przygotowania pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi przygotować krótki dokument techniczny lub doniesienie naukowe w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U06, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-KWABI
Nazwa przedmiotu	Kwantowa biofotonika
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kwantowa biofotonika (QBF), będąca częścią takich dyscyplin jak informacyjne technologie kwantowe, metrologia kwantowa, technologie obrazowania, oraz aparatura biomedyczna nie jest wykładana w postaci zwartej jako całość tworząca nowy obszar nauk inżynierijno-technicznych na pograniczu z naukami o życiu i medycyną. Obszar ten jest interdyscyplinarny i obejmuje następujące specjalności z przymiotnikiem kwantowy: zasadę działania, technologię elementów i urządzeń oraz systemów funkcjonalnych, fotonikę, informatykę, architekturę kwantowego sprzętu biomedycznego, itp. Przy obecnym szybkim rozwoju obszaru metrologii kwantowej pozwalającej na nowe metody pomiarowe i obrazowania, coraz częściej znacznie poniżej klasycznych limitów rozdzielczości, szumów i ograniczeń kwantowych, przedmiot QBF na ten temat wydaje się celowy i wartościowy. Aparatura kwantowa będzie wypierała klasyczną w wielu obszarach w ciągu następnych dziesięcioleci.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Opis wykładu: Kwantowa Biofotonika jako sub-obszar kwantowych technik informacyjnych. Obszar zainteresowań i działy QBF. Różnice między klasycznymi technologiami oddziaływania i obrazowania a kwantowymi. Kwantowe przekraczanie barier szumowych, dyfrakcyjnych i kwantowych. Biofotonika jest kombinacją biologii i fotoniki oraz w niektórych coraz częstszych i przyszłościowych obszarach, kwantowych technik informacyjnych, w tym metrologicznych. Biofotonika dotyczy rozwoju aplikacji technik optycznych i kwantowo optycznych, szczególnie detekcji słabych sygnałów i obrazowania do badań molekuł biologicznych, komórek, oraz tkanek. Zastosowanie technik QBF, np. w postaci detektorów kwantowych, charakteryzuje się szeregiem zalet, że zachowują one integralność badanych obiektów biologicznych. Biofotonika i QBF są ogólnymi terminami dla wszystkich technik zajmujących się interakcją pomiędzy obiektami biologicznymi i fotonami, w tym fotonami pojedynczymi, oraz falami nieklasycznymi jak światło ściśnięte/anty-ściśnięte, sub/super Poissonowskie. Badane zjawiska obejmują emisję, detekcję, absorpcję, odbicie, rozproszenie, modyfikację i generację promieniowania z biomolekularnych obiektów, komórek, tkanek, organizmów i biomateriałów. Obszary obecnych zastosowań BF i potencjalnych QBF obejmują nauki o życiu, medycynę, rolnictwo, nauki o środowisku. Głównym obszarem działania/zastosowania BF/QBF jest diagnostyka, choć posiada także zastosowania terapeutyczne. Rozwijane techniki QBF wprowadzają zupełnie nowe możliwości badawcze w wymienionych obszarach i następnie w konsekwencji aplikacyjne. Takie obszary jak mikroskopia, obrazowanie 2/3D, fuzja czujników, wydobywanie wiedzy, detekcja i przetwarzanie słabych sygnałów, magnetometria, itp. mają silne perspektywy kwantowe.

- Przypomnienie klasyki, metrologia, inteligentne obrazowanie – kluczowy element diagnostyki, szumy i zniekształcenia, ograniczenia szumowe, dyfrakcyjne i kwantowe, granice technik klasycznych, kryterium Rayleigha, formaty danych, przetwarzanie danych, co na tym tle klasycznym dają techniki kwantowe, technologiczna dostępność technik kwantowych;
- Optyka kwantowa. Statystyka fotonowa. Światło Poissonowskie. Światło super i sub-Poissonowskie. Pojedynczy foton. Zasada Heisenberga. Fotonika. Oświetlenie kwantowe. Detekcja światła nieklasycznego. Sygnały poniżej szumów.
- Informacja kwantowa. Qubit. Nielokalność. Splątanie. Przyczynowość informacyjna. Przetwarzanie informacji kwantowej. Twierdzenia o niemożliwościach kwantowych. Relacja informacji kwantowej do klasycznej. Koherencja i dekoherencja kwantowa. Dokładność w operacjach kwantowych.
- Biofotonika. Definicja dziedziny. Zjawiska biofotoniczne. Zastosowania. Przegląd technik biofotonicznych. Techniki spektroskopowe Ramana i FTIR (Fourier-transform IR). Nanoskalowe pułapkowanie optyczne. Mikroskopia fotoakustyczna (PAM). Laserowe oddziaływania silne i słabe. Techniki fotodynamiczne, fotoaktywacyjne i fotothermalne. Rezonansowy transfer energii.

- Kwantowa biofizyka. Kwantowa biologia. Kwantowa Biofotonika. Niezwykłe spotkanie fizyki kwantowej i optyki kwantowej z biologią, medycyną, naukami o życiu. Kwantowa biologia informacyjna (QIB).
- Biosygnale optyczne. Biofluorescencja. Bioluminescencja. Biofosforencencja. Biolaserowanie. Aktywacja i deaktywacja fotoniczna. Aktywacja kwantowa. Dekoherencja kwantowa w systemach biologicznych.
- Metrologia kwantowa. Wzmocnienie kwantowe metrologii klasycznej. Jak jest dokładna metrologia kwantowa. Estymacja kwantowa a klasyczna. Splątanie dwuczęściowe i wielocząściowe. Limit Heisenberga. Gdzie szukać przewagi nad metrologią klasyczną. Szum i niedoskonałości eksperymentu. Kwantowy efekt Zeno i akumulacja błędów. Metrologia kwantowa w biomedycynie.
- Materiały kwantowe w biofotonice. Metamateriały fotoniczne. Materiały eliptyczne, Jak metamateriał eliptyczny daje suoperrozdzielczość? Wykorzystanie metamateriałów w budowie sprzętu, Zwiększenie rozdzielczości obrazowania. detektory, źródła, mikroskopia, Nanoznaczniki, nanodiamenty fluorescencyjne, Fluorescencyjne nanosondy - kropki kwantowe AgInS₂.
- Czujniki kwantowe. Dojrzałość techniczna czujników kwantowych. Ograniczenia czujników kwantowych. Dokładność czujników kwantowych. Czujniki kwantowe do pomiarów wielkości biomedycznych. SQID. Interferometr ze ściśniętym światłem. Spektroskopia kwantowa NMR. Detekcja splątanych fotonów. Kwantowe detektory pikselowe.
- Obrazowanie kwantowe i klasyczne. Litografia kwantowa. Ghost imaging. Wymiar piksela i wymiar czujnika – dwa podejścia do zwiększenia rozdzielczości, Obrazujące matryce kwantowe, Rodzaje kwantowych metod obrazowania.
- Mikroskopia kwantowa. Modyfikowane techniki mikroskopowe. Zasady zwiększania rozdzielczości. Technika LSM (light sheet microscopy) mikroskopia światła arkuszowego, ultraszybkie obrazowanie 3D metodą LSM,

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Techniki fotoniczne. Techniki OB (optical biopsies), obrazowanie endospektroskopowe Techniki MPI/MPE (multiphoton imaging/endoscopy) obrazowanie wielofotonowe, sondy światłowodowe, rozwiązania techniczne sond Ramanowskich, Techniki SRS (spontaneous Raman spectroscopy) spontaniczna spektroskopia Ramanowska, szybka diagnostyka in-vivo bez znaczników, nieelastyczne rozpraszanie fotonu na molekule powodujące wzbudzenie charakterystycznych dla niej modów wibracyjnych, analiza pojedynczo-komórkowa i tkankowa, rozróżnianie makrocząsteczek białek, lipidów, kwasów nukleinowych, węglowodanów i innych, Techniki mikroskopowe CRS (coherent Raman scattering) mikroskopia z koherentnym rozpraszaniem Ramana, należy do grupy SRS, Techniki SERS (surface-enhanced Raman spectroscopy), należy do grupy SRS, Techniki MES (microendospectroscopy) obrazowanie mikro-endo-spektroskopowe, Techniki CSAR (coherent anti-stokes Raman scattering) koherentne anti-Stokesowskie rozpraszanie Ramana, Techniki TPEF (two-photon excited autofluorescence) wzbudzona dwufotonowa autofluorescencja, Techniki MUSE (microscopy with UV surface excitation): mikroskopia niedestrukcyjna z pobudzaniem powierzchniowym UV do testów molekularnych. Techniki SHG (second harmonic generation) wzbudzenie drugiej harmonicznej w próbce do identyfikacji i dyferencjacji, Techniki THzI (terahertz imaging) obrazowanie terahercowe Techniki specjalne. Techniki mezoskopowe i nanoskopowe. Plazmonika. Mikro i nanofluidyka, Nanoskopowe pułapkowanie, Pęseta optyczna. Etykietowanie kwantowe. Kwantowe etykiety fluorescencyjne (kropki kwantowe). Emergencje kwantowe. Kwantowe techniki odkrywania leków. Oddziaływania subkrytyczne i aktywacyjne. Techniki fotodynamiczne, fotoaktywacyjne i fotothermalne. Nanoaktywatory kwantowe. Techniki FRET (Forster resonance Energy transfer) rezonansowy transfer energii. Optogenetyka. Eksperymenty krajowe w zakresie optogenetyki kwantowej. Wspomagane kwantowo techniki obliczeniowe w biofizyce i biofotonics. Uczenie maszynowe i sztucznej inteligencji AI do interpretacji danych. Obliczeniowe techniki kwantowe inspirowane biologią. Środowiska sprzętowe i programistyczne projektowania i budowy aparatury i oprogramowania kwantowego: QISKIT, ARTIQ, SINARA.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma wiedzę w zakresie: podstaw fizyki kwantowej, zjawisk kwantowych w tym fotonicznych w systemach biomedycznych, oraz wykorzystywanych do budowy urządzeń technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02

Część I	
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie projektowania i zasad użytkowania technicznych urządzeń kwantowych jak: czujników, urządzeń pomiarowych, systemów złożonych w tym biomedycznej kwantowej aparatury biomedycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele teoretyczne i techniczne do analizy podstawowych zagadnień z obszaru kwantowej biofizyki i biofotoniki oraz niektórych informacyjnych technologii kwantowych oraz do podstawowych metod projektowania funkcjonalnych kwantowych urządzeń metrologicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody kwantowej biofotoniki oraz niektórych informacyjnych technologii kwantowych oraz odpowiednie narzędzia projektowania do rozwiązywania podstawowych zadań z obszaru metrologii kwantowej i jej integracji z metodami klasycznymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie. Potrafi skutecznie pracować w projektowym środowisku wirtualnym.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-MISS
Nazwa przedmiotu	Metrologia i sensoryka światłowodowa
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi zagadnieniami w zakresie pomiarów w technice światłowodowej. W szczególności przedmiot obejmuje tematykę związaną z czujnikami światłowodowymi w systemach pomiarowych oraz z zagadnieniami metrologicznymi wykorzystywanymi w laboratoriach badawczych i wzorcujących. W zakresie metrologii światłowodowej nacisk położony został na omówienie: specjalistycznych metod pomiarowych stosowanych do charakteryzacji światłowodów i podzespołów światłowodowych, tematyki wzorców pomiarowych, spójności pomiarowej oraz analizy niepewności.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	16.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład	WYKŁADY: <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp: przypomnienie i rozszerzenie podstawowych zagadnień z zakresu techniki światłowodowej (rodzaje, parametry i właściwości), oraz pojęć z zakresu czujników oraz metrologii (4h)2. Światłowodowe czujniki natężeniowe (1h)3. Interferometry światłowodowe (2h)4. Periodyczne struktury światłowodowe w zastosowaniach czujnikowych (4h)5. Dwójłomność i polaryzacja w sensoryce światłowodowej (2h)6. Rozłożone systemy pomiarowe (technologie: OTDR, OFDR, rozpraszanie ramanowskie, rozpraszanie Brillouina) (3h)7. Rezonatory pętlowe i laserowe układy czujnikowe (2h)8. Techniki pomiarowe w badawczym laboratorium światłowodowym (6h):9. pomiary właściwości włókien światłowodowych (straty zgięciowe, długość fali odcięcia, apertura numeryczna, tłumienność, charakterystyka spektralna)10. pomiary zaawansowane (polaryzacja i dwójłomność, dyspersja polaryzacyjna, dyspersja chromatyczna, straty zależne od polaryzacji, współczynnik ekstynkcji)11. Spójność pomiarowa w technice światłowodowej (6h):12. wzorce pomiarowe stosowane w technice światłowodowej13. zaawansowane metody pomiarowe14. szacowanie niepewności pomiarowej
Laboratorium	LABORATORIA: Celem laboratorium jest ugruntowanie wiedzy teoretycznej i nabycie umiejętności praktycznych przygotowujących do pracy w laboratorium badawczym w zakresie techniki i metrologii światłowodowej. Studenci mają możliwość własnoręcznego zestawienia stanowiska badawczego, zdobycia umiejętności eksperymentatorskich, poznania zaawansowanych metod pomiarowych oraz analizy, przetwarzania i opracowywania wyników badań. Tematyka zajęć laboratoryjnych: <ul style="list-style-type: none">• Badania podstawowych właściwości światłowodów – część 1: zestawienie stanowiska pomiarowego do obserwacji rozkładu modów w światłowodzie, pobudzenie modów, obserwacja i pomiary (4h).• Badanie podstawowych właściwości światłowodów – część 2: pomiar strat zgięciowych, długości fali odcięcia, wyznaczenie apertury numerycznej światłowodów (4h).• Badania właściwości polaryzacyjnych światłowodów – pomiar stanu polaryzacji, pomiar dyspersji polaryzacyjnej, szacowanie niepewności pomiarowej (4h).

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I	
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie metod obliczeniowych przydatnych do rozwiązywania złożonych zagadnień dotyczących mikroelektroniki i fotoniki oraz rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki w zakresie zjawisk fizycznych istotnych dla działania zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy laboratoryjnym rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy, projektowania, modelowania, charakteryzacji i wytwarzania zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu analizy, projektowania, modelowania, charakteryzacji i wytwarzania zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-USYB
Nazwa przedmiotu	Układy systemów bezprzewodowych
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy teoretycznej oraz praktycznej z zakresu układów elektronicznych stosowanych do bezprzewodowej komunikacji w systemach wbudowanych, Internetu Rzeczy oraz 5G. Zrozumienie wymagań stawianym układom elektronicznym przeznaczonym do urządzeń bezprzewodowych wymaga szerszego omówienia kluczowych cech systemów radiokomunikacyjnych, dlatego przedstawione zostaną najpopularniejsze techniki modulacji cyfrowych oraz wielodostępu. Pozwoli to na szczegółowe omówienie różnic pomiędzy standardami sieci bezprzewodowych przeznaczonych dla systemów wbudowanych określonego przeznaczenia. W przypadku rozległych sieci małej mocy LPWAN (ang. low-power wide-area network) zostaną omówione standardy LoRa, NarrowBand IoT (NB-IoT), Sigfox oraz Weightless. Jako przykłady bezprzewodowych sieci osobistych WPAN (ang. wireless personal area network) zostaną przedstawione standardy Bluetooth (classic oraz low-energy), a także ZigBee. Przekazane zostanie również wiedza z zakresu bezprzewodowych sieci w obszarze ludzkiego ciała WBAN (ang. wireless body area network), a także komunikacji zbliżeniowej NFC (ang. near field communication). Omówione zostaną standardy szerokopasmowe w sieciach WLAN (ang. wireless local area network) z rodziny IEEE 802.11 oraz interfejsy radiowe w systemach komórkowych drugiej, trzeciej, czwartej i piątej generacji. Głównym celem przedmiotu jest omówienie różnorodnych rozwiązań sprzętowych w systemach transmisji bezprzewodowej, dlatego studentom zostanie przekazana wiedza z zakresu kluczowych parametrów i charakterystyk odbiorników i nadajników radiowych, ich architektur oraz wymagań stawianym poszczególnym elementom elektronicznym takim jak: filtry, mieszacze, wzmacniacze i anteny. Zaprezentowane zostaną techniki pomiaru anten i układów radioelektronicznych. Istotnym elementem uzupełniającym wykład będą zajęcia zintegrowane (ćwiczenia) oraz laboratoria, pozwalające w rzeczywistych warunkach zapoznać się z kluczowymi zagadnieniami związanymi z łącznością bezprzewodową w systemach wbudowanych.

WYKŁADY:

1. **Sygnaly w systemach transmisji bezprzewodowej:**
2. Przegląd sygnałów stosowanych w systemach bezprzewodowych, podstawowe modulacje cyfrowe, transmisja OFDM, transmisja z rozpraszaniem widma (DSSS, FHSS, CSS)
3. Podstawowe techniki wielodostępu i organizacja transmisji w łączu radiowym
4. Wpływ właściwości poszczególnych sygnałów na wymagania stawiane układom nadawczo-odbiorczym (liniowość, pasmo pracy, architektura)
5. **Systemy transmisji bezprzewodowej:**
6. Bezprzewodowe systemy wąskopasmowe dla IoT
 1. Sieci LPWAN (LoRa, LTE NB-IoT, Sigfox, Weightless)
 2. System Bluetooth (classic i low energy)
 3. System ZigBee
7. Bezprzewodowe systemy szerokopasmowe
 1. WiFi: IEEE 802.11n/ac/ax
 2. Systemy komórkowe GSM, UMTS, LTE, 5G
8. **Rozwiązania sprzętowe w systemach transmisji bezprzewodowej:**

9. Parametry i charakterystyki urządzeń radiowych
 1. Odbiornik: szумы, czułość, dynamika, selektywność
 2. Nadajnik: liniowość (IMD, ACPR, EVM), sprawność
 3. Budżet energetyczny i szumowy łącza radiowego
10. Elementy składowe układów radiowych: wzmacniacze niskoszumne, mieszacze i modulatory (IQ), oscylatory, wzmacniacze mocy, filtry
11. Nadawczo-odbiorcze moduły radiowe
 1. Układy z przemianą częstotliwości – odbiornik superheterodynowy i homodynowy
 2. Rola mieszacza kwadraturowego
 3. Przegląd rozwiązań komercyjnych
12. Układy sterowania i przetwarzania sygnałów
 1. Mikrokontrolery (w tym mikrokontrolery zawierające część radiową oraz mikrokontrolery wielosystemowe) – przegląd rozwiązań
 2. Przetwarzanie „w chmurze”
13. Projektowanie obwodów drukowanych wysokiej częstotliwości i integralność sygnałów
14. Anteny:
 1. Rodzaje anten stosowanych w systemach wbudowanych (w tym anteny paskowe, ceramiczne)
 2. Symetryzatory i układy dopasowujące (rola, typy układów)
15. **Metody pomiaru kluczowych parametrów układów komunikacji bezprzewodowej:**
16. Przyrządy stosowane w technice pomiarowej układów komunikacji bezprzewodowej: generatory, analizatory widma, wektorowe analizatory sygnałów zmodulowanych, wektorowe analizatory obwodów, mierniki mocy
17. Pomiary kluczowych parametrów anten: kierunkowości, zysku, współczynnika odbicia.
18. Pomiary nadajników: moc wyjściowa, punkt 1dB kompresji, emisje pozapasmowe
19. Pomiary odbiorników: czułości, stosunek sygnału do szumu, bitowa stopa błędów.

ĆWICZENIA – ZAJĘCIA O CHARAKTERZE CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANYM:

- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem Altair Feko oraz Matlab Antenna Toolbox. Projektowanie podstawowych typów anten takich jak dipol, monopole i antena mikropaskowa; optymalizacja geometrii anten pod kątem kluczowych parametrów
- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem AWR Design Environment. Projektowanie układów pasywnych takich jak linie transmisyjne, filtry, transformatory impedancji i układy dopasowujące impedancję anteny do impedancji linii zasilającej
-

LABORATORIA:

1. **Anteny w systemach wbudowanych**
 1. Badania dopasowania anteny drukowanej (z i bez układu dopasowującego)
 2. Badania wpływu obudowy na dopasowanie i charakterystyki promieniowania
 3. Badania wpływu umiejscowienia anteny ceramicznej na płycie PCB

Część I

	<ol style="list-style-type: none">2. Badania właściwości czasowych i częstotliwościowych sygnałów wykorzystywanych w systemach bezprzewodowych<ol style="list-style-type: none">1. Sygnały wąskopasmowe2. Sygnały szerokopasmowe (OFDM, sygnały z rozpraszaniem widma)3. Badania łącza LoRa<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Badania bitowej stopy błędów3. Pomiar pobieranego prądu w zależności od klasy urządzenia końcowego4. Badania łącza Bluetooth Low Energy<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Transmisja rozsiewcza i zwykła3. Badania bitowej stopy błędów4. Pomiar pobieranego prądu
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	LABORATORIA: <ol style="list-style-type: none">1. Anteny w systemach wbudowanych<ol style="list-style-type: none">1. Badania dopasowania anteny drukowanej (z i bez układu dopasowującego)2. Badania wpływu obudowy na dopasowanie i charakterystyki promieniowania3. Badania wpływu umiejscowienia anteny ceramicznej na płytce PCB2. Badania właściwości czasowych i częstotliwościowych sygnałów wykorzystywanych w systemach bezprzewodowych<ol style="list-style-type: none">1. Sygnały wąskopasmowe2. Sygnały szerokopasmowe (OFDM, sygnały z rozpraszaniem widma)3. Badania łącza LoRa<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Badania bitowej stopy błędów3. Pomiar pobieranego prądu w zależności od klasy urządzenia końcowego4. Badania łącza Bluetooth Low Energy<ol style="list-style-type: none">1. Cechy sygnałów, odporność na zakłócenia2. Transmisja rozsiewcza i zwykła3. Badania bitowej stopy błędów4. Pomiar pobieranego prądu
--------------	--

Część I

Ćwiczenia

ĆWICZENIA – ZAJĘCIA O CHARAKTERZE CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANYM:

- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem Altair Feko oraz Matlab Antenna Toolbox. Projektowanie podstawowych typów anten takich jak dipol, monopól i antena mikro-paskowa; optymalizacja geometrii anten pod kątem kluczowych parametrów
- Zajęcia zintegrowane z wykorzystaniem AWR Design Environment. Projektowanie układów pasywnych takich jak linie transmisyjne, filtry, transformatory impedancji i układy dopasowujące impedancję anteny do impedancji linii zasilającej
-

WYKŁADY:

1. **Sygnaly w systemach transmisji bezprzewodowej:**
2. Przegląd sygnałów stosowanych w systemach bezprzewodowych, podstawowe modu-lacje cyfrowe, transmisja OFDM, transmisja z rozpraszaniem widma (DSSS, FHSS, CSS)
3. Podstawowe technik wielodostępu i organizacja transmisji w łączu radiowym
4. Wpływ właściwości poszczególnych sygnałów na wymagania stawiane układom na-dawczo-odbiorczym (liniowość, pasmo pracy, architektura)
5. **Systemy transmisji bezprzewodowej:**
6. Bezprzewodowe systemy wąskopasmowe dla IoT
 1. Sieci LPWAN (LoRa, LTE NBIoT, Sigfox, Weightless)
 2. System Bluetooth (classic i low energy)
 3. System ZigBee
7. Bezprzewodowe systemy szerokopasmowe
 1. WiFi: IEEE 802.11n/ac/ax
 2. Systemy komórkowe GSM, UMTS, LTE, 5G
8. **Rozwiązania sprzętowe w systemach transmisji bezprzewodowej:**
9. Parametry i charakterystyki urządzeń radiowych
 1. Odbiornik: szумы, czułość, dynamika, selektywność
 2. Nadajnik: liniowość (IMD, ACPR, EVM), sprawność
 3. Budżet energetyczny i szumowy łącza radiowego
10. Elementy składowe układów radiowych: wzmacniacze niskoszumne, mieszacze i mo-dulatory (IQ), oscylatory, wzmacniacze mocy, filtry
11. Nadawczo-odbiorcze moduły radiowe
 1. Układy z przemianą częstotliwości – odbiornik superheterodynowy i homody-nowy
 2. Rola mieszacza kwadraturowego
 3. Przegląd rozwiązań komercyjnych
12. Układy sterowania i przetwarzania sygnałów
 1. Mikrokontrolery (w tym mikrokontrolery zawierające część radiową oraz mi-krokontrolery wielosystemowe) – przegląd rozwiązań
 2. Przetwarzanie „w chmurze”
13. Projektowanie obwodów drukowanych wysokiej częstotliwości i integralność sygnałów
14. Anteny:
 1. Rodzaje anten stosowanych w systemach wbudowanych (w tym anteny pa-skowe, ceramiczne)
 2. Symetryzatory i układy dopasowujące (rola, typy układów)
15. **Metody pomiaru kluczowych parametrów układów komunikacji bezprzewodowej:**
16. Przyrządy stosowane w technice pomiarowej układów komunikacji bezprzewodowej: generatory, analizatory widma, wektorowe analizatory sygnałów zmodulowanych, wektorowe analizatory obwodów, mierniki mocy
17. Pomiary kluczowych parametrów anten: kierunkowości, zysku, współczynnika odbicia.
18. Pomiary nadajników: moc wyjściowa, punkt 1dB kompresji, emisje pozapasmowe
19. Pomiary odbiorników: czułości, stosunek sygnału do szumu, bitowa stopa błędów.

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma ugruntowaną wiedza o standardach opisujących warstwę fizyczną laboratoria częściowo systemów łączności bezprzewodowej do zastosowań w systemach wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe architektury modułów nadawczo/ odbiorczych, a także układów i elementów elektronicznych stosowanych do łączności bezprzewodowej w systemach wbudowanych i urządzeniach Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę o kluczowych parametrach układów analogowych wielkiej częstotliwości i systemów łączności bezprzewodowej wraz z wiedzą o przyrządach i metodach umożliwiających pomiar tych parametrów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi trafnie wskazać typ standardu komunikacji bezprzewodowej, który spełnia wymagania systemu wbudowanego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi stworzyć projekt, a następnie zaimplementować komercyjny układ transmisji bezprzewodowej w systemie wbudowanym oraz dobrać odpowiednią antenę
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U10, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać typowe przyrządy i metody do wyznaczenia charakterystyk jakościowych układu bezprzewodowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSEW-MSP-WBIK
Nazwa przedmiotu	Współczesne wyzwania bezpieczeństwa informacji i kryptografii
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami ochrony informacji, w szczególności kompleksowe spojrzenie na zagadnienia współczesnej kryptografii, podatności na różne zagrożenia (w tym nowoczesna ataki typu side-channel), czynnik ludzki w bezpieczeństwie oraz rozwiązania specjalizowane w zakresie zabezpieczeń. Przedmiot pozwoli na kompleksowe spojrzenie na zarządzanie informacją od bezpieczeństwa fizycznego, osobowo-organizacyjnego po rozwiązanie informatyczne i kryptograficzne. W szczególności omówione zostaną techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>PROJEKT: W ramach projektu wykorzystywana będzie wiedza i umiejętności nabyte w ramach wykładu i laboratoriów, jednak projekt będzie wymagał samodzielnego pogłębienia wiedzy i umiejętności w zakresie wybranej tematyki. Projekty mogą być wykonywane samodzielnie lub w zespołach od 2 do 5 osób. W tym drugim przypadku konieczny jest jasny podział zadań, doraźna współpraca oraz synteza wyników. Przykładowe tematy projektów obejmują:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Implementacja mechanizmu kryptograficznego.2. Kryptoanaliza mechanizmu kryptograficznego.3. Implementacja protokołu kryptograficznego.4. Przeprowadzenie ataku na protokół kryptograficzny.5. Implementacja zabezpieczenia przeciw atakom typu side-channel.6. Przeprowadzenie aktywnego ataku typu side-channel.7. Przeprowadzenie pasywnego ataku typu side-channel.8. Przeprowadzenie wnioskowania bez przełamania dostępu do informacji.9. Zaproponowanie polityki zarządzania informacją w firmie.10. Zaproponowanie polityki ochrony informacji dla konkretnej firmy.11. Zaproponowanie polityki zapewnienia poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności.12. Zaproponowanie polityki uwierzytelniania ludzi i dostępu do zasobów w firmie.13. Opracowanie systemu bezpiecznej komunikacji prostych urządzeń Internetu Rzeczy.
Laboratorium	<p>LABORATORIA:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Tendancyjne i kierunkowe łamanie haseł2. zebranie informacji prywatnych na podstawie profilu internetowego3. opracowanie reguł i priorytetów sprawdzania haseł4. implementacja mechanizmu łamania haseł i weryfikacja poprawności jego działania5. Przeprowadzenie ataku polegającego na podsłuchu sprzętu6. implementacja wybranego algorytmu/protokołu na wybranej platformie sprzętowej (mikrokontroler/FPGA/CPLD/system wbudowany)7. rejestracja poboru mocy i/lub ulotu elektromagnetycznego8. wnioskowanie na podstawie zebranych danych9. Atak aktywny na generator liczb prawdziwie losowych lub kluczy elektronicznych10. implementacja sprzętowa wybranego generatora (TRNG, PUF) na wybranej platformie sprzętowej (mikrokontroler/FPGA/CPLD/system wbudowany)11. zakłócanie środowiska pracy generatora (zasilania i/lub elektromagnetycznie)12. analiza skuteczności wpływu działania na generator13. Analiza komunikacji radiowej prostych urządzeń Internetu Rzeczy14. rejestracja komunikacji RFID/NFC pomiędzy dwoma urządzeniami15. dekodowanie komunikatów nadawcy i odbiorcy16. analiza możliwości śledzenia urządzeń/podszywania się pod urządzenie

WYKŁADY:

1. **Wprowadzenie do bezpieczeństwa informacji**
2. potrzeba chronienia informacji różnego rodzaju
3. kompleksowe spojrzenie na zarządzanie informacją (od informacji na papierze, przez elektroniczną, aż po informacje w głowach pracowników)
4. bezpieczeństwo fizyczne, osobowo-organizacyjne oraz informatyczne
5. zapewnienie poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
6. monitorowanie obiektów, systemów, sieci i baz danych, monitorowanie uzyskiwania i zakresu dostępu do pomieszczeń, systemów i informacji
7. testowanie zabezpieczeń (szacowanie kosztów i trudność przełamania zabezpieczeń, testy penetracyjne, analiza ryzyka)
8. zasady i procedury reakcji na incydenty (w zależności od rozmiaru i poziomu)
9. normy i standardy zapewniania bezpieczeństwa informacji
10. zgodność i dostosowanie procedur przetwarzania informacji z obowiązującym prawem
11. szkolenia pracowników w zakresie bezpieczeństwa informacji
12. **Podstawy kryptografii**
13. kryptografia z kluczem prywatnym,
14. kryptografia z kluczem publicznym
15. szyfry blokowe, strumieniowe, tryby wykorzystania szyfrów
16. funkcje skrótu
17. podpis cyfrowy
18. **Generatory liczb losowych i pseudolosowych oraz fizyczne klucze elektroniczne**
19. generatory pseudolosowe (zalety, ograniczenia)
20. generatory fizyczne, w szczególności liczb prawdziwie losowych
21. fizycznie niekopiowalne funkcje
22. weryfikacja losowości
23. **Protokoły kryptograficzne**
24. protokoły głosowania,
25. stemplowanie czasem
26. identyfikacja i uwierzytelnianie
27. **Uwierzytelnianie ludzi**
28. uwierzytelnianie oparte na wiedzy (przegląd technik, zalet i wad)
29. uwierzytelnianie oparte na posiadaniu (przegląd technik, zalet i wad)
30. uwierzytelnianie biometryczne (przegląd technik, zalet i wad)
31. podatności i ataki na techniki uwierzytelniania
32. **Kryptoanaliza i łamanie szyfrów**
33. klasyczne podejście do kryptoanalizy
34. złożoność obliczeniowa i wnioskowanie
35. tablice tęczowe i inne techniki kryptoanalizy
36. **Ataki polegające na łamaniu sprzętu (side-channel)**
37. analiza kanałów ataków (czasowy, mocy, elektromagnetyczny itp.)
38. techniki analizy informacji (różnicowa itp.)
39. zabezpieczenia na poziomie: fizycznym, elektronicznym, algorytmicznym
40. **Bezpieczeństwo w dobie Internetu Rzeczy**

Część I

	41. ograniczone możliwości przechowywania i przetwarzania informacji a kryptografia 42. rozproszona struktura i podatności środowiskowe 43. wnioskowanie bez przełamywania dostępu do informacji
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa w określonym obszarze funkcjonowania instytucji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U14, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	

Część I

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-PIMI
Nazwa przedmiotu	Projektowanie i modelowanie mikrosystemów
Wersja przedmiotu	2021L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami i narzędziami służącymi do projektowania i modelowania mikrosystemów. Po ukończeniu przedmiotu studenci powinni potrafić samodzielnie przejść całą ścieżkę projektowania od narysowania topologii mikrosystemu, poprzez sprawdzenie poprawności i wykonywalności projektu w danej technologii, symulację działania oraz optymalizację projektu.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład

Treść wykładu

- Przegląd pojęć podstawowych i metod modelowania na poziomie stałych rozłożonych, podstawy metod elementów skończonych (Finite Element Method), metody elementów brzegowych (Boundary Element Method), metody objętości skończonej (Finite Volume Method) oraz metody różnic skończonych (Finite Difference Method). (4 godz.)
-
- Wprowadzenie do środowiska Coventor. Przedstawienie metodologii projektowania i symulacji. mikrosystemów na przykładowych konstrukcjach (6 godz.)
-
- Zastosowanie elektrycznych obwodów zastępczych do modelowania zjawisk nieelektrycznych występujących w mikrosystemach. Modelowanie z wykorzystaniem elementów o stałych skupionych i rozłożonych (2 godz.)
-
- Modele behawioralne, języki dedykowanych do modelowania systemów (2 godz.)
-
- Problemy związane z identyfikacją parametrów, perspektywy rozwojowe (1 godz.)
-

Część I

Laboratorium	Zakres laboratorium <ul style="list-style-type: none">• Lab.1 (3+3 godz.) Krzemowy czujnik ciśnienia (projektowanie geometrii, symulacja naprężeń membrany, symulacja zmian pojemności, optymalizacja rozmiarów membrany i lokalizacji piezorezystorów)•• Lab.2 (3+3 godz.) Czujniki gazów z grzaną membraną (projektowanie geometrii, obliczenia pola rozkładu temperatury dla zadanej konfiguracji grzejnika, optymalizacja kształtu grzejnika pod kątem uzyskania równomierności rozkładu pola temperatury)•• Lab.3 (3+3 godz.) Czujnik przyspieszenia z masą sejsmiczną (projektowanie struktury czujnika, obliczenia odkształceń w warunkach dynamicznych, optymalizacja kształtu i rozmiaru zawieszonych masy sejsmicznej)•• Lab.4 (3+3 godz.) Mikrosystem typu LoC (symulacja przepływu cieczy o zadanych parametrach w mikrokanałach ? wymuszenie ciśnieniowe i elektroosmotyczne, mieszanie cieczy, optymalizacja kształtów kanałów)•• Lab.5 (3+3 godz.) Mikrosystem biologiczny (symulacja systemu do PCR- polymerase chain reaction, optymalizacja pola temperatury i szybkości przepływu)•
--------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Student zna budowę podstawowych mikrosystemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi zaprojektować prosty mikrosystem
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08, U10, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-PSYL
Nazwa przedmiotu	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów z wykorzystaniem LabView
Wersja przedmiotu	2020Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	<p>Celem wykładu jest omówienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z zaawansowanymi metodami przetwarzania sygnałów cyfrowych szeroko wykorzystywanych we współczesnych systemach telekomunikacyjnych, radiokomunikacyjnych, czy radiolokacyjnych. Na wykładzie przedstawiony zostanie przegląd współczesnych technik przetwarzania począwszy od omówienia podstaw teorii cyfrowego przetwarzania sygnałów poprzez metody zaawansowane, a kończąc na praktycznych ich realizacjach. W ramach wykładów omówione zostaną również metody programowania z wykorzystaniem środowiska Labview oraz ich wykorzystanie pod kątem realizacji algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów. W ramach laboratorium odbędzie się praktyczny kurs korzystania ze środowiska Labview mający na celu efektywne wykorzystanie go w celu implementacji metod przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci będą mieli możliwość nieodpłatnego przystąpienia do egzaminu CLAD (ang. Certified LabVIEW Associate Developer) certyfikowanego przez firmę National Instruments (NI). Dodatkowo, każdy student uczestniczący w kursie otrzyma bezpłatnie pełną wersję studencką LabVIEW. Studenci wybierający ten przedmiot powinni posiadać podstawową wiedzę z teorii sygnałów oraz podstaw cyfrowego przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci nabędą umiejętności programowania graficznego w Labview (G programming language) i wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów w tym środowisku.</p>
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

Część I

Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Zakres laboratorium <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie do programowania w środowisku LabVIEW, Tworzenie aplikacji modułowych (Sub-VI).2. Tworzenie i używanie struktur (Operacje na tablicach, Klastry, Definicja Typu).3. Obsługa plików i sprzętu.4. Tworzenie i wykorzystanie zmiennych, maszyna stanów, przetwarzanie sekwencyjne.5. Aplikacje wielowątkowe, wymiana danych pomiędzy wątkami, obsługa zdarzeń, obsługa błędów, implementacja architektur programistycznych6. Techniki przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem LabView.
--------------	---

Wykład	<p>Celem wykładu jest omówienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z zaawansowanymi metodami przetwarzania sygnałów cyfrowych szeroko wykorzystywanych we współczesnych systemach telekomunikacyjnych, radiokomunikacyjnych, czy radiolokacyjnych. Na wykładzie przedstawiony zostanie przegląd współczesnych technik przetwarzania począwszy od omówienia podstaw teorii cyfrowego przetwarzania sygnałów poprzez metody zaawansowane, a kończąc na praktycznych ich realizacjach. W ramach wykładów omówione zostaną również metody programowania z wykorzystaniem środowiska Labview oraz ich wykorzystanie pod kątem realizacji algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów. W ramach laboratorium odbędzie się praktyczny kurs korzystania ze środowiska Labview mający na celu efektywne wykorzystanie go w celu implementacji metod przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci będą mieli możliwość nieodpłatnego przystąpienia do egzaminu CLAD (ang. Certified LabVIEW Associate Developer) certyfikowanego przez firmę National Instruments (NI). Dodatkowo, każdy student uczestniczący w kursie otrzyma bezpłatnie pełną wersję studencką LabVIEW. Studenci wybierający ten przedmiot powinni posiadać podstawową wiedzę z teorii sygnałów oraz podstaw cyfrowego przetwarzania sygnałów. Po zakończeniu przedmiotu studenci nabędą umiejętności programowania graficznego w Labview (G programming language) i wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów w tym środowisku.</p> <p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie do LabVIEW (2h)2. Debugowanie (wyszukiwanie i usuwanie błędów w VI) w środowisku LabVIEW (2h)3. Podstawy programowania w LabVIEW, czyli jak zaimplementować prosty VI (2h)4. Modularyzacja oprogramowania (Sub-VI) (2h)5. Tworzenie i wykorzystanie struktur danych (2h)6. Zarządzanie plikami i zasobami sprzętowymi (2h)7. Przetwarzanie sekwencyjne, maszyna stanów (2h)8. Tworzenie i wykorzystanie zmiennych, wyścigi (race conditions) (2h)9. Komunikacja asynchroniczna, kolejki, aplikacje wielowątkowe, wymiana danych pomiędzy wątkami, obsługa zdarzeń (2h)10. Wzorce programowe środowiska LabVIEW (2h)11. Metody kontroli interfejsu użytkownika (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes) (2h)12. Techniki zarządzania różnymi typami plików w LabVIEW (1h)13. Techniki refaktoryzacji oprogramowania w LabVIEW (1h)14. Tworzenie i dystrybucja aplikacji (1h)15. Techniki przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem LabView (2h)16. Przykłady wykorzystania LabVIEW w praktyce (3h)17. Dodatkowy: przygotowanie do egzaminu CLAD (2h)
--------	--

Część I

Projekt	<p>Zakres projektu Projekt składa się z dwóch części:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mini-projekt (tzw. rozgrzewka): implementacja prostych technik cyfrowego przetwarzania sygnałów z wykorzystaniem LabVIEW 2. Projekt główny, w skład którego wchodzi dwa etapy: <p>Etap I. Definicja tematu i zakresu projektu oraz opracowanie podstaw teoretycznych algorytmów i struktury oprogramowania.</p> <p>Etap II. Implementacja, refaktoryzacja i testowanie kodu wraz z odpowiednią dokumentacją oprogramowania</p> <p>Przykładowe tematy projektów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementacja wielokanałowego analizatora widma sygnałów 2. Implementacja systemu sonarowego do wykrywania obiektów 3. Analiza zdjęć/sekwencji optycznych, wykrywanie cech charakterystycznych 4. Symulator modulacji cyfrowych PSK, FSK, QPSK 5. Przetwarzanie sygnałów mowy - koder/dekoder 6. Przetwarzanie, kodowanie i dekodowanie sygnałów wykorzystywanych w radio- i tele-komunikacji (np. DAB, DVB-T, GSM, UMTS, WIFI)
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę programowania graficznego w LabVIEW (ang. G programming language)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Posiada wiedzę wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów w środowisku LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę warsztatu pracy projektanta/programisty LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę zapewnienia jakości w projekcie LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05

Część I	
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę nt. stosowanych architektur aplikacji LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zbudować warsztat pracy do realizacji projektów w LabVIEW, ocenić przydatność i zastosowanie poszczególnych funkcjonalności środowiska LabVIEW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić architekturę aplikacji oraz dokonać doboru narzędzi odpowiednich do realizacji systemu o postawione wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi profilować i optymalizować kod oraz zarządzać zasobami sprzętu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować w LabVIEW aplikację lub jej komponent w oparciu o omawiane na wykładzie metody
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać szczegółowe informacje techniczne niezbędne do realizacji projektu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi wykorzystać środowisko LabVIEW w celu implementacji współczesnych technik cyfrowego przetwarzania sygnałów w praktycznych zastosowaniach
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U07
Opis	Potrafi zapewnić jakość w projekcie poprzez testy, profilowanie i optymalizację kodu, dokumentację i narzędzia wspierające
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi planować działania projektowe z wykorzystaniem środowiska LabView wg. wymaganego terminu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Współpracować w grupie realizującej złożone projekty w LabView wykorzystujące modularne oprogramowanie (Sub-VI)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K03
Opis	Potrafi zwięźle zaprezentować wyniki swojej pracy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-RIM
Nazwa przedmiotu	Równoległe implementacje metod numerycznych
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami implementacji metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów, w których szczególny nacisk położony jest na efektywność, uzyskaną przez wykorzystanie równoległości obliczeń, zapewnianej przez wielordzeniowe procesory i układy logiki programowalnej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami implementacji metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów, w których szczególny nacisk położony jest na efektywność, uzyskaną przez wykorzystanie równoległości obliczeń, zapewnianej przez wielordzeniowe procesory i układy logiki programowalnej.

Treść wykładu

- Sprawy organizacyjne i regulaminowe. Technologiczne ograniczenia klasycznego podejścia związanego z przetwarzaniem sekwencyjnym. Najnowsze tendencje w dziedzinie procesorów wielordzeniowych i masywnie wielordzeniowych. Porównanie procesorów CPU i GPU, ich zalety i wady. Przyspieszenie, prawa Amdahla i Gustafsona-Barsisa. Podstawowe języki i modele programowania równoległego. Opis potoku przetwarzania w kartach graficznych. Początki technologii CUDA. Generacje procesorów GPU firmy NVIDIA i ich możliwości obliczeniowe. (2h)
- Model sprzętowy platformy GPU. Hierarchiczna struktura urządzenia – wieloprocessor strumieniowy i procesory skalarne. Taksonomia Flynna. Współpraca komputera nadrzędnego (gospodarza) z urządzeniami GPU. Sposoby wykonywania wątków przez GPU i ich hierarchia: sieć, bloki, sploty, wątki. Sposoby indeksowania wątków. Zanurzenie modelu wykonania w modelu platformy sprzętowej. Wprowadzenie do języka CUDA C/C++. Struktura kodu gospodarza i urządzeń podrzędnych. Fazy i ścieżki kompilacji programu, opcje linii komendy kompilatora nvcc. Koncepcja języka PTX. Architektury sprzętowe i obliczeniowe. Wybrane cechy funkcjonalne i parametry architektury wieloprocessorów strumieniowych różnych rodzin. (2h)
- Studium przypadku – mnożenie macierzy. Rola współczynnika CGMA (Compute to Global Memory Access). Podstawowa referencyjna implementacja algorytmu sekwencyjnego na procesorze CPU. Sposób weryfikacji poprawności obliczeń. Najprostszy „naiwny” program równoległy na procesor GPU. Pomiar czasu wykonania całego programu i samego jądra obliczeniowego. Pomiar przyspieszenia. Testowanie błędów wykonania. Ograniczenia technologiczne wieloprocessorów strumieniowych i ich wpływ na dopuszczalne konfiguracje wykonania jądra. Mnożenie macierzy o dowolnych (nawet absurdalnie wielkich) rozmiarach. Precyzyjne dostrajanie konfiguracji wykonania jądra. Wykorzystanie hierarchicznego modelu podsystemu pamięci. Hierarchia pamięci a szybkość dostępu. Pamięć gospodarza, globalna, stała, współdzielona, podręczna, rejestry. (2h)

- Studium przypadku – ciąg dalszy. Technika „kafelkowania” danych wejściowych z wykorzystaniem pamięci współdzielonej. Dynamicznie alokowana pamięć współdzielona. Grupowanie dostępu do pamięci globalnej. Rozwiązywanie konfliktów dostępu do banków pamięci współdzielonej. Upraszczenie kodu operującego na brzegowych obszarach dziedziny obliczeń. Wykorzystanie szablonów języka C++ do efektywnej implementacji adaptacyjnego rozmiaru „kafelka”. Rozwijanie pętli. Zmiana kolejności pętli w „szkolnym” algorytmie mnożenia macierzy. Algorytm Wołkowa równoległego mnożenia macierzy. Porównanie wydajności ręcznie zoptymalizowanego kodu z firmową biblioteką na różnych platformach sprzętowych. (2h)
- Metody optymalizacji programów równoległych rekomendowane przez firmę NVIDIA. Firmowa metodyka Assess – Parallelize – Optimize – Deploy. Heurystyka związana z maksymalizacją wykorzystania zasobów wieloprocesora strumieniowego, arkusz kalkulacyjny i interfejs programistyczny do optymalizacji wykorzystania zasobów. Parametry wydajnościowe wieloprocesorów strumieniowych różnych rodzin. Potokowe programowanie aplikacji równoległych. Strumienie i grafy wykonania programu. Profilowanie aplikacji równoległej. (2h)
- Programowanie wysokiego poziomu i biblioteki. Biblioteka szablonów Thrust. Pojemniki, iteratory, funktory wbudowane i zdefiniowane przez użytkownika. Podstawowe algorytmy równoległe biblioteki Thrust: zbieranie, rozrzucanie, generacja, transformacja, redukcja, skanowanie, sortowanie, scalanie, wyszukiwanie, podział, wybór, operacje na zbiorach. Iteratory generujące, układ danych w pamięci i iteratory „zazębiające” dane, składanie operacji. Współpraca biblioteki Thrust z systemem CUDA. Biblioteka algebry liniowej CUBLAS. Definicja poziomów BLAS. Konwencje nazewnictwa funkcji. Podstawowe operacje na wektorach i macierzach. Sposób wykorzystania biblioteki, także w wariacie „lekkim” i „rozszerzonym”. Generatory liczb pseudolosowych i quasi-losowych. Biblioteka CURAND w wariacie na komputer nadrzędny i na urządzenie GPU – sposoby użycia w programie użytkownika. Generowanie niestandardowych rozkładów. (2h)

- Biblioteka CUFFT. Dyskretna transformata Fouriera, algorytm FFT, biblioteka FFTW i jej główne cechy funkcjonalne. Podstawowe funkcje interfejsu użytkownika, również w rozszerzonej wersji biblioteki. Funkcje zwrotne. Wzorce optymalizacji systemów wielowątkowych. Optymalny układ danych w pamięci, transformacja rozrzucania do zbierania, „kafelkowanie” danych wejściowych i „prywatyzacja” danych wyjściowych, wstępne grupowanie i pakowanie danych, wyrównywanie obciążeń. Synchronizacja w przetwarzaniu równoległym. Synchronizacja komputera nadrzędnego do zdarzeń, do urządzeń GPU i do strumieni. Synchronizacja pomiędzy różnymi urządzeniami GPU. Synchronizacja na barierze, szeregowanie zapisów do pamięci. Synchronizacja wątków w ramach współpracujących grup mniejszych i większych niż standardowe bloki. Operacje atomowe w zależności od wersji wieloprocesora strumieniowego. Operacja atomowa Compute – And – Swap. (2h)
- Geneza układów FPGA. Architektury programowalnych układów logicznych w porównaniu z technologią FPGA. Podstawowa struktura zasobów logicznych FPGA. Zastosowanie tablic LUT do modelowania bramek logicznych. Pamięć konfiguracji układu. Możliwości konfiguracji bloków wejścia/wyjścia (IOB). Programowalna matryca połączeń. Przegląd rodzin układów FPGA dostępnych od różnych producentów. Funkcjonalność komórek CLB/Slice na podstawie rodziny Xilinx Virtex7. Alternatywne zastosowania tablic LUT: pamięć rozproszona i rejestry przesuwne. Dedykowane bloki funkcjonalne: pamięć RAM, układy mnożące (Mult18x18, DSP48A), transiwery gigabitowe. Możliwości współpracy układu z pamięcią zewnętrzną DDR2/3/4. Prezentacja najnowszych technologicznie układów FPGA (Xilinx Virtex UltraScale+, Xilinx Versal). (2h)
- Typowa ścieżka projektu dla układu FPGA. Etapy: syntezy logicznej, implementacji i mapowania, rozmieszczenia i łączenia (Place & Route). Definicja pliku ograniczeń. Metody fizycznej konfiguracji układu. Geneza i rozwój języka VHDL, prezentacja kolejnych rewizji standardu IEEE Std. 1076. Struktura przykładowego pliku w języku VHDL – biblioteki, deklaracja jednostki projektowej, opis architektury. Podstawowe typy danych: BIT, STD_LOGIC, funkcja rezolucji. Syntezowalne i niesyntezowalne biblioteki VHDL z uwzględnieniem bibliotek arytmetycznych. Wykorzystanie portów, sygnałów, komponentów we własnym projekcie. Atrybuty i metakomentarze VHDL. Instrukcje współbieżne, podstawowe operacje na wektorach bitowych. Przykłady kodowania typowych elementów logicznych (multipleksery, dekodery, bramki). Operatory języka VHDL i ich priorytety. Przepływowi i strukturalny styl opisu w języku VHDL. (2h)

- Sposoby wykorzystania specjalizowanych bloków FPGA we własnych projektach: instancja, wnioskowanie, elementy biblioteczne. Przykłady instancji bloku mnożącego, pamięci RAM, bloku zegarowego DCM, bufora wejścia / wyjścia LVDS. Behavioralny styl opisu w języku VHDL, ograniczenia możliwości implementacji. Definicja procesu, instrukcje sekwencyjne (warunku, przypadku, pętli). Synchroniczne i asynchroniczne działanie procesu. Techniki kodowania RTL zgodnie ze standardem IEEE Std. 1076.6. Przykłady kodowania elementów synchronicznych: przerzutniki, liczniki, rejestry przesuwne, akumulatory, pamięci ROM u RAM. Ograniczenia i zagrożenia związane z zastosowaniem zatrząsków (Latch). Operatory i biblioteki arytmetyczne języka VHDL: `ieee.std_logic_arith`, `ieee.numeric_std`. Realizacja operacji dodawania i odejmowania w strukturze FPGA: pełny sumator bitowy, dedykowana logika do obliczania i propagacji bitów przeniesienia. Łańcuchy bitów przeniesienia jako kolejny typ zasobu FPGA. Przykłady realizacji prostych sumatorów w logice FPGA, ścieżka krytyczna sumatora. Zalecenia do kodowania VHDL z uwzględnieniem ograniczeń układów FPGA. (2h)
- Kodowanie i realizacja operacji mnożenia. Mnożenie liczb ze znakiem i bez znaku. Realizacja mnożenia przez stałą. Realizacja w komórkach logicznych i dedykowanych blokach mnożących. Evolucja bloków obliczeniowych w układach firmy Xilinx: MULT18x18, DSP48, DSP48A, DSP48E, DSP48E1, DSP58. Mnożenie liczb zespolonych: realizacja podstawowa i zoptymalizowana, z uwzględnieniem wykorzystania bloków DSP48 i DSP58. Kombinacyjny przesuwnik bitowy (Barrel shifter) z przykładową realizacją kombinacyjną i potokową w języku VHDL. Obliczanie modułu liczby zespolonej, algorytm aproksymacji $\min + \max$. Dzielenie liczb całkowitych przez stałą oraz w algorytmach iteracyjnych (odtworzących i nieodtworzących). Metody przyspieszenia operacji dzielenia. Koncepcja arytmetyki rozproszonej (obliczanie splotu) z uwzględnieniem specyfiki FPGA. (2h)
- Geneza algorytmu CORDIC. Tryby pracy z obrotem po okręgu, hiperboli i przesuwaniu po prostej. Możliwości zastosowań CORDIC do obliczania funkcji elementarnych, przykładowe realizacje. Stałoprzecinkowa reprezentacja liczb – wady i zalety. Biblioteka `ieee.fixed_pkg` (VHDL-2008). Standardy zmiennoprzecinkowej reprezentacji liczb (IEEE Std. 754-2008). Realizacja podstawowych operacji zmiennoprzecinkowych w układach FPGA. Przykładowe bloki biblioteczne typu Floating-point. Biblioteka `ieee.float_pkg` (VHDL-2008). Wsparcie sprzętowe dla obliczeń zmiennoprzecinkowych w układach FPGA z serii Intel-10 oraz Xilinx Versal. Podejście System-on-Chip (SoC) w najnowszych układach. Procesory typu Hard oraz Soft w FPGA. Przegląd układów SoC firmy Xilinx: Zynq-7000, Zynq UltraScale+ MPSoC. Alternatywne sposoby specyfikacji projektu FPGA: opis w języku OpenCL. Kodowanie w jęz. C/C++ dla układu FPGA na przykładzie środowiska Xilinx Vivado HLS – trzy etapy syntezy: Scheduling, Binding, Control Logic Extraction. (2h)

- Wirtualna maszyna i asembler PTX. Model programowy maszyny PTX. Modele spójności pamięci. Składnia języka asemblera. Operandy i typy danych. Lista rozkazów i dyrektywy. Przykłady wykorzystania asemblera PTX. Wstawki asemblerowe w języku CUDA C/C++. Implementacja nietypowego wariantu algorytmu FFT – wywoływanie kodu w języku PTX z poziomu środowiska MATLAB. Ogólne uwagi o współpracy MATLAB-a z procesorami GPU. Inne środowiska potrafiące wykonywać kod w języku PTX. (2h)
- Inne niż CUDA środowiska programowania GPU. Język OpenCL. Historia. Przenośność kodu. Modele: platformy sprzętowej, wykonania programu, indeksowania wątków, hierarchii pamięci. Konteksty wykonania i ich elementy składowe: programy, jądra, obiekty pamięci i kolejki zleceń. Struktura aplikacji. Przykładowy program – dodawanie wektorów. Środowisko OpenACC. Historia aktualne wsparcie w różnych kompilatorach i językach. Najważniejsze dyrektywy i ich klauzule. Przykładowy program. Modele programowania równoległego z pamięcią lokalną i pamięcią wspólną. Model PGAS (Partitioned Global Address Space) na przykładzie języka X10. Inne projekty programowe i sprzętowe wykorzystujące model PGAS. (2h)
- W poszukiwaniu równoległości. Graf przepływu sygnałów i jego zastosowanie do wyszukiwania równoległości w regularnych algorytmach iteracyjnych. Wykres zależności – definicja. Szeregowanie i rzutowanie punktów wykresu zależności. Krótki przegląd około dziesięciu zaczerpniętych z literatury przykładów konkretnych równoległych implementacji metod numerycznych i zastosowanych w nich mechanizmów optymalizacji wydajności programu. Zmieniająca się rola procesora nadrzędnego w systemach z akceleracją obliczeń na procesorach GPU. (2h)
-

Część I

Projekt	<p>PROJEKT: W ramach projektu wiedza pozyskana na wykładach i laboratoriach będzie wykorzystywana do rozwiązywania konkretnych, choć z konieczności odpowiednio uproszczonych, problemów praktycznych na jednej wybranej platformie (albo procesor graficzny, albo układ logiki programowalnej). Projekt ma charakter grupowy i odbywa się w zespołach liczących od 2 do 4 osób. W wyjątkowych przypadkach, po udokumentowaniu przez studenta jego doświadczenia w pracy zespołowej, kierownik przedmiotu może wyrazić zgodę na indywidualną realizację. Projekt obejmuje następujące etapy: utworzenie zespołu, wybór platformy sprzętowej (albo FPGA, albo GPU) i uzgodnienie z prowadzącym tematu projektu, opracowanie koncepcji i algorytmu rozwiązania problemu projektowego, uruchomienie kodu prototypowego implementującego ten algorytm (niekoniecznie równoległego, niekoniecznie w docelowym języku i niekoniecznie na docelowej platformie), opracowanie dokumentacji wstępnej (zawierającej opis problemu i sposobu jego rozwiązania, wyniki działania programu prototypowego i dyskusję przewidywanych sposobów zrównoleglenia implementacji na platformie docelowej), napisanie kodu źródłowego równoległej implementacji algorytmu rozwiązania problemu (kod nie musi jeszcze działać poprawnie, ale musi się kompilować), uruchomienie i optymalizacja równoległej implementacji algorytmu rozwiązania problemu oraz przekazanie projektu prowadzącemu do testowania podczas terminu projektowego, przekazanie kodu źródłowego i dokumentacji końcowej (zaktualizowana dokumentacja wstępna plus opis implementacji równoległej, przebiegu jej uruchamiania i optymalizacji, napotkanych problemów i ciekawostek itp.).</p>
Laboratorium	<p>Zakres laboratorium Laboratorium ma na celu nauczenie wszystkich słuchaczy kursu sprawnego posługiwania się systemami uruchomieniowymi (zarówno w aspekcie sprzętowym, jak i programowym) dla przedstawicieli obu rozważanych platform równoległych (procesorów graficznych Nvidia i układów logiki programowalnej Xilinx). Tematy laboratoriów obejmują pięć ćwiczeń po 3h każde:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Implementacja podstawowych obliczeń algebry liniowej w języku CUDA C i z wykorzystaniem biblioteki CUBLAS.2. Implementacja podstawowych algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów w języku CUDA C i z wykorzystaniem biblioteki CUFFT.3. Implementacja metod optymalizacji i symulacji Monte-Carlo w języku CUDA C.4. Przybliżone implementacje podstawowych funkcji arytmetycznych w układzie FPGA.5. Implementacja banku filtrów i algorytmu FFT w układzie FPGA. <p>Laboratorium odbywa się w środkowej części semestru.</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie wybranych metod przetwarzania równoległego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metodyki i technik implementacji wybranych metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów na wielordzeniowych procesorach graficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metodyki i technik implementacji wybranych metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów na układach logiki programowalnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi napisać w języku strumieniowym i uruchomić prosty program na wielordzeniowy procesor projekt graficzny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07, U08, U09, U10, U11, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi napisać w języku opisu sprzętu i uruchomić prosty program dla układu logiki programowalnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07, U08, U09, U10, U11, U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi optymalizować kod opracowany w języku strumieniowym lub w języku opisu sprzętu przez odpowiedni dobór bibliotek i wykorzystywanych elementów architektury użytego procesora czy układu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi pracować indywidualnie i w małym zespole nad niedużymi projektami dotyczącymi implementacji wybranych metod numerycznych i algorytmów przetwarzania sygnałów w systemach wbudowanych zawierających wielordzeniowe procesory graficzne lub układy logiki programowalnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELEIK-MSP-SRMP
Nazwa przedmiotu	Sygnaly radiolokacyjne i metody ich przetwarzania
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z nowoczesnymi metodami przetwarzania sygnałów radiolokacyjnych. Główny nacisk położony będzie na praktyczne aspekty wykorzystania metod cyfrowego przetwarzania sygnałów, takich jak filtracja cyfrowa, szybkie przekształcenie Fouriera, czy filtracja kalmanowska, w radiolokacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Zakres laboratorium Studenci wykonują sześć czterogodzinnych ćwiczeń projektowo-laboratoryjnych.</p> <p>Temat 1. Zastosowanie kompresji impulsów w radiolokacji - analiza rozróżnialności sygnałów w czasie i częstotliwości.</p> <p>Temat 2. Detekcja sygnałów - CFAR.</p> <p>Temat 3. Śledzenie obiektów</p> <p>Temat 4. Filtracja MTD, MTI.</p> <p>Temat 5. Radary SAR/ISAR.</p> <p>Temat 6. Radary pasywne/szumowe</p>
Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie do radiolokacji, propagacja fal, apertura anteny, powierzchnia skuteczna obiektów, równanie zasięgowe (2 godz.)1. Czasowo-częstotliwościowe metody reprezentacji sygnałów radiolokacyjnych, problem1. rozróżnialności w odległości i prędkości, przykłady stosowanych w praktyce sygnałów sondujących (2 godz.)1. Przetwarzanie sygnałów w niekoherentnych radarach impulsowych: kompresja impulsu, detekcja (CFAR), estymacja parametrów (4 godz.)1. Śledzenie obiektów, filtracja kalmanowska, inicjalizacja trasy. (4 godz.)1. Przetwarzanie sygnałów w koherentnych radarach impulsowych, filtracja MTD, filtracja MTI (4 godz.)1. Radary z falą ciągłą FMCW (2 godz.)1. Obrazowanie radarowe, techniki SAR, ISAR, DBS, kompensacja ruchu (4 godz.)1. Radary pasywne, wykorzystywane źródła promieniowania, usuwanie clutteru, lokalizacja obiektów (4 godz.)1. Radary szumowe, sygnały szumowe (4 godz.)

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Zna podstawowe metody przetwarzania sygnałów w aktywnych impulsowych radarach monostatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów w radarach z falą ciągłą FMCW
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów w radarach szumowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów w radarach pasywnych PCL
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna metody przetwarzania sygnałów Wykład Kolokwia w radarach obrazujących SAR, ISAR
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy kompresji impulsów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy filtracji dopplerowskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy detekcji obiektów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi zaimplementować podstawowe algorytmy śledzenia obiektów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
-------------------	-----

Część I

Opis	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą w zakresie radiolokacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELMSE-MSP-SSC
Nazwa przedmiotu	Stabilizacja i synteza częstotliwości
Wersja przedmiotu	2021Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Mikrosystemy i systemy elektroniczne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z analizą, projektowaniem i pomiarami źródeł sygnału wielkiej częstotliwości o dużej stałości częstotliwości. W ramach przedmiotu omawiane są metody modelowania generatorów i ich szumów fazowych. Przedstawione są podstawowe metody opisu szumów i stabilności źródeł sygnału, a także podstawowe metody pomiaru tych parametrów oraz ich poprawy. Omówione są podstawowe układy oraz problemy analogowej syntezy częstotliwości bezpośredniej, pośredniej (PLL) oraz cyfrowej syntezy częstotliwości (DDS). W ramach laboratorium bada się rzeczywiste układy generatorów i syntezerów oraz ich podstawowe parametry.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium

Laboratorium:

1. Pomiary podstawowych parametrów generatorów: pomiar podstawowych parametrów wybranych generatorów przestrajanych (częstotliwość, moc), pomiar widma wyjściowego generatorów, badanie wpływu warunków pracy na częstotliwość wyjściową generatora, badanie wpływu wybranych modyfikacji generatora na jego częstotliwość wyjściową
2. Badanie układu pętli synchronizacji fazy (PLL): badanie zakresu chwytania i trzymania, badanie zależności charakterystycznych napięć w układzie od częstotliwości, obserwacja dynamicznego zachowania pętli fazowej
3. Badanie układu cyfrowej syntezy bezpośredniej (DDS): obserwacje sygnału wyjściowego w dziedzinie czasu oraz częstotliwości, badanie wpływu filtra antyaliasingowego, obserwacja wpływu nastawy częstotliwości na zachowanie układu ze szczególnym naciskiem na wystąpienie modulacji pasożytniczych
4. Pomiary szumów fazowych różnych źródeł sygnału: pomiar i analiza szumów fazowych na wyjściach wybranych generatorów oraz układu PLL, obserwacja zjawiska mikrofonowania na szumy fazowe generatorów, badanie wpływu filtra pętli układu PLL na kształt charakterystyki szumów fazowych

Wykład	<p>Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych problemów teoretycznych i praktycznych związanych z analizą, projektowaniem i pomiarami źródeł sygnału wielkiej częstotliwości o dużej stałości częstotliwości. W ramach przedmiotu omawiane są metody modelowania generatorów i ich szumów fazowych. Przedstawione są podstawowe metody opisu szumów i stabilności źródeł sygnału, a także podstawowe metody pomiaru tych parametrów oraz ich poprawy. Omówione są podstawowe układy oraz problemy analogowej syntezy częstotliwości bezpośredniej, pośredniej (PLL) oraz cyfrowej syntezy częstotliwości (DDS). W ramach laboratorium bada się rzeczywiste układy generatorów i syntezerów oraz ich podstawowe parametry. Wykłady:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wykład wstępny: omówienie przedmiotu, wprowadzenie do tematyki stabilizacji częstotliwości, przypomnienie zagadnień podstawowych wykorzystywanych w dalszej części wykładu2. Opis stałości częstotliwości: przedstawienie podstawowego modelu sygnału sinusoidalnego z modulacjami szumowymi, omówienie metod opisu szumów fazowych w dziedzinach częstotliwości oraz czasu (w szczególności wprowadzenie pojęcia szumów fazowych oraz wariacji Allana), przedstawienie podstawowych związków pomiędzy szumami fazowymi, szumami amplitudy oraz widmem sygnał3. Modelowanie szumów fazowych w generatorze: omówienie zasady działania generatora oraz warunków generacji, wprowadzenie podstawowych modeli liniowych oraz nieliniowych generatora rzeczywistego, wprowadzenie podstawowych modeli szumowych generatorów4. Metody stabilizacji częstotliwości: omówienie wpływu elementów składowych generatora na stałość częstotliwości (krótko- oraz długoterminową), omówienie związku dobroci rezonatora z szumami fazowymi, zarys tematu wzorców częstotliwości (wzorce atomowe oraz kwarcowe), zarys stabilizacji przez synchronizację (bezpośrednią przez wstrzykiwanie oraz pośrednią w pętli)5. Bezpośrednia analogowa synteza częstotliwości: omówienie zasady działania oraz właściwości syntezy bezpośredniej, omówienie podstawowych operacji na częstotliwości (sumowanie, odejmowanie, powielanie oraz dzielenie) oraz ich wpływu na szumy fazowe, przedstawienie przykładowych układów realizujących powyższe operacje6. Pośrednia synteza częstotliwości: omówienie budowy i zasady działania pętli synchronizacji fazy (PLL) oraz częstotliwości (FLL), analiza małosygnałowa i szumowa pętli fazowej, wprowadzenie pojęć zakresu chwytania i trzymania, omówienie dynamicznego zachowania pętli fazowej, omówienie całkowitej oraz ułamkowej konwersji częstotliwości w pętli fazowej7. Bezpośrednia cyfrowa synteza częstotliwości (DDS): omówienie budowy i zasady działania układu DDS, przedstawienie problemów implementacyjnych takich układów oraz ich rozwiązań, omówienie widma sygnału wyjściowego8. Mieszana synteza częstotliwości: omówienie syntezerów złożonych na wybranych przykładach praktycznych
--------	--

Część I

	<p>9. Metody pomiaru stałości częstotliwości: omówienie podstawowych metod pomiarów szumów fazowych źródeł sygnałów (generatorów i syntezerów), omówienie podstawowych metod pomiaru wariancji Allana</p> <p>10. Atomowe wzorce częstotliwości: omówienie podstawowych metod realizacji wzorców atomowych, przedstawienie wybranych przykładów współczesnych wzorców</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metod opisu oraz analizy sygnałów stochastycznych z szumową modulacją fazy i częstotliwości.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy budowie układów generacji i syntezy częstotliwości z zakresu mikrofal
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu budowy złożonych układów syntezy częstotliwości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać oraz właściwie interpretować informacje z not katalogowych oraz innych dokumentów dostarczonych przez producentów badanych urządzeń i układów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wyznaczyć istotne parametry źródeł sygnałów (generatorów i syntezerów) przy pomocy symulacji komputerowych, a także zweryfikować te parametry eksperymentalnie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody projektowania oraz poprawy parametrów układów generatorów oraz syntezerów częstotliwości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-MARM
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery ARM Cortex
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie z architekturą mikrokontrolerów z rdzeniami ARM Cortex-M0,M3,M4,M7s Po zapoznaniu z podstawowymi informacjami o budowie i działaniu rdzeni firmy ARM o profilu dedykowanym dla mikrokontrolerów omawiane są przykładowe zastosowania. Głównymi elementami zajęć jest zapoznanie studentów z jednej strony z budową i możliwościami oraz ograniczeniami architektury ARM v6m/v7m z drugiej z strony, peryferiami dostępnymi w mikrokontrolerach bazujących na rdzeniach ARM, ich możliwościami oraz metodami konfiguracji. Praktyczne aspekty wykorzystywania mikrokontrolerów są analizowane podczas zajęć laboratoryjnych na przykładzie popularnej rodziny mikrokontrolerów jednonukładowych STM32.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład

WYKŁADY:

- Wprowadzenie, zarys historii oraz profile rdzeni firmy ARM, opis oraz porównanie różnych rdzeni opartych o architekturę ARMv6m/v7m (2h)
- Opis architektury ARMv7m, rejestry, tryby pracy, wyjątki procesora, koprocessor numeryczny, budowa stosu (3h)
- Peryferia zintegrowane z rdzeniem mikrokontrolera, kontroler przerwań NVIC, Timer SysTick, Jednostka ochrony pamięci MPU (3h)
- Lista instrukcji Thumb/Thumb2, podstawy assemblera (3h)
- Magistrale wewnętrzne, pamięć cache mikrokontrolera (2h)
- Narzędzia developerskie, kompilatory ze szczególnym uwzględnieniem GCC, środowiska IDE, systemy budowania, oprogramowanie middleware dostarczane przez producentów, narzędzia openSource (2h)
- Metody uruchamiania oprogramowania, narzędzia debugger OpenOCD/GDB, przykłady oprogramowania związane z rdzeniem mikrokontrolera (2h)
- Uruchamianie procesora (boot), omówienie podtypów rodziny STM32, zegar systemowy, pętla PLL, budowa portów GPIO (2h)
- Interfejsy szeregowy: UART, SPI, I2C, I2S (3h)
- Układy czasowo licznikowe ogólnego przeznaczenia, liczniki czuwające (2h)
- Systemy operacyjne czasu rzeczywistego przeznaczone dla mikrokontrolerów na przykładzie systemu ISIX-RTOS (2h)
- Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe (2h)
- Układ bezpośredniego dostępu do pamięci DMA (2h)
-

Część I

Laboratorium

LABORATORIA: Zajęcia laboratoryjne wykonywane są w zespołach jednoosobowych w oparciu o dedykowane pakiety dydaktyczne wyposażone w mikrokontrolery STM32 z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratorium umożliwia praktyczne zweryfikowanie wiedzy z zakresu obsługi wewnętrznych zasobów mikrokontrolerów opartych na architekturze ARMv6m/v7m, ich komunikacji z przykładowymi, urządzeniami zewnętrznymi oraz podstaw implementacji systemów operacyjnych.

Zajęcia obejmują podstawy poruszania się w środowisku uruchomieniowym VSCODE/GCC, inicjalizację mikrokontrolera i konfigurację oraz obsługę jego układów peryferyjnych takich, jak liczniki, system przerwań, sterownik DMA, przetwornik A/C i C/A, a także typowych urządzeń zewnętrznych, jak klawiatura, akcelerator, żyroskop, kompas., zewnętrzne przetworniki A/C i C/A, czujniki temperatury, ciśnienia, pamięć SD itp.

Tematy laboratoriów:

1. Zapoznanie się z narzędziami oraz środowiskiem programistycznym, uruchamianie oprogramowania oraz debugowanie, pierwszy projekt w Visual Studio Code / ARM-GCC
2. Zapoznanie się z obsługą portów GPIO mikrokontrolera z użyciem niskopoziomowych bibliotek Low Level API dostarczanych przez firmę ST, oraz bibliotekami niskopoziomowymi systemu ISIX. Zapoznanie się ze sposobem zgłaszania przerwań zewnętrznych z wykorzystaniem kontrolera EXTI.
3. Zapoznanie z zestawami ewaluacyjnymi STM32F411E oraz STM32F469I discovery, środowiskiem deweloperskim opartym o kompilator GCC oraz Visual Studio Code. Uruchamianie i debugowanie kodu w środowisku deweloperskim. Podstawowe funkcje API systemu ISIX przydatne podczas realizacji laboratoriów.
4. Konfiguracja portu szeregowego, oraz oprogramowanie portu szeregowego w trybie odpytywania oraz z wykorzystaniem systemu przerwań i kontrolera NVIC.
5. Obsługa magistral szeregowych I2C oraz SPI, sposoby komunikacji z przykładowymi układami MEMS: akcelerometr oraz żyroskop.
6. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego na przykładzie systemu ISIX-RTOS. Działanie algorytmu szeregującego, tworzenia zadań (wątków), mechanizmy synchronizacji międzyprocesowej: semafony, mutexy, zmienne warunkowe, kolejki komunikatów. Komunikacja pomiędzy przerwaniami, a zadaniami (wątkami)
7. Pomiary wartości skutecznej (RMS) z wykorzystaniem przetwornika A/C. Generowanie sygnałów analogowych z wykorzystaniem wbudowanego przetwornika C/A

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną wiedzę ogólną na temat architektury ARMv6M ARMv7M obejmującą: • Budowę rdzenia • Zestawu dostępnych instrukcji dla poszczególnych rdzeni: Cortex-M0/ K1_ W04 M3/M4/M7 • Budowy wewnętrznych układów peryferyjnych zintegrowanych z rdzeniem. • Modelu programowego architektury oraz zestawu instrukcji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

Część I	
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	W2: Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia służące do produkcji laboratoria laboratoria, oprogramowania dla mikrokontrolerów ARM z następujących zakresów: • systemy kontroli wersji (SCM) • Zarządzanie kompilacją wielomodułowych projektów z wykorzystaniem narzędzi do budowania oprogramowania K2_W04 • Debugowanie oprogramowania przeznaczonego dla mikrokontrolerów • Zastosowanie zewnętrznych bibliotek dostarczanych przez producentów oraz openSource do realizacji skomplikowanych zagadnień programistycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę techniczną związaną z układami peryferyjnymi mikrokontrolerów jednoukładowych obejmujących: • Porty wejścia-wyjścia K3_W04 • Układy czasowo-licznikowe • Kontrolery magistral szeregowych • Przetworniki analogowo – cyfrowe oraz cyfrowo-analogowe
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę na temat systemów operacyjnych czasu rzeczywistego dedykowanych dla mikrokontrolerów należących do jednego z poniższych zakresów: • Działanie algorytmów szeregujących systemów operacyjnych czasu rzeczywistego • synchronizacja oraz komunikacja międzyprocesowa. • Tworzenia zadań systemu operacyjnego oraz podział poszczególnych części projektu na zadania systemu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać odpowiedni mikrokontroler w zależności od problemu który powinien być zrealizowany.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi tworzyć oraz uruchamiać oprogramowanie w języku C/ C++ dla mikrokontrolerów z wykorzystaniem dostępnych narzędzi OpenSource oraz środowisk IDE
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać oraz oprogramować wewnętrzne układy peryferyjne mikrokontrolera potrzebne do realizacji określonego zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	

Część I

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-EDSPL
Nazwa przedmiotu	Digital Signal Processing Techniques using LabVIEW
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	The course aims to teach the fundamental theoretical and practical application problems related to advanced digital signal processing methods widely used in modern radar systems, radio, or telecommunications. The applications will be presented using LabVIEW environment. The course of LabVIEW programming language will be incorporated in the study to allow students effective implementation for signal processing algorithms and methods in that environment. The laboratory exercises will provide practical knowledge of signal processing algorithm implementation in the LabVIEW environment. After completing the course, students will have the possibility of taking a free CLAD exam (called Certified LabVIEW Associate Developer) certified by National Instruments (NI). In addition, each student participating in a course will receive a full version of the free student edition of LabVIEW. Students choosing this item should have a basic knowledge of signal processing theory and necessary digital signal processing skills. After the course, students will possess skills in LabView Graphical programming (G programming language) and the use of digital signal processing techniques in LabVIEW programming environment(FI).
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>LABORATORIES:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lab 0: Introduction to LabVIEW Environment, Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals, Modularity (Sub-VI) (3h).2. Lab 1: Creating and Leveraging Data Structures (Arrays, Clusters, Type Definitions) (3h).3. Lab 2: Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (3h).4. Lab 3: Creating variables, Using Sequential and State Machine Programming (3h).5. Lab 4: Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops, Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes), Design Patterns (3h).6. Lab 5: Signal Processing techniques implementation in LabView (3h).
Projekt	<p>PROJECT:</p> <p>The project consists of two parts:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Mini-project (so-called warm-up): build in LabVIEW simple applications using digital signal processing2. The main project, which consists of two parts:3. Part I. Definition of the subject and scope of the project. Algorithms definition and software structure.4. Part II. Final built in LabVIEW applications with software documentation. <p>PSYL projects examples:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Multi-channel signal spectrum analyzer2. Sonar system for target detection3. Features detection in optical images4. PSK, FSK, QPSK modulations simulator5. Audio signal processing6. Radio- and tele-communication signals coder/decoder (e.g. DAB, DVB-T, GSM, UMTS, WIFI)

Część I

Wykład	<p>LECTURES:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Introduction to LabVIEW Environment (2h)2. Troubleshooting and Debugging VIs (2h)3. Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals (2h)4. Modularity (Sub-VI) (2h)5. Creating and Leveraging Data Structures (2h)6. Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (2h)7. Using Sequential and State Machine Programming (2h)8. Variables and race conditions (2h)9. Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops (2h)10. Design Patterns (2h)11. Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes) (2h)12. File IO Techniques (1h)13. Improving an Existing VI, Creating and Distributing Applications (1h)14. Signal Processing in LabView (2h)15. LabVIEW in Practical Applications (3h) <p>W_ Additional: Preparing to the CLAD Exam - Most Commonly Missed Topics on the CLAD (3h)</p> <p>LABORATORIES:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lab 0: Introduction to LabVIEW Environment, Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals, Modularity (Sub-VI) (3h).2. Lab 1: Creating and Leveraging Data Structures (Arrays, Clusters, Type Definitions) (3h).3. Lab 2: Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (3h).4. Lab 3: Creating variables, Using Sequential and State Machine Programming (3h).5. Lab 4: Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops, Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes), Design Patterns (3h).6. Lab 5: Signal Processing techniques implementation in LabView (3h).
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Has solid knowledge of LabVIEW graphic programming
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Has knowledge of the use of digital signal processing methods in the LabVIEW environment
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Has structured knowledge of the LabVIEW designer / programmer's work
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I

Kod efektu	W04
Opis	Has a structured knowledge of quality assurance in the LabVIEW project
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Has a structured knowledge of the LabVIEW application architectures used
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Is able to implement projects in LabVIEW, assess the suitability and application of individual functionalities of the LabVIEW environment
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Can define the application architecture and select the appropriate tools for the implementation of the system according to the requirements
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Can profile and optimize code and manage hardware resources
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Is able to design and implement in LabVIEW an application or its component based on the methods discussed in the lecture
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Can independently obtain detailed technical information necessary to implement the project
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Is able to use the LabVIEW environment to implement modern techniques of digital signal processing in practical applications
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U07
Opis	Can ensure quality in the project through tests, code profiling and optimization, documentation and supporting tools
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U05, U07, U09, U11, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Can plan project activities using the LabView environment by the required date (deadline)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Cooperate in a group implementing complex projects in LabView using modular software (Sub-VI)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K03
Opis	Is able to concisely present the results of his work
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-TIMP
Nazwa przedmiotu	Technika impulsowa
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zaznajomienie słuchaczy z zaawansowanymi układami techniki analogowej, zwłaszcza impulsowej, a także ze zjawiskami występującymi w układach przerywników zarówno analogowych, jak i cyfrowych. W szczególności omawiane jest zjawisko metastabilności. Omawiane są zjawiska odbić w liniach długich, problemy obserwacji i pomiaru sygnałów bardzo szybkich oraz praca sinusoidalnych generatorów LC widziana od strony impulsowej. Wszystkie poruszane zagadnienia są prezentowane pod kątem problemów występujących w praktyce. Omawiane są głównie te układy i zjawiska, które znajdują zbyt ubogie odzwierciedlenie w literaturze lub też są omawiane w dostępnych źródłach na bardzo abstrakcyjnym poziomie. Celem wykładu jest przybliżenie omawianych zjawisk i układów, a także umożliwienie praktycznego zastosowania wybranych układów. Większość omawianych zagadnień ujęto w postaci przykładów – rozwiązania określonego problemu poprzez realizację konkretnego układu.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h
Laboratorium	8.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium

Laboratorium

- Odbicia w liniach długich i reflektometria czasowa (TDR): dopasowanie, zwarcie, rozwarcie, pojemność, indukcyjność, kilkuelementowe obwody RLC.
- Obserwacja metastabilności/tremoru w przerzutnikach analogowych i cyfrowych.
-

Wykład	<p>WYKŁADY:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wzmacniacze szerokopasmowe małych i dużych sygnałów; wzmacniacze-ograniczniki. Problem przenoszenia składowej stałej. Dobór typu wzmacniacza w zależności od potrzeb. Wybór realizacji scalonej i dyskretnej. Wzmacniacze z małą rezystancją wejściową.• Wtórnik – struktury proste i złożone; dobór pod kątem zastosowania. Przenoszenie składowej stałej. Wtórnik "oscyloskopowy" z tranzystorami J-FET, wtórnik komplemen-tarne w technice impulsowej, wtórnik czterotranzystorowy ("kwadrowtórnik"). Obwody zabezpieczenia wejść.• Układy przerzutników prostych i złożonych. Zastosowanie przesuwników poziomu w przerzutnikach. Elementarny opis procesu przerzutu. Wybór struktury przerzutnika pod kątem parametrów funkcjonalnych (szybkość przerzutu, częstotliwość maksymalna, możliwość przestrajania, liniowość itd). Przerzutniki – rozwiązania scalone i dys-kretne. Optymalizacja szybkości przerzutu i maksymalnej częstotliwości poprawnej pracy.• Realizacja stałych i regulowanych opóźnień – układy monostabilne i układy opóź-nia-jące, uzyskiwanie szerokiego przestrajania, liniowość. Pomiar czasu – metoda ekspansji czasu.• Próbkowanie sygnałów szerokopasmowych – bramki transmisyjne i układy próbkuj-ące. Elementy typowe dla szybkich układów próbkujących. Zależność pomiędzy szerokością pobieranej próbki a uzyskiwanym pasmem. Wzmacnianie próbek.• Skrócona klasyfikacja oscyloskopów – zasada działania a możliwości pomiarowe oscyloskopu.• Metastabilność przerzutników. Przerzutniki z elementami o rezystancji ujemnej. Ogólny opis przerzutnika w ujęciu ujemnorezystancyjnym. Definicja metastanu. Zarys klasycznej teorii metastabilności. Ujęcie alternatywne – ujemnorezystancyjna teoria metasta-bil-ności (teoria tremoru). Praktyczna demonstracja tremoru na oscyloskopie.• Metody redukcji metastabilności – podział technik; wady i zalety poszczególnych metod.• Zjawiska propagacyjne w liniach długich, odbicia. Reflektometria czasowa – techniki rozpoznawania zaburzeń w linii długiej: odległość od przeszkody, typ/ charakter przeszkody (zwarcie, rozwarcie, oporność, pojemność, indukcyjność, obwody złożone). Naskórkowość w liniach długich.• Problemy praktyczne w szybkiej technice impulsowej – pomiary oscyloskopem, sto-sowanie sond, typy sond, wpływ elementów pasożytniczych. Projektowanie płytek – prowadzenie ścieżek, rozmieszczanie elementów. Sprzężenia pasożytnicze, ekranowanie.• Typowy generator LC w ujęciu impulsowym – zasada działania. Wzmacniacz rezonansowy z dodatnim sprzężeniem zwrotnym. Mechanizmy ograniczania i stabilizacji amplitudy. Techniki przybliżonego projektowania i uruchamiania generatora LC. Złożony generator LC o uproszczonej technice projektowania – zalety i wady w stosunku do kon-figuracji elementarnych.
--------	---

Część I

Projekt	<p>Projekt</p> <ul style="list-style-type: none"> Przeznaczeniem projektu jest praktyczne zastosowanie materiału wykładowego przy opraco-wywaniu omawianych układów oraz zaznajomienie się z projektowaniem zaawansowanych układów analogowych. W ciągu semestru każdy student otrzymuje do opracowania jeden lub dwa projekty. Tematy projektów są ustalane indywidualnie z każdym studentem.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w jednym z trzech następujących zakresów: zjawiska fizyczne istotne dla modelowania, analizy i projektowania obiektów technicznych specyficznych dla działania złożonych układów, systemów i mikrosystemów elektronicznych oraz nanoelektronicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w jednym z trzech następujących zakresów: - konstruowanie aparatury medycznej lub - zaawansowane materiały i struktury mikroelektroniki i fotoniki lub - z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami jednego z trzech następujących zakresów: projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - projektowanie systemów wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W05
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W06

Część I

Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do jednego z trzech następujących zakresów: - systemy elektroniczne, w tym systemy wbudowane, mikro i nanosystemy, - układy analogowe impulsowe i wielkiej częstotliwości.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z trzech następujących obszarów: - elektroniki i informatyki w zastosowaniach medycznych lub - mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii lub - mikrosystemów i systemów elektronicznych oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do jednego z trzech następujących zakresów: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05

Część I

Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w jednym z trzech następujących zakresów: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla studiowanej specjalności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-CCM
Nazwa przedmiotu	Czasowo-częstotliwościowe metody analizy i syntezy sygnałów
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami analizy częstotliwościowej sygnałów stacjonarnych oraz czasowo-częstotliwościowej analizy i syntezy sygnałów niestacjonarnych. W odniesieniu do sygnałów stacjonarnych, studenci poznają nieparametryczne (np. periodogram) i parametryczne (np. model AR) metody wyznaczania widma, a w odniesieniu do sygnałów niestacjonarnych czasowoczęstotliwościowe przekształcenia liniowe (np. widmo chwilowe) oraz biliniowe (np. transformata Wignera). Przedstawione zostaną też pojęcia częstotliwości i częstotliwości chwilowej oraz różne metody ich estymacji. Uczestnicząc w wykładach i wykonując zadania projektowe studenci poznają sposoby realizacji przedstawionych metod przetwarzania sygnałów oraz przykłady praktycznych ich zastosowań m.in. w systemach kompresji i rekonstrukcji dźwięku, w echolokacji i rozpoznaniu elektronicznym.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykład</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza widmowa sygnałów deterministycznych: widmo sygnału o ograniczonej energii, szereg Fouriera, dyskretne przekształcenie Fouriera (DTF) (2h). 2. Filtry liniowe o współczynnikach niezmiennych w czasie: filtry SOI, filtry NOI, praktyczne metody projektowania filtrów (2h). 3. Aspekty obliczeniowe transformaty Fouriera: algorytm szybkiej transformaty Fouriera (FFT), algorytm Geortzel'a, algorytm z transformatą chirp (2h). 4. Widmowa gęstość mocy sygnału losowego: rzeczywiste i zespolone sygnały stochastyczne, macierz i funkcja korelacji, definicja i właściwości widmowej gęstości mocy, funkcja koherencji sygnałów (2h). 5. Estymacja widma mocy metodami nieparametrycznymi: periodogram, metody Bartletta, Welch, Blackmana – Tukeya i najmniejszej wariancji; estymacja funkcji korelacji (4h). 6. Estymacja widmowej gęstości mocy metodami parametrycznymi: porównanie metod nieparametrycznych i parametrycznych, modele ARMA, AR i MA, równania Yule'a-Walkera (1h). 7. Model AR: związki modelu AR z predykcją liniową i z maksymalizacją entropii, metody estymacji parametrów modelu AR, wyznaczenie rzędu modelu – kryterium Akaike (AIC), rozdzielczość widmowa, zastosowanie modelu AR w kompresji sygnału mowy i inne przykłady (1h). 8. Detekcja sygnałów harmoniczných: problem detekcji, kryteria Bayesa i Neymana-Pearsona, przykłady problemów detekcji z algorytmami decyzyjnymi i analizą otrzymanych krzywych detekcji (1h). 9. Estymacja sygnałów harmoniczných: podstawy estymacji (kryterium Bayesa, estymacja deterministycznych parametrów, kres Cramera-Rao, estymator największej wiarygodności), wybrane metody estymacji parametrów pojedynczej harmonicznej lub wielu harmoniczných w szumie (np. estymator NW; metody z wyznaczeniem podprzestrzeni sygnałowej lub szumowej: metody Pisarenki, MUSIC) (3h). 10. Widmo chwilowe: definicja i różne interpretacje widma chwilowego, przykłady analizy sygnałów syntetycznych i rzeczywistych (akustycznych, wibracji, radiolokacyjnych), właściwości widma chwilowego, synteza sygnału na podstawie widma chwilowego, analiza widmowa losowych sygnałów niestacjonarnych, transformaty biliniowe (transformata Wignera, funkcja nieoznaczoności, klasa Cohen'a) (2h). 11. Częstotliwość chwilowa sygnału: definicja częstotliwości chwilowej, transformata Hilberta i sygnał analityczny, częstotliwość chwilowa sygnału dyskretnego, wybrane algorytmy wyznaczania częstotliwości chwilowej, praktyczne przykłady (2h). 12. Przegląd zaawansowanych metod: wyostrzenie reprezentacji czasowo-częstotliwościowych; analiza wielorozdzielcza; ułamkowa transformata Fouriera (2h). 13. Liniowy równomierny szereg sensorów, sygnał wąskopasmowy, częstotliwość przeszerzona, formowania wiązki i estymacja kierunku nadejścia fali (2h).
--------	---

Część I

Projekt	<p>Projekt</p> <ul style="list-style-type: none"> W trakcie trwania semestru student indywidualnie opracowuje projekt związany merytorycznie z wykładanym materiałem. Temat i zakres projektu zostaje na początku semestru uzgodniony indywidualnie ze studentem. Projekt powinien zawierać: sformułowanie problemu i jego analizę teoretyczną, analizę możliwości rozwiązania za pomocą wybranych narzędzi teoretycznych i programowych, opis komputerowych badań eksperymentalnych z zastosowaniem sygnałów rzeczywistych lub syntetycznych, analizę otrzymanych wyników wraz z wnioskami i literaturą. Projekty mogą być realizowane na dowolnych platformach (np. komputerach PC (w tym na GPU), układach FPGA, Raspberry Pi, ARM Cortex, Red Pitaya, itp.) przy czym dopuszcza się wspólne projekty z innymi przedmiotami (np. dla FPGA lub GPU może to być projekt wspólny z przedmiotem RIM). Alternatywną możliwością jest wykonanie kilku mniejszych tzw. mikro-projektów polegających np. na analizie widmowej lub czasowo-częstotliwościowej podanego sygnału lub opracowaniu i zaimplementowaniu prostego toru przetwarzania sygnału radia FM z odbiornika SDR.
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę na temat metod analizy częstotliwościowej i czasowo-częstotliwościowej sygnałów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Rozumie pojęcie częstotliwości chwilowej i zna metody jej wyznaczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe pojęcia związane ze statystycznym przetwarzaniem sygnałów, potrafi ocenić jakość metody estymacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi dobrać właściwe metody parametrycznej lub nieparametrycznej analizy lub syntezy sygnału o zadanych właściwościach widmowych, w celu rozwiązania postawionego problemu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać podane metody analizy lub syntezy sygnału o zadanych właściwościach widmowych do przeprowadzenia eksperymentów i analiz symulacyjnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pozyskać z literatury fachowej (bądź z innych źródeł) informacje niezbędne o wykonaniu projektu, dokonać ich krytycznej oceny i wyciągnąć wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przygotować sprawozdanie z wykonanych prac projektowych i dokonać prezentacji uzyskanych wyników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELSEW-MSP-ITK
Nazwa przedmiotu	Informacyjne technologie kwantowe
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Informacyjne technologie kwantowe (ITK) nie są wykładane w postaci zwartej jako całość tworząca nowy obszar nauk inżynierjno- technicznych, obejmujących w szczególności dyscypliny naukowe AEE oraz ITT. Obszar ten jest interdyscyplinarny i obejmuje następującą wiedzę z przymiotnikiem kwantowa: zasadę działania, technologię elementów i urządzeń funkcjonalnych, fotonikę, informatykę, architekturę komputerów, złożone systemy kwantowe, itp. Przy obecnym szybkim rozwoju obszaru IKT, przedmiot na ten temat wydaje się wręcz obowiązkowy
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt

Projekt:

Podstawowym celem zajęć projektowych jest przekazanie ich uczestnikom informacji, w jaki sposób projektuje się środowisko sprzętowo – programistyczne komputera kwantowego. Projekt nie jest bezpośrednio związane z wykładem. Jest skoncentrowany na środowisku projektowym rzeczywistego komputera kwantowego klasy NISQ – Noisy Intermediate-Scale Quantum. Zespół w ISE dysponuje środowiskiem Artiq-Sinara umożliwiającym zaprojektowanie ćwiczeń demonstracyjnych i wykonywanych przez studentów. Studenci przygotowują się do zajęć na podstawie polecanej literatury. Po spotkaniach wprowadzających, demonstracyjnych i instruktażowych studenci dostają zdalny dostęp do środowiska projektowego Artiq-Sinara mogą realizować założone programowe lub własne projekty kwantowe.

Wykład	<p>Opis wykładu</p> <ul style="list-style-type: none">• Informacyjne Technologie Kwantowe. Obszar zainteresowań i działy ITK. Różnice między klasycznymi technologiami informacyjnymi i kwantowymi. Krótkie przypomnienie fizyki kwantowej. Podstawowe pojęcia mechaniki kwantowej, stan kwantowy układu. Układy dwupoziomowe. Zasada Heisenberga. Kwantowe wielkości niekomutujące. Reguła Pauliego. Dualizm i fala deBroglie. Tunelowanie kwantowe. Pola nieklasyczne. Interferencja i superpozycja stanów kwantowych. Kwantowe stany czyste i mieszane. Splątanie i nielokalność kwantowa, Tunel Schwarzschilda i jego stabilność. Związek mechaniki kwantowej z ITK• Informatyczna teoria kubitów. Działania na kubitach. Bramki kwantowe jedno i wielokubitowe. Algorytmy kwantowe• Komputing kwantowy, otwarte programistyczne inicjatywy społecznościowe. Inicjatywa QWorld. Kwantowa społeczność krajowa QAIF. Strukturalny kwantowy język programowania QCL. Platforma Qiskit. Wybrane algorytmy kwantowe (m.in. Bernsteina, Deutscha, Kitajewa, Simona, Grovera).• Kryptografia kwantowa. Kryptograficzne architektury i algorytmy kwantowe. Algorytm faktoryzacji Shora.• Fizyczna realizacja kubitów 1. Optyka atomowa. Rodzaje kubitów - jonowe, nadsubtelne, atomowe, spinowe, wakancyjne, molekularne, fazowe, strumieniowe, nadprzewodzące, quazicząsteczkowe. Konstrukcja pułapek jonowych. Miniaturyzacja elementów i urządzeń kwantowych. Optymalizacja energetyczna.• Fizyczna realizacja kubitów 2. Fotonika kwantowa. Światło nieklasyczne. Światło ściśnięte. Światło powolne. Lasery dla technologii kwantowych. Co oznacza szerokość spektralna wiązki laserowej 10⁻⁶ Hz i jakie są tego konsekwencje? Kubity stacjonarne i lotne. Rejestry kwantowe, ich realizacja i stabilność.• Komputer kwantowy. Teoria. Co jest naprawdę potrzebne do budowy dobrego komputera kwantowego?• Komputer kwantowy. Praktyka. Uniwersalny komputer kwantowy. Komputer NISQ. Parametry niektórych maszyn IONQ, Google/Sycamore, Honeywell, IBM/Hummingbird, D-Wave. Współczynnik Quantum Supremacy/Advantage. Metryka wydajności Objętość Kwantowa.• Kwantowy komputer fotoniczny. Algorytm próbkowania bozonu. Problem ujarzmienia fotonu.• Kwantowe środowiska chmurowe. Azure Quantum. Amazon Bracket.• Czujniki kwantowe. Kwantowe pomiary NMR. Grawimetry absolutne. Nawigacja bez GPS. Pomiary poniżej limitu kwantowego. Anihilacja kwantowego szumu projekcji. Jak działa LIGO? Wielokrotne stany splątane NOON.• Obrazowanie kwantowe. Kwantowe obrazowanie superrozdzielcze. Pomiary poniżej limitu dyfrakcyjnego. Kwantowe oświetlenie strukturalne. Ghost imaging. Mikroskop kwantowy. Teleskop kwantowy.• Zegary atomowe. Grzebień optyczny. Co oznacza niestabilność zegara 10⁻²⁰ i jakie są tego konsekwencje?
--------	---

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • Telekomunikacja kwantowa. Teleportacja kwantowa informacji. Kwantowy kanał telekomunikacyjny. Teleportacja kwantowa lokalnej energii próżni? Kwantowy limit informacyjny. • Sprzętowo-programistyczne kwantowe standaryzowane środowisko projektowe ARTIQ i SINARA. Otwarte inicjatywy kwantowo-sprzętowe github/sinara. Standard ATCA i microTCA. Laboratorium PERG ISE dysponuje środowiskiem Artiq/Sinara i możliwe jest zorganizowanie kilku demonstracyjnych ćwiczeń/pokazów laboratoryjnych związanych z projektowaniem komputera kwantowego.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma wiedzę w zakresie: podstaw fizyki relatywistycznej i kwantowej, lokalnych i nielokalnych zjawisk kwantowych wykorzystywanych do budowy urządzeń technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie projektowania i zasad użytkowania technicznych urządzeń kwantowych jak: komputerów, czujników i urządzeń pomiarowych, systemów złożonych w tym telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele teoretyczne i techniczne do analizy podstawowych zagadnień z obszaru informacyjnych technologii kwantowych oraz do podstawowych metod projektowania technicznych urządzeń kwantowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody informacyjnych technologii kwantowych oraz odpowiednie narzędzia projektowania do rozwiązywania podstawowych zadań z obszaru komputingu kwantowego, metrologii kwantowej, i podstaw telekomunikacji kwantowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie. Potrafi skutecznie pracować w projektowym środowisku wirtualnym.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Część I

Kod efektu	U04
Opis	Potrafi opracować dokumentację techniczną lub referat naukowy w języku angielskim. Potrafi posługiwać się specjalistycznym słownictwem w mowie i piśmie w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia dyplomowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	6

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Prowadzenie i dokumentowanie badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	90.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	6
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	W ramach Pracownia Dyplomowej Student pod nadzorem Promotora realizuje ustalone wcześniej zadania. W szczególności Dyplomant zapoznaje się z dostępną bazą dydaktyczną, która będzie wykorzystywana w trakcie realizacji pracy (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). W razie konieczności określane są brakujące zasoby i ustalany jest sposób i czas uzyskania dostępu do nich. W ramach pracowni Dyplomant stale dokształca się w zakresie odpowiadającym tematyce pracy. Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji i w razie potrzeby, we współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o modyfikacji ustalonych wcześniej zadań badawczych. Oceniana jest także zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Dyplomant przedstawia Promotorowi wyniki pracy w postaci raportu lub prezentacji.
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-SDM1
Nazwa przedmiotu	Seminarium dyplomowe magisterskie 1
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Seminarium magisterskie pierwsze na kierunku Elektronika na WEiTI PW jest kursem, w ramach którego student w oparciu o analizę literaturową i własną pracę badawczą na wybrany temat, wykonywaną pod okiem promotora przygotowuje się do prezentacji seminaryjnej, która musi wygłosić publicznie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	W trakcie seminarium student nabywa i rozwija umiejętności komunikacyjne, opisu słownego a także pisemnego w celu prezentacji swoich zainteresowań naukowych. Seminarium prowadzi do przygotowania prezentacji seminaryjnej ocenianej przez koordynatora przedmiotu oraz przez innych uczestników seminarium i/lub krótkiego artykułu naukowego. Temat seminarium dyplomowego jest wybrany przez studenta i odpowiada problematyce specjalności, którą studiuje. Specyficzne zagadnienia niezbędne do prawidłowego przygotowania prezentacji seminaryjnej są formułowane i uzgadniane z Promotorem.
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student wie w jaki sposób przygotować tekst lub prezentację opisującą eksperyment, badania naukowe lub budowę/ zasadę działania urządzenia elektronicznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02

Część I	
Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w przygotowaniu teksów technicznych i naukowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Student zna i rozumie podstawy metodologii badań naukowych w dyscyplinach powiązanych z elektroniką.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi wykorzystywać wybrane teorie, metody i narzędzia w praktyce projektowania i realizacji badań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi prowadzić prace badawcze w celu przygotowania pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi przygotować krótki dokument techniczny lub doniesienie naukowe w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U06, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-STUP
Nazwa przedmiotu	Przedsiębiorczość startupowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedsiębiorczość)--mgr.-EITI,(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zdobycie wiedzy i umiejętności na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	20.00 h
Wykład	10.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład	<p>Wykład: Zdobycie wiedzy na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup</p> <ul style="list-style-type: none"> W1: Różne formy przedsiębiorczości we współczesnym świecie. Przedsiębiorczość innowacyjna a inne formy przedsiębiorczości. Startupy jako szczególne formy organizacji aktywności przedsiębiorczej; W2: Lean Startup jako metodyka zarządzania startupem i jej składowe: zwinny rozwój produktu (agile development), odkrywanie klienta (customer development) i modelowanie biznesowe; triada: klient-problem- rozwiązanie (CPS); W3: Modelowanie biznesowe na bazie kanwy modelu biznesowego oraz kanwy propozycji wartości wg Osterwaldera; formułowanie hipotez biznesowych; W4: Weryfikowanie hipotez biznesowych w procesie modelowania biznesowego; odkrywanie klienta – zasady projektowania i przeprowadzania wywiadów z interesariuszami projektu; prototypowanie, koncepcja MVP; W5: Zasady prawidłowego „pitchu” projektu, prezentacji pomysłu i pracy nad jego weryfikacją i rozwojem.
Projekt	<p>Projekt: Praca nad realizacją startupu – co najmniej zakończenie etapu Customer Discovery - na projekcie własnym (w grupach):</p> <ul style="list-style-type: none"> P0: Selekcja pomysłów na projekty, elementy debaty; P1: Sformułowanie hipotez biznesowych: CPS i archetypu klienta (persony), P2-P3: Kanwa propozycji wartości i kanwa modelu biznesowego – warsztaty nad projektami w grupach, P4: Zaprojektowanie wywiadów i przeprowadzenie ich, P5: Weryfikacja hipotez biznesowych, P6: Zajęcia mentoringowe P7: Ochrona własności przemysłowej i prawa autorskiego, jak korzystać z zasobów informacji patentowej P8-P9: Prezentacja końcowa projektu (w obecności gości spoza uczelni – inwestorzy, przedsiębiorcy, specjaliści).

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form pisemne, indywidualnej przedsiębiorczości – odnośnie do przedsięwzięć ambitnych i innowacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, wie jak korzystać z zasobów informacji patentowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Część I

Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi identyfikować i interpretować podstawowe zjawiska i procesy społeczne z wykorzystaniem wiedzy z zakresu przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem kreowania postaw przedsiębiorczych i podejmowania wyzwań związanych z rozwojem przedsiębiorczości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi komunikować się i prezentować wyniki swojej pracy zróżnicowanemu kręgowi odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Student jest gotowy do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-DSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,(Metody)-Inteligentne systemy-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie studentów z pojęciem optimum, warunkami koniecznymi i dostatecznymi optymalności dla zadań optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami, pozwalającymi na weryfikację poprawności uzyskiwanych z pakietów rozwiązań. Studenci zapoznają się również z pewnymi pakietami modelowania i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych (AMPL, MATLAB). Ponadto w ramach wykładu przedstawione zostaną elementy teorii dualności Lagrangea oraz wybrane metody numerycznego rozwiązywania zadań optymalizacji. Szczególnie dużo uwagi poświęca się zadaniom programowania liniowego i kwadratowego. Celem dodatkowym jest zapoznanie studentów z pewnymi rzeczywistymi zastosowaniami metod optymalizacyjnych, formułowaniem modeli optymalizacyjnych oraz różnymi problemami, z którymi mogą się zetknąć w trakcie ich rozwiązywania, jak również praktycznym wykorzystaniem istniejących pakietów optymalizacyjnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL (w ramach programowania liniowego również LP_SOLVE). Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania. Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników.</p>
---------	---

1. Zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego. (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ**
1. Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej. (2h)
 2. Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych. (2h)
 3. Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)
 4. Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych. (2h)
- PROGRAMOWANIE LINIOWE**
1. Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej. (2h)
 2. Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M"). (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI**
1. Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności. (2h)
 2. Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępów dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego. (2h)
- PROGRAMOWANIE KWADRATOWE**
1. Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami. (2h)
 2. Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami. (2h)
- METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI**
1. Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego. (2h)
 2. Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary. (2h)
 3. Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea. (2h)
 4. Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego. (2h)

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Znajomość podstawowych koncepcji teorii optymalizacji oraz własności standardowych zadań optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Znajomość metodyki formułowania zadań optymalizacji w obszarach projektowania sprzętu oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Znajomość podstaw działania oraz własności numerycznych technik optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Umiejętność prawidłowego formułowania zadania optymalizacji na podstawie opisu zadania inżynierskiego oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Umiejętność właściwego doboru algorytmów numerycznej optymalizacji – z uwzględnieniem cech szczególnych zadania (rozmiar zadania, dostępność wrażliwości, koszt obliczeń funkcji celu, funkcji ograniczeń, rodzaj ograniczeń)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Umiejętność przeprowadzenia optymalizacji przy użyciu bibliotek numerycznych (np. programu Matlab). Umiejętność oceny przebiegu optymalizacji i własności rozwiązania (poprawność, dokładność, uwarunkowanie numeryczne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi udokumentować proces rozwiązywania zadania projektowego oraz osiągnięte wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Kształcenie oparte o projekty)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,(Semestr 2 modelowy)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów, także w praktyce, z zagadnieniami cyberbezpieczeństwa specyficznymi dla systemów Internetu Rzeczy. Student uczy się rozpoznawać potencjalne podatności i zagrożenia występujące we współczesnych systemach łączności radiowej ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń i sieci klasy IoT oraz poznaje typowe techniki wykrywania i zapobiegania incydentom bezpieczeństwa.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	120.00 h
Projekt	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	12
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

1. Wprowadzenie do zagadnień bezpieczeństwa sieci IoT, modelowanie zagrożeń. Specyfika systemów IoT i kwestie bezpieczeństwa, przykłady incydentów. Standardy, frameworki, protokoły, stan prawny, kierunki rozwoju. Pojęcia constrained-node, constrained-networks. Identyfikacja zagrożeń. Łączność w sieciach IoT – przewodowa i bezprzewodowa. Tablica przeznaczeń częstotliwości. Źródła informacji o urządzeniach IoT (np. FCC ID, inżynieria odwrotna). Technika Software Defined Radio – charakterystyka i rola w systemach IoT Minimisja: Na przykładzie specyfikacji wybranych urządzeń elektronicznych z najbliższego otoczenia - samodzielna próba identyfikacji sposobu i parametrów komunikacji (np. częstotliwość, moc, standard telekomunikacyjny).
2. Protokoły sieciowe w IoT Podstawy najpopularniejszych protokołów sieciowych wykorzystywanych w sieciach IoT np. HTTP, MQTT, CoAP. Narzędzia do generowania żądań i analizy komunikacji (np. Postman, MQTT Explorer, Mosquitto, Wireshark). Biblioteki wspomagające implementację klienta/serwera np. w Pythonie. Podgląd komunikacji na poziomie pakietów TCP/IP – program Wireshark. Minimisja: Klient/serwer w Pythonie – uruchomienie i modyfikacja przykładów . Analiza przechwyconych żądań i odpowiedzi za pomocą Wireshark dla protokołów sieci IoT Minimisja: Wykorzystując dostępne online odbiorniki SDR, odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały radiowe.
3. Podstawy komunikacji radiowej Fale elektromagnetyczne – właściwości propagacyjne, modele propagacji. Obliczanie bilansu łącza. Sygnał radiowy – definicja, miary jakości, cechy charakterystyczne. Podstawowe schematy modulacji analogowych i cyfrowych. Podstawowe problemy związane z przesyłaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (np. stosunek sygnał-szum, zniekształcenia, synchronizacja, publiczność przekazu). Reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej - sygnał kwadraturowy (IQ). Wizualizacja sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości, czasu-częstotliwości. Parametry widmowe sygnałów różnych standardów, identyfikacja sygnałów. Minimisja: Zainstalować i uruchomić odbiornik SDR na własnym komputerze. Przy jego pomocy odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały dostępne lokalnie w eterze. Minimisja: Analiza literaturowa obecnego stanu techniki w zakresie bezpieczeństwa systemów bezprzewodowych powszechnego użytku
4. Podstawowe narzędzia do testów penetracyjnych w sieciach radiowych IoT Architektura Zero-IF w systemach SDR. Przykłady dostępnych komercyjnie urządzeń odbiorczych i nadawczo-odbiorczych SDR – przegląd, wady, zalety ze szczególnym uwzględnieniem cech szczególnie ważnych dla badania bezpieczeństwa sieci IoT. Analizator widma. Oprogramowanie do odbioru i analizy sygnałów radiowych, np. Universal Radio Hacker, GNU Radio Companion, Gqrx, SDR#, SDR Console, Audacity. Minimisja: Odbiór sygnałów z wybranego otwartego standardu za pomocą mobilnej platformy SDR. Dyskusja nad potencjalnymi zagrożeniami wynikającymi z otwartości przekazu.

5. Testy bezpieczeństwa w sieciach IoT. Badanie bezpieczeństwa systemu IoT w różnych warstwach: rekonesans sieciowy (odkrywanie hostów, identyfikacja systemów operacyjnych oraz wersji narzędzi, mapowanie topologii), badanie protokołów w łączach bezprzewodowych i przewodowych, atakowanie usług/protokołów, przegląd konfiguracji hostów, testowanie aplikacji mobilnych / webowych / chmurowych, warstwa sprzętowa, rekonesans pasywny / OSINT. Rekonesans pasywny w sieci bezprzewodowej na przykładzie nasłuchu transmisji radiowych przy użyciu odbiorników SDR oraz ogólnodostępnego oprogramowania. Źródła wiedzy o sygnałach radiowych. Ulot elektromagnetyczny, urządzenia klasy TEMPEST. Minimisja: Wykorzystanie narzędzi do automatycznego skanowania sieci i podatności urządzeń IoT. Minimisja: Przechwytywanie i analiza emisji ujawniającej – ulot elektromagnetyczny.
6. Rekonesans systemu radiowego. Zagrożenia wynikające z możliwości przechwycenia transmisji, zarejestrowania sygnału, jego analizy/dekodowania i retransmisji. Inżynieria odwrotna protokołów radiowych na przykładzie urządzeń klasy Sub-1GHz. Typowe elementy ramki radiowej (np. preambuła, payload, suma kontrolna). Systemy o stałym i zmiennym kluczu. Minimisja: Dekodowanie sygnałów z urządzeń powszechnego użytku, np. stacje pogodowe, wodomierze, piloty zdalnego sterowania
7. Ingerowanie w działanie systemów radiokomunikacyjnych – nadawanie sygnałów. Aspekty prawne. Przegląd urządzeń i podzespołów pozwalających wytwarzać sygnały radiowe: dedykowane dla określonych schematów modulacji oraz generatory przebiegów arbitralnych (określanych na podstawie próbek IQ). Odtwarzanie zarejestrowanego sygnału – atak typu replay. Modyfikacja zarejestrowanego sygnału. Ataki typu brute-force, jamming, spoofing, tampering. Minimisja: Zaimplementować nadajnik podszywający się pod oryginalny czujnik stacji pogodowej (atak typu spoofing). Minimisja: Przeprowadzić atak typu brute-force oraz jamming na wskazanym systemie IoT.
8. Sieci WiFi / Bluetooth Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Przeprowadzenie ataków typu deauthentication, jamming sieci WiFi. Minimisja: Podsluchiwanie klawiatury / myszki bezprzewodowej.
9. Systemy ZigBee i BLE Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Podsluch oraz atak typu replay względem wybranego urządzenia konsumenckiego pracującego w standardzie ZigBee. Minimisja: Analiza komunikacji BLE. Odczyt deskryptorów, autentykacja, MAC spoofing.

10. Systemy łączności dalekiego zasięgu (np. LoRa, GPS, DCF77, publiczne emisje rozsiewcze) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Właściwości i propagacja fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości i na dużych dystansach. Modele propagacyjne. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: przeprowadzić wybrany atak na sieć LoRa np. bitflip, replay, ack spoofing. Minimisja: przeprowadzić atak GPS spoofing.
11. Systemy łączności bliskiego zasięgu (np. RFID, NFC) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Systemy RFID aktywne i pasywne. Tagi RFID i ich zabezpieczenia. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Klonowanie tagów. Modyfikowanie zawartości tagów. Podśluchiwanie transmisji pomiędzy czytnikiem a tagiem.
12. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 1. Komunikacja i diagnostyka za pomocą interfejsów szeregowych. Inżynieria odwrotna urządzenia IoT: inspekcja zewnętrzna, pozyskiwanie wszelkich informacji o urządzeniu z różnych źródeł, inspekcja wewnętrzna, identyfikacja roli kluczowych komponentów. FCC ID. Wyszukiwanie oraz czytanie not katalogowych komponentów elektronicznych. Komunikacja szeregową UART – odczyt informacji diagnostycznych. Standardy RS-232 / RS-485 i sieci przemysłowe. Protokół Modbus – podgląd transmisji, sterowanie urządzeniami. Minimisja: Inżynieria odwrotna wskazanego urządzenia IoT. Minimisja: Komunikacja w sieci przemysłowej Modbus – nasłuch i ingerencja
13. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 2. Komunikacja pomiędzy podzespołami urządzenia IoT (np. SPI, I2C, 1-Wire). Komunikacja pomiędzy komponentami składowymi urządzeń IoT – protokoły szeregowo SPI, I2C, 1-Wire itp. Podglądanie komunikacji z układami peryferyjnymi – wykorzystanie oscyloskopu, analizatora stanów logicznych itp. Pozyskiwanie listy zajętych adresów na magistrali I2C. Inżynieria odwrotna protokołu komunikacji w przypadku, gdy nota katalogowa układu nie jest dostępna. Wysyłanie własnych komend do sprzętu. Minimisja: odczyt, modyfikacja i zapis szeregowo pamięci EEPROM przechowującej nastawy lub firmware urządzenia. Minimisja: podgląd komunikacji szeregowo pomiędzy mikrokontrolerem a czujnikiem

14. Bezpieczeństwo IoT – aspekty prawne, moralne i praktyczne. Audyt bezpieczeństwa. Regulacje prawne (w tym planowane regulacje EU) dotyczące bezpieczeństwa urządzeń i systemów IoT. Kwestia ochrony prywatności użytkowników urządzeń IoT, anonimizacja danych, ochrona danych przed podsłuchaniem, szyfrowanie. Nieoczywiste drogi do utraty/zabrania komuś elementów prywatności, np. profilowanie zachowań ludzi na podstawie pomiarów zużycia energii elektrycznej, wody itp., ułot elektromagnetyczny, kamery i analiza obrazu za pomocą sztucznej inteligencji. Wykorzystywanie publicznie dostępnych danych do nieoczywistych zastosowań, np. <https://dictatoralert.org/>. Dalsze kierunki rozwoju dla inżynierów bezpieczeństwa IoT, rynek pracy. Minimisja: przygotowanie i poprowadzenie prelekcji lub dyskusji na wybrany temat dotyczący bezpieczeństwa IoT.
15. Rezerwa, prezentacje końcowe projektów semestralnych. Seminarium podsumowujące zrealizowane projekty semestralne. Każdy z zespołów prezentuje przygotowane rozwiązanie techniczne oraz uzyskane wyniki z zakresu bezpieczeństwa i stabilności działania sieci. Omawiane są logi wykrytych i przeprowadzonych prób naruszeń integralności systemów. Dyskusja nad potencjalnymi podatnościami poszczególnych rozwiązań.

Część I

Projekt	<p>Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT</p> <ul style="list-style-type: none">• Zadaniem każdego z kilkusobowych zespołów studenckich jest zaprojektowanie i zaimplementowanie uproszczonego modelu niskobudżetowej, możliwie bezpiecznej sieci IoT, realizującej zadania z zakresu akwizycji danych lub / i sterowania, zgodne z zarysem założeń funkcjonalnych określonym przez prowadzącego zajęcia. Istotą zadania jest zaprojektowanie własnego sposobu komunikacji bezprzewodowej wykorzystującego scalone transceivery Sub-1GHz lub / i urządzenia SDR (wykluczone jest stosowanie fabrycznych rozwiązań oferujących wbudowane szyfrowanie, np. WiFi, BLE, LTE itp.). Zadanie obejmuje wybór schematu modulacji, projekt ramki radiowej, wybór lub projekt protokołu warstwy aplikacji, decyzje o tym, czy system jest jedno- czy dwukierunkowy (z potwierdzeniami), wybór algorytmu szyfrowania (lub jego braku) itp. oraz implementację modelu sieci z wykorzystaniem dostępnych komponentów (np. minikomputer jednokładowy Raspberry Pi plus dołączony interfejs bezprzewodowy, czujnik lub / i element wykonawczy). Elementem zadania jest także wyposażenie sieci w mechanizmy pozwalające zorientować się, że ktoś próbuje naruszać jej integralność (monitorowanie ruchu). Zadanie kończy się przygotowaniem dokumentacji technicznej systemu, obejmującej m.in. specyfikację opracowanego protokołu radiowego, szczegóły implementacji, podjęte działania i zastosowane rozwiązania mające na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa sieci.• Część 2 – przegląd bezpieczeństwa sieci IoT
---------	---

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Działający model sieci dany zespół studentów przekazuje w ręce innego zespołu, w celu zweryfikowania jej bezpieczeństwa. Względem swojej sieci zespół występuje w roli Zespołu Broniącego, natomiast względem obcej sieci zespół pełni rolę Testera. Zadaniem Testera jest przeprowadzenie przeglądu bezpieczeństwa sieci podążając za zaleceniami (np. zgodnie z wybranym frameworkiem bezpieczeństwa) przedstawionymi przez prowadzącego zajęcia. Zespół Broniący udostępnia Testerom kod źródłowy stworzonego oprogramowania (np. poprzez repozytorium), ale nie hasła czy innego rodzaju klucze autoryzujące. Przegląd bezpieczeństwa polega zarówno na analizie kodu źródłowego jak również przeprowadzeniu prób spenetrowania sieci oraz złamania jej zabezpieczeń, w tym tych dotyczących komunikacji radiowej. Przeprowadzane próby są odnotowywane w sprawozdaniu, z uwzględnieniem typu, dokładnej daty i godziny prowadzonych działań, oraz szczegółów technicznych pozwalających na odtworzenie ataku w późniejszym terminie np. przez prowadzącego zajęcia lub Zespół Broniący w ramach zabezpieczenia swojego rozwiązania. Tester przedstawia sprawozdanie z przeprowadzonych badań, wskazując na wykryte podatności analizowanego systemu. Zadaniem Zespołu Broniącego na tym etapie jest przede wszystkim wychycenie prób spenetrowania oraz złamania zabezpieczeń własnej sieci. Do tego celu wykorzystane powinny zostać wbudowane w sieć rozwiązania monitorujące podejrzane zachowania (np. zaimplementowane w Części 1 monitorowanie ruchu). Zespół Broniący przedstawia sprawozdanie, w którym zamieszcza wiarygodne zestawienie wykrytych prób naruszenia integralności swojej sieci.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04

Część I

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, (Teleinformatyka - obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w zagadnienia związane z Internetem Rzeczy oraz nowoczesnymi systemami czujnikowymi. W trakcie zajęć przedstawione są konstrukcje, technologie wykonania i parametry typowych czujników oraz omawiane są kierunki rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe i innowacyjne czujniki drukowane. W ramach przedmiotu studenci zdobywają umiejętności praktycznego wykorzystywania sprzętu, oprogramowania i technologii transmisji danych do tworzenia w pełni funkcjonalnych systemów dla Internetu Rzeczy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

<p>Treści kształcenia</p>	<p>Treść zajęć laboratoryjnych: Zajęcia laboratoryjne wykonywane będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o ewaluacyjne zestawy wyposażone w mikrokontrolery ARM z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratoria będą składać się z 6 części, na których kolejno będą poruszane tematy niezbędne do realizacji dalszej części projektowej. Zajęcia laboratoryjne obejmą podstawowe zagadnienia związane z poruszaniem się w środowisku uruchomieniowym, inicjalizację i konfigurację mikrokontrolera, obsługę jego układów peryferyjnych takich jak: liczniki, system przerwań czy przetwornik A/C. Ważnym aspektem poruszonym na laboratoriach będzie komunikacja bezprzewodowa oraz obsługa czujników przy pomocy standardowych interfejsów komunikacyjnych takich jak: I2C, SPI czy UART. Zakres laboratoriów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. przygotowanie mikrokontrolera do pracy, sterowanie liniami portów we/wy, 2. konfiguracja wewnętrznych układów peryferyjnych mikrokontrolera, <p>III. obsługa interfejsów RS232, I2C i SPI,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. komunikacja z zewnętrznymi układami czujnikowymi: pomiar napięcia, temperatury, położenia, 2. tryby obniżonego poboru mocy, zasilanie bateryjne, 3. komunikacja bezprzewodowa przy pomocy standardu LoRa. <p>Treść zajęcia projektowych: Tematyka projektu będzie związana z budową systemów IoT wykorzystujących różne typy czujników. Systemach tych duży nacisk będzie położony na kreatywne i innowacyjne wykorzystanie czujników oraz syntezę danych pobieranych z kilku czujników jednocześnie. Układy pomiarowe będą zbudowane z gotowych modułów mikroprocesorowych oraz komunikacyjnych. Tematy projektów nie będą narzucane z góry, ale będą efektem analizy zapotrzebowania rynkowego. Elementem projektu będzie opracowanie pomysłu (problemu), jego analiza oraz wywiad wśród potencjalnych użytkowników. Projekt będzie składał się z kilku etapów: przygotowania i testowania rozwiązania problemu, identyfikacji potrzeb użytkownika, redefinicji problemu, przygotowania wstępnego prostego prototypu, testów prototypu, udoskonalenia rozwiązania i prezentacji efektów pracy. Grupy projektowe będą składały się z 3-5 osób. Każdy z członków grupy będzie miał swoją rolę w zespole, jak też przydzielone z tego tytułu zadania. Podczas realizacji projektu zakłada się wykorzystanie innowacyjnych form kształcenia, takich jak „Design Thinking” i „Double Diamond”.</p>
---------------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U12, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji oraz interpretacji, jak też poddawać krytycznej ocenie, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi przeprowadzić wywiad z użytkownikami systemu oraz zidentyfikować i odpowiednio realizować ich potrzeby i wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-TLTBM-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych układach stosowanych w układach transmisji bezprzewodowej: budową układów, ich oprogramowaniem i testowaniem.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wprowadzenie Sieci radiowe - standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów. **Mikrokontroler jako element układu radiowego Budowa mikrokontrolerów** Jednostka centralna, Generatory sygnałów zegarowych, Przerwania, Cyfrowe układy wejścia-wyjścia, Rodzaje pamięci, Układy czasowe, Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Dynamiczny dostęp do pamięci (DMA). **Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych** Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe. **Mikrokontrolery w układach transmisji bezprzewodowej** Mikrokontrolery o pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii. **Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M:** Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex-M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjne, poboru energii). Tryby pracy układów. **Oprogramowanie mikrokontrolerów** **Oprogramowanie jednowątkowe** (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego. **Systemy czasu rzeczywistego** Działanie systemu czasu rzeczywistego (zadania, zdarzenia, synchronizacja zadań, obsługa przerwań, priorytetyzacja zadań), Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych. Klasyfikacja systemów (FreeRTOS, TI-RTOS embOS). **Oprogramowanie sterujące transmisją wieloprotokółową** Koncepcja i realizacja sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). **Środowiska i narzędzia programowe** Przegląd środowisk programowania, Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie), Programatory, podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne. Ocena zużycia energii. **Specyfika realizacja układów transmisji w przykładowych sieciach bezprzewodowych** **Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych** Budowa typowych modemów IoT, Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem. Wykorzystanie stosów protokołów. **Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN** Budowa typowych układów LoRa, Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji. **Układy transmisji w sieci WiFi** Budowa i działanie modułów WiFi, komunikacja z modułami. Rozwiązania jednowątkowe. **Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x** Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednowątkowe i z odrębnym układem radiowym.

Część I

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania.

- **Oprogramowanie układu nadajnika Bluetooth 5** W trakcie ćwiczenia studenci opracują i przetestują oprogramowanie układu SoC (System on Chip) firmy Nordic Semiconductors realizującego transmisję w standardzie Bluetooth 5. Oprogramowanie będzie działało w systemie operacyjnym RTOS. Zakres badań obejmuje weryfikację transmisji za pomocą aplikacji działającej na smartfonie, określenie poboru energii przez układ.
- **Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN** W trakcie ćwiczenia studenci połączą układ złożony z modułu uruchomieniowego procesora ARM i modułu radiowego sieci LoRaWAN, a następnie opracują program umożliwiający transmisję z użyciem różnych trybów pracy modułu radiowego. Transmitowane komunikaty będą analizowane za pomocą bramki sieci LoRa. Zakres badań obejmuje również obserwację sygnałów w łączy szeregowym pomiędzy układami, obserwację sygnałów w łączy radiowym - widma i czasu trwania pakietów, określenie poboru energii.
- **Badanie wpływu oprogramowania na pobór energii układu transmisji radiowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie i optymalizacja prostego oprogramowania mikrokontrolera z rodziny MSP430FR sterującego układem radiowym pracującym w paśmie 868 MHz. W trakcie ćwiczenia zostanie zbadany wpływ oprogramowania na pobór prądu przez opracowany układ. Zostaną przetestowane różne tryby pracy mikrokontrolera i układu radiowego.
- **Badanie układu transmisji wieloprotokółowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie oprogramowania umożliwiającego zmianę standardu łącza radiowego (Zigbee, Thread, Bluetooth 5) podczas pracy mikrokontrolera. W programowaniu zostaną wykorzystane funkcje sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Badania układu będą obejmowały obserwację sygnałów w.cz. nadawanych przez układ oraz obserwację poboru prądu podczas przełączania pomiędzy transmisjami.
- **Realizacja układu transmisji WLAN** W ramach ćwiczenia zadaniem studentów będzie polegało na dołączeniu do układu mikrokontrolera modułu WiFi, oprogramowanie mikrokontrolera i przeprowadzenie testów układu polegających na weryfikacji funkcjonalnej za pomocą programu Wireshark oraz obserwacji poboru prądu przez układ w różnych fazach transmisji. Opracowany układ będzie współpracował ze standardowym ruterem sieci WiFi.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
------------	-----

Część I

Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ASPE
Nazwa przedmiotu	Algorytmy symulacji i projektowania systemów elektronicznych ASPE
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot przeznaczony jest dla studentów pragnących poznać sposób działania narzędzi programistycznych używanych w procesie projektowania zintegrowanych systemów elektronicznych. Algorytmy leżące u podstaw tych narzędzi są analizowane pod względem złożoności obliczeniowej i ograniczeń w ich zastosowaniu a algorytmy numeryczne pod względem zbieżności i dokładności. Omówione są metody poprawy tych parametrów. Podstawowe obszary to symulacja układów elektronicznych (analogowych i cyfrowych), testowanie i diagnostyka tych układów oraz synteza ich topografii. Część praktyczna przedmiotu obejmuje projekt programistyczny dotyczący jednego z zagadnień wykładowych, wybranego przez studenta zgodnie z jego zainteresowaniami.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: Projekt polega na stworzeniu w języku wysokiego poziomu jednego z narzędzi omawianych na wykładzie, np. symulatora obwodów analogowych lub cyfrowych, narzędzia do rozmieszczania bloków w układzie cyfrowym lub trasowania połączeń między nimi, narzędzia do optymalizacji układów analogowych lub ich diagnostyki itp. W przypadku bardziej zaawansowanych narzędzi ich funkcjonalność będzie ograniczona do pewnej klasy przypadków (np. symulacji obwodu analogowego o ustalonej topologii).
---------	--

Część I

Wykład	Wykład: <ol style="list-style-type: none"> 1. Symulacja układów analogowych. Podstawy: zmodyfikowana metoda potencjałów węzłowych, modele elementów liniowych i nieliniowych. Analiza stałoprądowa, w dziedzinie czasu, w dziedzinie częstotliwości, analiza wrażliwości. 2. Testowanie i diagnostyka układów analogowych. 3. Symulacja układów cyfrowych. Symulacja sterowana zdarzeniami. Statystyczna analiza opóźnień. 4. Testowanie układów cyfrowych. Modele uszkodzeń: uszkodzenia sklejenkowe, uszkodzenia fizyczne na poziomie topografii (zwarcia i rozwarcia). 5. Synteza topografii układu. Podstawy algorytmów metaheurystycznych. Optymalizacja rozmieszczenia bloków funkcjonalnych i połączeń między nimi.
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę z zakresu symulacji i diagnostyki układów elektronicznych oraz synteza topografii układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki i algorytmy stosowane przy rozwiązywaniu sprawozdanie złożonych zadań inżynierskich z zakresu z symulacji i diagnostyki układów elektronicznych i syntezy topografii układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych z źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane symulacje komputerowe w zakresie analizy i diagnostyki układów elektronicznych oraz oszacować zgodność uzyskanych wyników z rzeczywistością.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody symulacyjne do formułowania i rozwiązywania zadań z projektu inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania złożonych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I

Kod efektu	U04
Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do symulacji i diagnostyki sprawozdanie układów elektronicznych, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi. Potrafi proponować ulepszenia znanych algorytmów używanych w tych dziedzinach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi jasno opisywać napotkane problemy i wymieniać doświadczenia na z specjalistycznych forach poświęconych analizowanym metodom i używanym narzędziom.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-FOMI
Nazwa przedmiotu	Fotonika mikrofalowa
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z systemami fotoniki mikrofalowej, które dzięki interakcji na linii systemy elektroniczne – systemy foniczne, otwierają bardzo szerokie spektrum możliwości rozszerzenia funkcjonalności dotychczas wykorzystywanych systemów mikrofalowych. W ramach przedmiotu studenci zostaną zapoznani z zasadą działania i projektowania fonicznych układów filtracji, wzmacniania i generacji sygnałów mikrofalowych, a także opto-mikrofalowych układów przemiany częstotliwości. Przedstawione zostaną analogie między światem układów mikrofalowych, a światem układów fonicznych. Wskazane zostaną fizyczne ograniczenia obu tych technik oraz punkty, w których mogą się one wzajemnie uzupełniać.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: <ul style="list-style-type: none">• projektowanie wzmacniaczy mikrofalowych (niskoszumne, szerokopasmowe, mocy),• projektowanie optoelektronicznych oscylatorów mikrofalowych,• projektowanie opto-mikrofalowych układów przemiany częstotliwości,• projektowanie odbiorników w układach fotoniki mikrofalowej.
---------	--

Wykład:

1. **Wprowadzenie do komunikacji opto-mikrofalowej.** Idea opto-radiowej transmisji sygnałów z wykorzystaniem fali nośnej. Idea łącza radiowego, światłowodowego, ewolucja systemów, łącza analogowe i cyfrowe.
2. **Elementy teorii obwodów I.** Obwody z elementami nieliniowymi: nieliniowa rezystancji i nieliniowa pojemność. Metoda perturbacji. Analiza obwodu w dziedzinie częstotliwości i czasu.
3. **Elementy teorii obwodów II.** Warunki stabilności dwuwrotników mikrofalowych. Techniki dopasowania obwodów mikrofalowych, szerokopasmowe obwody dopasowujące. Modelowanie i ekstrakcja parametrów diod i tranzystorów mikrofalowych. Modelowanie nieliniowości.
4. **Rezonatory i filtry w układach fotoniki mikrofalowej.** Rezonatory: parametry i podstawowe struktury. Techniki przestrajania obwodów rezonansowych. Podstawowe struktury filtrów mikrofalowych i fonicznych. Zasady projektowania filtrów.
5. **Anteny foniczne.** Podstawowe struktury i zasady działania anten radiowych i mikrofalowych. Podstawowe parametry anten. Fotonika w układach formowania wiązki. Równanie transmisji mocy. Transmisja mocy w łączy optycznym i w wolnej przestrzeni. Anteny inteligentne.
6. **Wzmacnianie sygnałów mikrofalowych na drodze fonicznej.** Mikrofalowe tranzystory HBT i HEMT. Tranzystorowe wzmacniacze mikrofalowe. Wzmacniacze wielostopniowe. Wzmacniacze szerokopasmowe. Praca w warunkach nieliniowych. Praca wielotonowa i zniekształcenia intermodulacyjne. Wykorzystanie układów fonicznych do wzmacniania sygnałów mikrofalowych.
7. **Mikrofalowe tranzystorowe wzmacniacze mocy.** Praca wzmacniacza w warunkach silnego wystereowania. Metody zwiększania sprawności wzmacniaczy. Modelowanie obwodów wyjściowych na częstotliwościach harmonicznych. Wzmacniacze Doherty'ego. Zasady projektowania wzmacniaczy mocy.
8. **Foniczna i optoelektroniczna generacja sygnałów mikrofalowych.** Modele i warunki generacji oscylatorów optoelektronicznych. Zasady projektowania generatorów tranzystorowych.
9. **Praca oscylatora w warunkach nieliniowych.** Generacja harmonicznych. Histereza i nieciągłości. Szumy oscylatora. Techniki stabilizacji częstotliwości oscylatorów. Techniki powielania częstotliwości. Synteza częstotliwości.
10. **Modulacja sygnałów optycznych, zaawansowane schematy modulacji.** Rodzaje modulacji sygnałów. Modulatory elektrooptyczne i elektroabsorpcyjne. Wielostanowa modulacja amplitudy i fazy sygnałów mikrofalowych. Synteza sygnałów mikrofalowych o zmiennej amplitudzie i fazie.
11. **Procesy optoelektronicznej przemiany częstotliwości.** Zasady przemiany częstotliwości. Parametry mieszaczy. Mieszacze zrównoważone. Mieszacze tranzystorowe. Konfiguracje mieszaczy opto-mikrofalowych i optofalowych.

Część I

	<p>12. Radiolinie mikrofalowe. Podstawowa struktura łącza radiowego. Konstrukcja układów nadajników. Konstrukcja układów odbiorników. Szumy łącza. Bilans mocy i stosunek sygnał szum.</p> <p>13. Fotoniczne systemy radiokomunikacji ruchomej i satelitarnej. Złożone systemy komunikacyjne. Systemy komunikacji mobilnej. Systemy komunikacji satelitarnej. Systemy komunikacji kablowej.</p> <p>14. Systemy radiowo-światłowodowe. Podstawowa struktura systemów radiowo-światłowodowych, techniki modulacji i transmisji danych, generacja nośnej w pasmach milimetrowych. Przykłady zastosowań, układy odwrócone, rozwiązania eksperymentalne.</p>
Laboratorium	<p>Laboratoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Badanie filtrów i rezonatorów w układach fotoniki mikrofalowej. 2. Badanie oscylatorów optoelektronicznych. 3. Badanie wzmacniaczy sygnału wykorzystujących układy fotoniki mikrofalowej. 4. Badanie układów opto-mikrofalowej przemiany częstotliwości. 5. Badanie układów elektrooptycznych modulatorów mikrofalowych.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących we współczesnych elementach i układach mikrofalowych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii mikrofalowych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę o obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki i techniki mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów fonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-NOFO
Nazwa przedmiotu	Nowe oblicze fotoniki
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z bieżącymi nurtami badań oraz najnowszymi rozwiązaniami w dziedzinie fotoniki, a także modelami opisu zjawisk zachodzących w strukturach fonicznych. Przedmiot zawiera przegląd najnowszych badań w dziedzinie fotoniki wraz z omówieniem ich praktycznych zastosowań oraz fizycznej podstawy działania omawianych przyrządów, włączając w to: <ul style="list-style-type: none">• Przetwarzanie sygnału w systemach jednofotonowych,• Pułapkowanie optyczne atomów oraz manipulacje i pozycjonowanie optyczne obiektów w skali nano,• Współczesną metodykę projektowania układów fonicznych,• Kształtowanie odpowiedzi elektromagnetycznej układów nanocząsteczkowych,• Technologia struktur samoorganizujących oraz materiałów niskowymiarowych na potrzeby zastosowań fonicznych,• Metaoptyka i właściwości metaatomów,• Współczesne konstrukcje laserów (nanolasery plazmoneczne, lasery jednofotonowe, generacja superkontinuum, lasery rentgenowskie).
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	45.00 h
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Tematyka zajęć projektowych dotyczy praktycznych zastosowań współczesnych układów fotonicznych. W ramach projektu studenci mają za zadanie zaproponować aplikację wybranego elementu/systemu fotonicznego w konkretnym praktycznym zastosowaniu, wraz z omówieniem fizycznych podstaw działania urządzenia. Jednym z etapów projektu będzie wykonanie ilościowej oraz jakościowej analizy proponowanego zastosowania układu fotonicznego w kontekście dostępnych rozwiązań komercyjnych. Analiza ta może zostać wykonana bazując na dostępnych źródłach naukowych i/lub własnych autorskich danych symulacyjnych. Zaliczenie projektu będzie realizowane poprzez prezentację ustną oraz opracowanie naukowe. W zależności od zakresu prac przewidzianych w projekcie, powyższe zadania będą wykonywane w grupach dwu- lub wieloosobowych.</p>
Wykład	<p>Wykład: Materiał wykładu można podzielić na następujące bloki tematyczne:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Współczesne trendy w rozwoju fotoniki – wykład wprowadzający.2. Sterowanie optyczne układów fotonicznych (ang. all-optical photonic systems) – właściwości i zastosowania, wprowadzenie do optyki nieliniowej.3. Objętościowe i zintegrowane układy plazmoneczne – właściwości propagacyjne plazmonów, właściwości i zastosowania metamateriałów, wprowadzenia do metapowierzchni i metamateriałów anizotropowych.4. Nanolasery plazmoneczne - oddziaływanie światła ze strukturami o wymiarach nano, wstęp do plazmoniki, pojęcie plazmonu powierzchniowego oraz plazmonu zlokalizowanego. Sposoby wzbudzenia oraz właściwości plazmonów. Generacja promieniowania w spaserach.5. Rozpraszanie fal oraz kształtowanie odpowiedzi elektromagnetycznej w układach nanocząstek – omówienie właściwości przejść dipolowych oraz kwadrupolowych, rozpraszanie fal elektromagnetycznych.6. Materiały niskowymiarowe w zastosowaniach fotonicznych.7. Projektowanie współczesnych układów nanofotonicznych – wstęp do metodyki symulacji zjawisk elektromagnetycznych, metodyka projektowania odwrotnego, niejednoznaczność opisu parametrów optycznych.8. Biofotonika – właściwości, zastosowania i technologia struktur samoorganizujących, struktury organiczne i hybrydowe na potrzeby zastosowań fotonicznych.9. Systemy jednofotonowe – zasada działania, sposoby generacji pojedynczego fotonu oraz możliwe zastosowania, wstęp do optyki kwantowej.10. Lasery jednofotonowe, Generacja stanów splątanych, teleportacja, możliwe zastosowania w kryptografii.11. Efekty generacyjne wykorzystujące zjawiska nieliniowe. Generacja drugiej i wyższych harmonicznych. Wymuszone rozpraszanie Ramana. Generacja superkontinuum.12. Pułapkowanie optyczne - omówienie fizycznej podstawy działania, możliwe zastosowania.13. Lasery wielkiej mocy, lasery na swobodnych elektronach.

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących we współczesnych elementach i układach fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę o obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PMINS
Nazwa przedmiotu	Przyrządy mikro i nanoelektroniki we współczesnych systemach elektroniki wbudowanej
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Główną ideą realizowaną w ramach przedmiotu jest przekazanie wiedzy studentom o układowych aspektach wykorzystania przyrządów i elementów mikro- i nanoelektronicznych we współczesnych systemach elektroniki wbudowanej. Nacisk położony jest w głównej mierze na praktyczne problemy związane z projektowaniem analogowo-cyfrowych systemów wbudowanych w oparciu o takie elementy półprzewodnikowe jak: diody (p n, Schottky'ego, Zenera, Esakiego, transil, trisil), tranzystory (MOSFET, bipolarne, IGBT, HEMT, TFET), tyrystory, triaki, diaki, dynistory, termistory NTC oraz PTC, warystory, fotodiody, fotorezystory, fototranzystory, optotriaki, a także inne o bardziej złożonej budowie, np. mikromechaniczne (MEMS) czujniki: przyspieszenia, obrotu, pochyłu, ciśnienia, gazów itd., itp.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

- **(6 godz.)** Wstęp.
Przypomnienie wiadomości z zakresu fizyki półprzewodników. Omówienie właściwości oraz charakterystyk (statycznych, małosygnałowych oraz czasowych) podstawowych przyrządów półprzewodnikowych takich jak: diody (p-n, Schottky'ego, Zenera, tunelowe), kondensatory MIS, tranzystory bibolarnie oraz MISFET, tranzystory heterozłączone oraz IGBT.
- **(2 godz.)** Systemy wbudowane – klasyfikacja.
Omówienie pojęć: urządzenie elektroniki wbudowanej, systemy mieszane analogowo-cyfrowe, wbudowane przetwarzanie, techniki mikroprocesorowe, IoT, era post-PC.
- **(4 godz.)** Układy zasilania urządzeń elektroniki wbudowanej.
Ochrona przepięciowa – omówienie sposobu wykorzystania elementów półprzewodnikowych typu: transil, trisil, warystor, termistor NTC oraz PTC w zabezpieczających obwodach zasilania układów elektroniki wbudowanej – charakterystyki oraz aplikacje. Przybliżenie pojęć i aspektów związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną urządzeń elektroniki wbudowanej (deklaracja zgodności CE).
- **(4 godz.)** Układy korekcji współczynnika mocy.
Elementy półprzewodnikowe w układach korekcji współczynnika mocy (PF). Omówienie aktywnych oraz pasywnych półprzewodnikowych układów korekcji współczynnika mocy w zasilanych sieciowo urządzeniach elektroniki wbudowanej.
- **(2 godz.)** Podstawowe funkcje toru kondycjonowania – przypomnienie.
Ochrona przeciwzakłócenieniowa; izolacja galwaniczna; wzmacnianie; tłumienie; filtracja; linearyzacja sprzętowa i programowa; kalibracja i autokalibracja; adaptacja, itp.
- **(4 godz.)** Półprzewodnikowe układy/przyrządy pomiarowe – przegląd.
Pomiary naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu w tym układy mostkowe, pomiary temperatury i wilgotności, pomiary natężenia oświetlenia w zakresie niezerowej czułości widmowej ludzkiego oka oraz w zakresach IR i UV, fotodiody, ogniwo PV, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury.
- **(4 godz.)** Półprzewodnikowe obwody kluczujące.
Omówienie podstawowych problemów związanych z projektowaniem i optymalizacją obwodów kluczujących opartych na tranzystorach bipolarnych, unipolarnych, IGBT oraz HEMT.
- **(4 godz.)** Źródła i mechanizmy generacji szumów w przyrządach półprzewodnikowych.
Szumy termiczne i śrutowe, niskoczęstotliwościowe 1/f, szum RTS. Modele i schematy zastępcze źródeł szumów.
-

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu wykorzystania przyrządów półprzewodnikowych różnego rodzaju w poszczególnych blokach ogólnie pojętych systemów elektroniki wbudowanej. Każdy dwuosobowy zespół otrzyma do opracowania jeden projekt. Tematyka projektu będzie ustalana z każdym zespołem - mile widziane będą własne propozycje studentów.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu: - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do zakresu systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych, mikro i nanosystemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: - modelowanie, analiza i projektowanie projektu obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne z zakresu: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PV
Nazwa przedmiotu	Fotowoltaika
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kształcenie studentów w zakresie funkcjonowania systemów oraz zasady działania, konstrukcji i technologii elementów fotowoltaicznych generujących energię elektryczną i stanowiących istotną część współczesnych systemów pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	16.00 h
Projekt	6.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt Studenci zaprojektują prosty system fotowoltaiczny i przeprowadzą symulację jego działania używając wybranej z dedykowanych do tego celu popularnych aplikacji, np. PVsyst. Użyta aplikacja będzie narzędziem umożliwiającym modelowanie i symulację pracy systemów fotowoltaicznych zarówno podłączonych do sieci energetycznej (on-grid) jak i autonomicznych (stand alone). Student otrzymuje indywidualne zadanie, w ramach którego projektuje system pod kątem maksymalizacji uzyskanej energii zgodnie z otrzymanymi wytycznymi (np. system on-grid, dach dwuspadowy o kącie 60 stopni i wymiarach 2x(10x4m), Kraków, itp). Następnie przeprowadza szereg symulacji przy zmianie określonych parametrów i porównuje otrzymane wyniki.
---------	--

Część I

Laboratorium

Laboratorium W trakcie laboratoriów studenci mają możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają i kluczowe etapy technologii elementów fotowoltaicznych, a także zbadają wykonane przyrządy i określą ich parametry. Uzyskają także wiedzę z zakresu projektowania systemów fotowoltaicznych oraz ich weryfikacji.

1. Technologia wykonania systemu opartego na ogniwach fotowoltaicznych barwnikowych. Badania i pomiary wykonanego systemu ogniw w układzie zasilającym drobne elementy elektroniczne np. diody LED.
2. Konstrukcja małego system fotowoltaicznego. Testy systemu wraz z analizą możliwości poprawy sprawności.
3. Pomiar charakterystyk i wyznaczenie istotnych parametrów ogniw fotowoltaicznych (wykonanych z różnych materiałów) w standardowych warunkach testowych. Badanie wpływu natężenia promieniowania i temperatury otoczenia na te parametry.
4. Rzeczywiste elementy systemów fotowoltaicznych oraz metody monitorowania ich parametrów pracy. Analiza parametrów pracy wybranych systemów fotowoltaicznych (w tym: performance ratio, sprawność, źródła strat, uzyski energii).

Treść kształcenia Przedmiot składa się z 30 godzin wykładów w wymiarze 2 godziny tygodniowo, projektu (4 godz.) oraz 4 zajęć laboratoryjnych (4 godziny każde) realizowanych w drugiej części semestru. Po wstępie dotyczącym podstawowych zagadnień z zakresu fotowoltaiki, omówione zostaną elementy niezbędne do prawidłowej pracy systemów fotowoltaicznych. Przedstawione zostaną mechanizmy działania różnych typów ogniw fotowoltaicznych oraz typowe konstrukcje, materiały i technologie stosowane do ich produkcji. Jednym z ważniejszych poruszanych zagadnień będzie określenie podstawowych zasad konfiguracji systemu pod względem optymalnej produkcji energii przez taki system. Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie na podstawie oceny z kolokwium wykładowego oraz wyników uzyskanych z projektu i zajęć laboratoryjnych.

Opis wykładu Wykłady poświęcone są poznaniu: fizycznych zjawisk wykorzystywanych w realizacji elementów fotowoltaicznych, technologii stosowanych do ich wytwarzania oraz podstawowych konstrukcji systemów fotowoltaicznych. Zakres tematyczny wykładu obejmuje zagadnienia:

1. Fotowoltaika - wiadomości ogólne. Problemy rozwoju zrównoważonego: zużycie energii a środowisko i rozwój gospodarczy; konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną; podstawy fizyczne działania ogniw fotowoltaicznych i ich parametry. Zastosowania i perspektywy rozwoju fotowoltaiki.
2. Promieniowanie słoneczne - podstawowe pojęcia. Wpływ atmosfery ziemskiej na parametry promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, promieniowanie bezpośrednie, rozproszone, całkowite, Airmass (AM), itp.; zasoby słoneczne w Polsce i na świecie; sposoby wykorzystania energii słonecznej w Polsce i na świecie.
3. Mechanizmy absorpcji promieniowania w półprzewodniku. Rozkład nośników ładunku; czas życia nośników mniejszościowych; rekombinacja nośników: objętościowa i powierzchniowa.
4. Ogniwa fotowoltaiczne. Konstrukcja ogniwa; zasada działania ogniwa; absorpcja światła i generacja prądu; charakterystyki prądowo-napięciowe; parametry ogniw: współczynnik wypełnienia, sprawność, itp.; układ zastępczy, zależność od promieniowania i temperatury; sprawność idealnego ogniwa słonecznego.
5. Materiały stosowane do budowy ogniw fotowoltaicznych. Właściwości krzemu, GaAs, CdTe, CIGS; krzemowe ogniwa monokrystaliczne i multikrystaliczne; ogniwa z GaAs i jego związków; ogniwa cienkowarstwowe: Si amorficzny, CIGS, CdTe. Technologie ogniw fotowoltaicznych; otrzymywanie krzemu mono- i polikrystalicznego, otrzymywanie cienkich warstw: Si amorficzny i mikro-krystaliczny, CIGS, CdTe; otrzymywanie ogniw z półprzewodnikowych materiałów złożonych. Nowe materiały: ogniwa organiczne, nanokrystaliczne, DSC (dye-sensitized cells).
6. Moduły fotowoltaiczne. Hermetyzacja modułów, analiza sprawności modułów i odporność na częściowe zacienienie w zależności od technologii, recykling.

Część I

	<p>7. Systemy fotowoltaiczne - generalne koncepcje. Różne konfiguracje systemów fotowoltaicznych (systemy wolnostojące, systemy dołączone do sieci, elektronika powszechnego użytku, zastosowania kosmiczne), przykładowe systemy fotowoltaiczne i ich zastosowania.</p> <p>8. Akumulatory i kontrolery. Budowa akumulatora, reakcje zachodzące w akumulatorze podczas ładowania i rozładowywania, rodzaje akumulatorów stosowanych w PV (kwasowo-ołowiowe, NiCd, NiFe, niklowo-metalowo-wodorkowe NiMH, litowopolimerowe i inne), warunki pracy akumulatorów stosowanych w fotowoltaice, koszty i czas życia akumulatorów PV, Budowa i rodzaje kontrolerów, zadania kontrolera w systemie PV, aktywne systemy zarządzania energią.</p> <p>9. Falowniki. Budowa falowników PV (falowniki tyrystorowe, falowniki tranzystorowe), wymagania techniczne stawiane falownikom, rodzaje pracy falowników w systemach PV (falownik centralny, falownik podporządkowany, falownik szeregowy), monitorowanie systemu przez falownik.</p> <p>10. Produkcja energii przez system PV. Wpływ natężenia promieniowania, zacielenia, orientacji systemu oraz kąta nachylenia płaszczyzny modułów na produkcję energii przez system, wpływ jakości elementów systemu na jego pracę, wpływ połączeń modułów na sprawność systemu, analiza kosztów i czasu zwrotu energii.</p> <p>11. Rozproszona generacja energii elektrycznej i systemy hybrydowe. Systemy hybrydowe, konfiguracje fotowoltaicznych systemów hybrydowych z turbiną wiatrową generatorem spalinowym lub ogniowym paliwowym. Produkcja energii elektrycznej w rozproszeniu - celowość budowy systemów hybrydowych i trendy światowe.</p> <p>12. Integracja fotowoltaiki z budownictwem. Możliwości integracji fotowoltaiki z istniejącymi budynkami, integracja fotowoltaiki z budynkami w fazie projektowej, rodzaje modułów stosowanych w budownictwie (szkło półtransparentne, dachówki, markizy, itp.), przykłady współczesnych rozwiązań integracji PV z budownictwem.</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu fotowoltaiki oraz projektowania systemów fotowoltaicznych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie analizy złożonych systemów fotowoltaicznych oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie lub analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-TASM
Nazwa przedmiotu	Tory analogowe systemów mikroprocesorowych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Wykład przeznaczony jest dla konstruktorów systemów wbudowanych (embedded systems), czyli systemów elektronicznych, które, w ogólności, pobierają informacje z otaczającego świata w postaci sygnałów analogowych, przetwarzają je w dziedzinie cyfrowej oraz wytwarzają/ dostarczają informacje wyjściowe. Celem wykładu jest zapoznanie studentów ze sposobami przetwarzania przez system elektroniki wbudowanej informacji ze „świata analogowego”. Sprowadza się to do przetwarzania sygnałów analogowych, poczynając od ich wczytania z czujników wielkości fizyko-chemicznych, a kończąc na przesłaniu ich cyfrowej reprezentacji do cyfrowego systemu przetwarzającego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu kondycjonowania sygnałów i/lub akwizycji danych. Każdy dwuosobowy zespół otrzyma do opracowania jeden projekt. Tematyka projektu będzie ustalana z każdym zespołem - mile widziane będą własne propozycje studentów.
---------	---

Wykład: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

- **(2 godz.)** Wstęp. Sygnały – analogowe i „cyfrowe” - podstawowe właściwości; potrzeba, metody i techniki przetwarzania; analogowe czy cyfrowe?; struktura typowego systemu wbudowanego; trójportowość elektroniki (zakłócenia i szумы); rodzaje mezurandów, czujników i wielkości (sygnałów) wyjściowych; pojęcie lokalności czujnika; wyzwania – układy precyzyjne, szybkie, zasilane pojedynczym, niskim napięciem i pobierające małą moc; przykłady.
- **(2 godz.)** Podstawowe właściwości przetwarzania analogowo-cyfrowego. Wymagania; zniekształcenia, szумы i błędy; aliasing – czy zawsze należy ograniczyć pasmo analogowo? filtr ochronny (problemy: opóźnienie, zniekształcenia amplitudowe i fazowe; rozwiązanie – nadpróbkowanie (decymacja), przetworniki \odot -).
- **(2 godz.)** Szумы i zakłócenia. Źródła szumów, zniekształceń i zakłóceń - niedostateczna filtracja zasilania, niedostateczne odsprężnienie zasilania analogowego i cyfrowego, szumiące elementy toru standaryzacji, szумы kwantyzacji, zegar próbkowania, sprzężenie wyjście-wejście, itd.; budżet szumowy toru - maksymalizacja stosunku sygnał/szum (optymalizacja szumowa toru kondycjonowania).
- **(2 godz.)** Podstawowe funkcje toru kondycjonowania. Ochrona przepięciowa i przeciwzakłóceniowa; izolacja; wzmacnianie; tłumienie; filtracja; linearyzacja sprzętowa i programowa; kalibracja i autokalibracja; adaptacja, itp.
- **(4 godz.)** Kondycjonowanie sygnałów - wzmacniacze. Podstawowe właściwości precyzyjnych wzmacniaczy operacyjnych; błędy statyczne i dynamiczne wzmacniaczy; podstawowe układy pracy wzmacniaczy operacyjnych; szумы; układy z pojedynczym zasilaniem – problemy i rozwiązania; wzmacniacze różnicowe i instrumentalne; regulacja wzmocnienia; wzmacniacze z przetwarzaniem; wzmacniacze izolujące; wybór właściwego wzmacniacza do danego zastosowania.
- **(2 godz.)** Akwizycja danych – przetworniki A/D. Rodzaje przetworników A/D; podstawowe właściwości przetworników A/D; możliwości poprawy rozdzielczości; sterowanie; próbkowanie; ADC z aproksymacją sukcesywną (SAR); systemy akwizycji danych na chipie – mikrokontrolery z kompletnymi torami kondycjonowania i akwizycji; przetwarzanie wspomagane cyfrowo – zamiana niedoskonałości w szum; przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta – zalety i ograniczenia; niskoczęstotliwościowe przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta o wysokiej rozdzielczości; nowoczesne, szybkie przetworniki Sigma-Delta; wybór właściwego przetwornika do danego zastosowania.

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • (4 godz.) Wybrane zagadnienia konstrukcji torów kondycjonowania i akwizycji. Napięcia odniesienia i zasilacze niskoszumne; multipleksery – przesłuchy (stany przejściowe – wstrzykiwanie ładunku, szpilki napięciowe, przesłuch pojemnościowy); pasożytnicze stałe czasowe; sterowanie przetworników; wielokanałowość – próbkowanie synchroniczne; zasilanie czujników; zegar próbkowania – wymagania; jitter, problemy i sposoby zmniejszania; właściwości elementów biernych (rezystory – dobór, tolerancja, pasożyty, wpływ temperatury, napięcia i czasu, termosem, szумы; kondensatory – absorpcja dielektryczna, straty, pasożyty, tolerancja, wpływ temperatury i czasu); regulacja wzmocnienia – potencjometry cyfrowe; zasilanie bateryjne – sposoby oszczędzania i pozyskiwania energii (przykład – monitorowanie ciśnienia w oponach). • (6 godz.) Przykładowe rozwiązania układów kondycjonowania. Układy mostkowe – konfiguracje mostków, linearyzacja i wzmocnianie sygnałów z mostków, zasilanie mostków; układy pomiaru naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu; czujniki wysokoimpedancyjne - przedwzmacniacze fotodiod, kompensacja szybkich przetworników I/U fotodiod, wysokoimpedancyjne czujniki ładunkowe, pomiary elektrochemiczne; pomiary temperatury - termopary i kompensacja zimnego końca, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury. • (6 godz.) Techniki projektowania sprzętu. Błędy rezystancji i termosemów w systemach o dużej dokładności; integralność sygnałów – linie długie – terminowanie; efekt naskórkowości i odległości; promieniowanie; uziemianie w systemach z mieszanymi sygnałami – szумы „masy” i podział mas; redukcja szumów zasilania i filtracja; zapobieganie prostowaniu RFI; „żelazne” reguły projektowania.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu: - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do zakresu systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych, mikro i nanosystemów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: modelowanie, analiza i projektowanie projektu obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne z zakresu - systemy mikroprocesorowe i wbudowane - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-UMFO
Nazwa przedmiotu	Uczenie maszynowe w fotonice obrazowej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy ze współczesnymi metodami przetwarzania i analizy obrazów w ujęciu systemów wizyjnych dla potrzeb IoT. Przedmiot zawiera, dyskusję podstawowych i zaawansowanych metod przetwarzania i analizy obrazu. W ramach przedmiotu słuchacz zostanie zaznajomiony z metodami przetwarzania i analizy obrazów statycznych, zmiennych w czasie, wielospektralnych. Kolejny dział ma na celu przedstawienie architektur głębokiego uczenia oraz nauczenie sposobu trenowania oraz ewaluacji istniejących i własnych sieci neuronowych do rozpoznawania obrazów. Celem przedmiotu jest również pokazanie skuteczności wprowadzonych metod w rozwiązywaniu praktycznych problemów automatycznego rozpoznawania. W ramach przedmiotu przedstawione zostaną metodyki projektowania i ewaluacji wizyjnych systemów IoT.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	25.00 h
Wykład	20.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Celem projektu jest opracowanie kompletnego wizyjnego systemu IoT bazującego na metodach analizy obrazów rozwiązującego konkretne zadanie. System powinien zawierać moduły:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pozyskiwania danych obrazowych 2. przetwarzania obrazów 3. analiza obrazów <p>W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są cztery spotkania ewaluacyjne mające na celu wspólną ocenę osiągniętych kamieni milowych projektu.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza przedstawionego problemu i zaproponowanie rozwiązań, 2. Przygotowanie danych obrazowych i/lub budowa układu wizyjnego IoT, 3. Implementację systemu realizującego główne wymagania techniczne projektu, 4. Przeprowadzenie eksperymentu umożliwiającego testowanie opracowanego rozwiązania.
Wykład	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie w problematykę przedmiotu. Definicje podstawowych pojęć. Rozwój metod analizy i przetwarzania obrazu. • Przegląd metod przetwarzania obrazu metodami klasycznymi: poprawa jakości obrazu, segmentacja, wyodrębnianie cech charakterystycznych obrazu, filtracja obrazu transformacje Hougha. • Przegląd metod klasyfikacji i rozpoznawania obiektów: klasyfikator Baysa, k-NN, SVM. • Wprowadzenie do metod analizy ruchu: przepływ optyczny, metody śledzenia wielu obiektów, metody modelowania tła. • Kalibracja układu kamer. Podstawy przetwarzania obrazów trójwymiarowych • Wprowadzenie do sieci neuronowych. • Klasyfikacja obrazów, funkcje strat, optymalizacja. Trenowanie sieci neuronowych. Sprzęt oraz oprogramowanie. Konwolucyjne sieci neuronowe i przykładowe architektury. • Detekcja obiektów i analiza wideo. Rekurencyjne sieci neuronowe. • Modele generatywne.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie technologii obraz
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami zaliczeniowy z zakresu technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Część I	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski dla potrzeb technologii obrazu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-WPIUM
Nazwa przedmiotu	Współczesne przyrządy i układy mocy
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi nowoczesnych rozwiązań energoelektronicznych od strony zasady działania i specyfiki półprzewodnikowych przyrządów mocy oraz z praktycznymi aspektami i problemami aplikacyjnymi związanymi z tego typu przyrządami. Przedmiot ma umożliwić studentom Strona 273 z 297 świadomy dobór odpowiednich elementów do aplikacji energoelektronicznych z uwzględnieniem nowoczesnych trendów rozwojowych oraz rozwinąć w słuchaczach umiejętność świadomej pracy z nowoczesnymi układami energoelektronicznymi.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład:

Wykład podzielony jest na trzy części tematyczne. Każda z nich jest realizowana w trakcie kilku spotkań wykładowych:

1. Wstęp i zagadnienia podstawowe:

W tej części tematycznej omówione zostaną podstawowe techniki realizacji układów energoelektronicznych i problemy z nimi związane obejmujące m.in. sposób działania układów przełączających, wymagania stawiane idealnym łącznikom, działanie podstawowych elementów układów przełączających np. prostownika i mostka H przy różnego rodzaju obciążeniach: rezystancyjnym i indukcyjnym .

Pokazane zostaną wymagania dotyczące przyrządów pracujących w takich układach i sposoby realizacji elementów kluczujących za pomocą przyrządów półprzewodnikowych. Wskazane zostaną problemy związane z przekształcaniem dużej mocy za pomocą tego typu przyrządów (np. wpływ temperatury, materiału półprzewodnikowego, konstrukcji i technologii wykonania). Omówione zostaną zagadnienia związane z praktycznym wykorzystaniem przyrządów półprzewodnikowych w zakresie przetwarzania dużej mocy we współczesnej energoelektronice.

2. Właściwości współczesnych przyrządów półprzewodnikowych mocy i ich zastosowanie w energoelektronice

Druga część wykładowa poświęcona będzie omówieniu właściwości poszczególnych stosowanych współcześnie na szeroką skalę rodzajów przyrządów półprzewodnikowych.

Studenci zapoznani zostaną z fizyką działania poszczególnych przyrządów półprzewodnikowych, ze szczególnym uwzględnieniem właściwości materiałowych (Si, SiC, GaN), elementów konstrukcyjnych i technologicznych typowych dla przyrządów mocy. Omówiony zostanie wpływ tych elementów na właściwości użytkowe gotowych przyrządów wyrażone za pomocą m.in. teorio-obwodowego modelu zastępczego. Następnie wskazane zostaną typowe aplikacje układowe danego przyrządu mocy w energoelektronice wraz z praktycznymi problemami z nimi związanymi. Studenci zaznajomieni zostaną z wpływem fizyki działania przyrządu, właściwości konstrukcyjnych i technologicznych na pracę omawianych układów energoelektronicznych. Przedstawione zostaną również trendy rozwojowe dziedziny.

Przewiduje się omówienie następujących kategorii przyrządów półprzewodnikowych:

3. Diody mocy – w tym diody o różnych konstrukcjach: Schottkyego, diody złączowe, pin.
4. Tyrystory
5. Tranzystory MOS – w tym tranzystory o różnych konstrukcjach np. strukturze lateralnej i pionowej oraz energoelektroniczne moduły tranzystorowe
6. Tranzystory IGBT – w tym konstrukcje punch-through oraz non-punch-through
7. Tranzystory heterozłączowe (HEMT) – w tym tranzystory normalnie wyłączone i układ kaskodowy MOSFET-HEMT.

Część I

	<p>8. Niezawodność przyrządów mocy W tej części wykładowej zostaną omówione zagadnienia niezawodności przyrządów półprzewodnikowych - zjawiska fizyczne prowadzące do najczęściej spotykanych uszkodzeń, sposoby zabezpieczania przyrządów półprzewodnikowych przed niepożądanymi zjawiskami na poziomie technologiczno-produkcyjnym oraz na poziomie układowym.</p>
Laboratorium	<p>Laboratoria: Laboratoria będą realizowane jednocześnie z wykładem, będą miały charakter mieszany symulacyjno-pomiarowy i dotyczyć będą przyrządów i zagadnień aplikacyjnych omawianych na wykładzie. W pierwszej części laboratoriów studenci zapoznają się z właściwościami omawianych przyrządów mocy (diody, tranzystory) oraz podstawowymi problemami praktycznymi występującymi w zagadnieniach energoelektroniki. W późniejszej części studenci będą badać właściwości konkretnych przyrządów mocy w typowych zastosowaniach poprzez wykonanie pomiarów charakterystyk samych przyrządów oraz pomiarów podstawowych układów energoelektronicznych zbudowanych z wykorzystaniem tych przyrządów w różnych warunkach pracy typowych dla szeroko stosowanych układów energoelektronicznych.</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Rozumie fizykę działania półprzewodnikowych przyrządów mocy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Rozumie wpływ parametrów materiałowo- konstrukcyjnych na działanie przyrządu, parametry modelu zastępczego i działanie układu energoelektronicznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Rozumie problemy niezawodności przyrządów mocy i układów energoelektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi przeprowadzić pomiary Laboratorium Sprawozdanie właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować ich wyniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przeprowadzić symulacje właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować laboratoryjne ich wyniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posługiwać się zdobytą wiedzą w celu dobrania odpowiednich elementów do wybranych układów energoelektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ZEUS
Nazwa przedmiotu	Elektronika o zerowym poborze energii dla układów samozasilających IOT
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Wprowadzenie studentów w nowy obszar tak zwanej elektroniki „zero-power”. Koncepcja ta jest wynikiem znacznej redukcji poboru mocy przez zaawansowane technologie CMOS, umożliwiające ich zasilanie za pomocą energii zbieranej z otoczenia tzw. „energy harvesting”. Ma to szczególne znaczenie dla rozwoju systemów Internetu Rzeczy (IOT) gdyż sensory IOT występują w tak wielkiej liczbie (tryliony sztuk) iż zasilanie bateryjne staje się niepraktyczne.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład

Wykład: Wykład składał się będzie z dwóch części. W pierwszej omówimy problematykę pracy samo-zasilających się sieci węzłów IoT. Wskażemy na zmianę paradygmatu pracy sieci IoT w stosunku do innych urządzeń elektronicznych (tzw. zmiana z paradygmatu Watta na paradygmat Joule'a). Przeanalizujemy schemat pracy węzła IoT. Następnie przedstawimy nowoczesne rozwiązania, które najsukuteczniej przyczyniają się do zmniejszenia zapotrzebowania technologii CMOS na energię. Przeanalizujemy takie rozwiązania materiałowe jak: dielektryki HK (o wysokiej stałej dielektrycznej), naprężony krzem, krzemo-german, a także rozwiązania ingerujące w architekturę tranzystora (mowa o architekturach Bulk, FDSOI, FinFET, nano-druty), jak również rozwiązania układowe i systemowe (mowa tu o sleep-mode transistor, burst-mode, back-bias i forward-bias). Na zakończenie części pierwszej wykładu porównamy skuteczność przedstawionych rozwiązań i wybierzemy najlepszych kandydatów.

W drugiej części wykładu przeanalizujemy dostępne w otoczeniu źródła energii, które nadają się do zasilania sieci IoT. Przedstawimy zjawiska fizyczne i metody służące do pozyskiwania energii z tych źródeł. Przeanalizujemy ogniwa fotowoltaiczne służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii światła, zwracając uwagę na ich sprawność i metody jej poprawy, a także na ograniczenia fundamentalne. Następnie przedstawimy termo-generatory oparte na zjawisku Seebecka, służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii cieplnej, zwracając uwagę na ich optymalizację pod względem doboru materiału i architektury. Następną kategorią będą generatory wibracyjne, służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii mechanicznej (wibracje). W odniesieniu do ostatniego punktu, przeanalizujemy transducery piezoelektryczne, elektrostatyczne i elektromagnetyczne. W końcu pokażemy nowe niekonwencjonalne metody harvestingu które pojawiają się w literaturze.

Część I

Laboratorium	<p>Laboratoria: Przewidujemy trzy doświadczenia laboratoryjne. Każde z nich powinno być wykonane w dwóch sesjach po 2 godziny (tj. dwa laboratoria po 2 godziny przez dwa kolejne tygodnie).</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pierwsze doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej ze światła. Studenci otrzymają paski ogniw fotowoltaicznych. Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie prądu ogniwa w funkcji intensywności światła (przez zmianę kąta ekspozycji). Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii.2. Drugie doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej z energii cieplnej. Studenci otrzymają generatory Seebecka. Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie napięcia i prądu generatora w funkcji czasu i temperatury. Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii.3. Trzecie doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej z energii mechanicznej. Studenci otrzymają paski piezoelektryka i regulowane generatory wibracyjne (częstość i amplituda). Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie impulsów napięcia na wyjściu piezoelektryka umocowanego na wibratorze w funkcji częstości i amplitudy wibracji. Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii.
Projekt	<p>Projekt: Zaprojektowanie i wykonanie układu mającego istotne znaczenie w zastosowaniu do sieci samo-zasilających się i komunikujących sensorów IoT</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu nanoelektronika lub fotonika zintegrowana

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich: - integrować wiedzę obszaru - mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ZUKO
Nazwa przedmiotu	Zintegrowane układy do komunikacji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom podstaw na temat projektowania układów nadawczo-odbiorczych do komunikacji radiowej w realizacji scalonej (RFIC – ang. Radio-Frequency Integrated Circuit). Studenci zostaną zapoznani z zasadami działania i realizacją scalonych układów CMOS/BiCMOS i systemów elektronicznych charakteryzujących się specjalnymi wymaganiami, takimi jak mały pobór mocy, małe szумы, małe zniekształcenia nieliniowe, duża sprawność. Tego typu układy i systemy są stosowanych we współczesnych bezprzewodowych systemach komunikacyjnych, systemach przenośnych typu GPS, GSM, LTE, Bluetooth it
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wstęp: (1h): Zapoznanie się ze środowiskami i narzędziami CAD.• Część 1 (11h): Projekt i symulacja wzmacniacza niskoszumnego LNA, symulacja elektryczna (DC, SP, PSS, PAC, PSP), symulacja statystyczna oraz skrajnych rozrzutów procesu.• Część 2 (12h): Projekt topografii zaprojektowanego układu LNA, jego weryfikacja oraz ekstrakcja topografii z elementami pasożytniczymi. Ocena wyniku projektu po wykonaniu topografii masek produkcyjnych.• Część 3 (6h): Symulacja przykładowego mieszacza RF, symulacja elektryczna (DC, SP, PSS, PAC, PXF, QPSS, PSP, Pnoise, QPAC), symulacja statystyczna.
Wykład	<p>Treści przedstawiane na wykładzie będą obrazowane zadaniami do samodzielnego wykonania podczas laboratorium w praktycznej aranżacji stosowanej w przemyśle oraz praktyce inżynierskiej. Laboratorium będzie prowadzone przy wykorzystaniu profesjonalnego oprogramowania firm Cadence, Mentor Graphics i Keysight dostępne w laboratoriach Zakładu Metod Projektowania w Mikroelektronice IMiO. Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Bezprzewodowe systemy komunikacyjne: parametry i właściwości systemów RF. Parametry RF (macierz rozproszenia S), wzmocnienie, szумы, nieliniowość, wrażliwość. Przyrządy aktywne RF, modele, FT, fmax, ograniczenia pasmowe. Wybór technologii, CMOS/ BiCMOS, SiGe, FD-SOI. Elementy pasywne.2. Topografia elementów i układów analogowych RF: topografia scalonych rezystorów, kondensatorów i cewek. Topografia tranzystorów.3. Modelowanie scalonych elementów biernych i czynnych: modele rezystorów, kondensatorów i cewek planarnych. Modele małosygnałowe, wielkosygnałowe i szumowe tranzystorów.4. Pasmowe wzmacniacze małoszumne (LNA): zasady realizacji i architektury. Parametry, szумы, zakres dynamiczny, zniekształcenia nieliniowe.5. Mieszacze: zasady działania i realizacji. Mieszacze pasywne i aktywne. Szумы 1/f tranzystorów, szумы wzmacniacza pośredniej częstotliwości, zniekształcenia intermodulacyjne i zakres dynamiczny.6. Wzmacniacze mocy RF: sprawność, liniowość, odporność na przeciążenia. Zasady realizacji wzmacniaczy w różnych architekturach. Zakres dynamiczny i zasady linearyzacji.7. Oscylatory: wymagania, częstotliwość i przestrajanie, liniowość przestrajania, szумы fazowe, zniekształcenia harmoniczne, zrównoważenie I/Q. Oscylatory RC, zasady działania i różne architektury. Oscylatory LC, zasady działania. Właściwości.8. Syntezy częstotliwości: zasada działania. Architektura układu z pętlą fazową. Wymagania, zakres przestrajania, minimalny krok przestrajania, sygnały pasożytnicze, szумы fazy. Bloki PLL, VCO/DCO, dzielnik częstotliwości, detektor częstotliwości, pasywne i aktywne filtry w PLL. Programowalne dzielniki częstotliwości.

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projektowania złożonych układów scalonych i komunikacją mikrofalową
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania złożonych układów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i złożonych układów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu analizy i projektowania złożonych systemów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-NAN
Nazwa przedmiotu	Nanotechnologie
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Materiały i nanotechnologie)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zaprezentowanie stanu obecnego i perspektyw rozwoju nanotechnologii oraz związanych z tym problemów i ograniczeń, szczególnie w kontekście realizacji struktur przetwarzających informację. Dyskutowane będą uwarunkowania fizyczne i technologiczne procesów umożliwiających wytwarzanie i obróbkę materiałów, struktur, przyrządów i układów w skali nanometrowej, tj. specyfika środowisk "clean-room", próżni oraz plazmy. Omówione zostaną również klasyczne (wraz z modyfikacjami) i alternatywne metody wytwarzania nanostruktur niskowymiarowych. W ramach projektu studenci będą pogłębiać swoją wiedzę przygotowując krótkie prezentacje dotyczące szeroko pojmowanych nanotechnologii.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt

Zakres projektu

W trakcie zajęć projektowych studenci przygotowywać będą krótkie (~15 min.) referaty na zadane bądź samodzielnie zaproponowane, leżące w obszarze ich zainteresowań tematy, dotyczące szeroko rozumianych nanotechnologii, nanoinżynierii nanomateriałów i nanostruktur.

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie (1h) • Definicje nanotechnologii oraz wybranych dziedzin przez nie realizowanych (nanoelektroniki, elektroniki molekularnej, spintroniki i nanobiotechnologii). Dwie filozofie realizacji nanostruktur: "top-down" i "bottom-up". • Stan obecny oraz perspektywy rozwoju nanotechnologii (1h) • Rys historyczny, przykłady już istniejących i przewidywanych zastosowań; główne trendy rozwojowe. Uwarunkowania ekonomiczno-społeczne. • Problemy i ograniczenia związane z redukcją rozmiarów struktur elektronicznych a przetwarzanie informacji (2h) • Ograniczenia klasyczne (technologiczno-konstrukcyjne) oraz fundamentalne (ziarnistość materii, termodynamika, efekty mezoskopowe i kwantowe, fundamentalne oddziaływania w przyrodzie). • Środowisko clean-room i środowisko próżni w technologiach elektronicznych i nanotechnologiach (5h) • Definicje, parametry i wielkości podstawowe. Elementy kinetycznej teorii gazów. Sposoby wytwarzania próżni i próżniomierze - klasyfikacja urządzeń, zasada działania oraz podstawowe parametry. • Środowisko plazmy w technologiach wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i kształtowaniu nanoobszarów (5h) • Stany skupienia materii. Plazma - definicje, parametry, charakterystyczne zjawiska. Korzyści wynikające z zastosowań plazmy w nanotechnologiach. Wybrane procesy nano-technologiczne realizowane w środowisku plazmy (synteza i trawienie materiałów, płytka implantacja) i ich specyfika. • Technologie wytwarzania ultracienkich warstw (nanostruktury 1-wymiarowe) (5h) • Epitaksja - definicja, odmiany, specyfika. Wybrane zagadnienia związane ze wzrostem epitaksjalnym. Technologie fizycznego (PVD) a chemicznego (CVD) osadzania z fazy lotnej na przykładzie technik epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) i chemicznego osadzania z fazy lotnej przy użyciu związków metalo-organicznych MO CVD (oraz organo-metalicznych (OM CVD)), definicje, cechy charakterystyczne, specyfika, wybrane zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne, kontrolowanie i przebieg procesów, wybrane modyfikacje. Wady i zalety technik MBE i MO (oraz OM) CVD - porównanie. • Sposoby odwzorowywania kształtów w skali nanometrowej (nanostruktury 2 i 3-wymiarowe) (5h) • Idea, możliwości i ograniczenia. Problemy związane z redukcją rozmiarów przy użyciu układów projekcyjnych? maksymalna rozdzielczość, zjawisko dyfrakcji, kryteria Rayleigha i Abbego. Techniki litograficzne - fotolitografia klasyczna i jej modyfikacje: litografia z korekcją efektów bliskości (OPC), litografia z przesunięciem fazowym (PSM), litografia z wielokrotnym odwzorowaniem (MPL), litografia immersyjna. Fotolitografia w dalekim ultrafiolecie (EUV). Litografia elektronowa. •
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu materiałów i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i Wykład/projekt Kolokwiumnajistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-TSP
Nazwa przedmiotu	Techniki spektroskopowe
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Charakteryzacja i diagnostyka)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest poznanie najważniejszych metod badania i charakteryzacji materiałów i struktury elektronicznych i fonicznych, opartych na oddziaływaniu różnego typu promieniowania z materią.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Zakres laboratorium: W ramach ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się praktycznie ze sposobami przygotowania próbek, wykonaniem pomiaru oraz analizą wyników pomiarowych dla wybranych metod badań spektroskopowych: <ol style="list-style-type: none">1. Spektroskopia THz w dziedzinie czasu (TDS)2. Elipsometria3. Spektroskopia absorpcyjna/emisyjna UV-VIS-NIR.4. Spektroskopia FTIR i Ramana
--------------	--

Treść wykładu:

1. Promieniowanie elektromagnetyczne. Oscylatorowy model materii. Oddziaływanie promieniowania EM z materią, absorpcja, emisja spontaniczna i wymuszona, szerokość linii widmowej. Emisja i absorpcja oscylującego dipola, moment przejścia, reguły wyboru, siła oscylatora. Przejścia oscylacyjno – rotacyjne.
2. Definicja i rodzaje spektroskopii, widmo spektroskopowe. Spektroskopia w zakresie ultrafioletu, widzialnym i podczerwieni. Jednostki energetyczne i fotometryczne. Źródła światła i podstawy działania laserów. Lasery do zastosowań spektroskopowych.
3. Oprzyrządowanie, metody dyspersji światła - monochromatory i detektory, spektrometry i fluorometry, technika heterodynowa. Aparatura do rejestracji widm absorpcyjnych w podczerwieni, spektrometry podczerwieni, spektrometry z transformacją Fouriera. Podstawowe informacje o pracy z wysoką próżnią i niskimi temperaturami.
4. Spektroskopia transmisyjna/absorpcyjna, emisyjna i odbiciowa. Układy optyczne i aparatura i ich charakterystyka. Widma emisji i wzbudzenia.
5. Techniki impulsowe, zasada, rozdzielczość czasowa. Metody pikosekundowej i femtosekundowej spektroskopii rozdzielczej w czasie. Zliczanie fotonów z korelacją czasową (TCSPC), aparatura i przykłady zastosowań, widma rozdzielcze w czasie. Pomiar czasu życia stanów wzbudzonych - detekcja fazy i modulacji; porównanie z metodą TCSPC.
6. Spektroskopia nieliniowa, spektroskopia dwufotonowa i nasyceniowa, konwersja wzbudzenia, efekty kooperatywne. Spektroskopia mieszania czterech fal (4WM). Techniki typu wiązka pompująca-wiązka sondująca. (pump-probe), absorpcja przejściowa, femtosekundowy optyczny efekt Kerra.
7. Spektroskopia laserowa wysokiej rozdzielczości, technika zawężania linii widmowej (FLN) i wypalania dziur (hole burning).
8. Zastosowanie spektroskopii optycznej do charakteryzacji ośrodków laserów na ciele stałym i materiałów półprzewodnikowych. Zastosowanie spektroskopii w podczerwieni do charakteryzacji i określenia struktury molekuł.
9. Metoda osłabionego całkowitego wewnętrznego odbicia ATR (Attenuated Total Reflection) Reflekcyjno-absorpcyjna spektroskopia w podczerwieni RAIRS (IRRAS) Reflection-Absorption InfraRed Spectroscopy
10. Nieelastyczne rozpraszanie światła: podstawy fizyczne zjawiska nieelastycznego rozpraszania światła; spektroskopia Ramana jako narzędzie badań strukturalnych i metoda analizy chemicznej w nanoskali. Spektroskopia ramanowska w badaniach powierzchni, powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana (SERS)
11. Spektroskopia promieni X: techniki eksperymentalne, promieniowanie synchrotronowe i jego właściwości; lasery na swobodnych elektronach.
12. Struktura subtelna widm absorpcji jako źródło informacji o lokalnej strukturze atomowej i elektronowej materiałów (XANES, EXAFS), zastosowania w fizyce, chemii i inżynierii materiałowej.

Część I

	<p>13. Fluorescencja rentgenowska i jej zastosowania do analizy chemicznej.</p> <p>14. Spektrometria magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR): podstawy teoretyczne, aparatura; wykorzystanie widm NMR do ustalania budowy cząsteczek od małych cząsteczek do makromolekuł; spektrometria NMR w medycynie i innych dziedzinach wiedzy.</p> <p>15. Spektrometria paramagnetycznego rezonansu elektronowego (EPR): podstawy teoretyczne, aparatura; wykorzystanie widm EPR</p> <p>16. Spektrometria mas: podstawowe pojęcia spektrometrii mas; budowa spektrometru mas; wybrane metody analizy jonów i metody jonizacji; podstawy interpretacji widm masowych.</p> <p>17. Sensoryka luminescencyjna bezkontaktowy pomiar temperatury, ciśnienia, składu substancji z wykorzystaniem jonów ziem rzadkich</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z charakteryzacją i diagnostyką materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z obszarów mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanej specjalności, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-WLS
Nazwa przedmiotu	Wzmacniacze i lasery światłowodowe
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Głównym celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z aktualnym stanem wiedzy na temat aktywnych układów światłowodowych, zarówno od strony teoretycznej, jak i z punktu widzenia zastosowań w układach telekomunikacji i optoelektroniki zintegrowanej. Wykład zaznajamia studentów z nowoczesnym formalizmem opisu zjawisk oddziaływania fal elektromagnetycznych z ośrodkami liniowymi, nieliniowymi i wzmacniającymi, opartym na półklasycznej teorii promieniowania, rachunku operatorowym oraz metodami rozwiązywania nieliniowych równań Schrödingera. Omawiane zagadnienia stanowią rozszerzenie wiadomości z wybranych działów fizyki, szczególnie teorii pola elektromagnetycznego i optyki kwantowej. Materiał wykładu obejmuje analizę parametrów spektroskopowych ośrodków aktywnych, teorię propagacji promieniowania w światłowodowych strukturach aktywnych oraz zaawansowany teoretyczny opis parametrów wzmocnienia i generacji dla pracy impulsowej i CW, z odniesieniami do konkretnych zastosowań. Wykład bazuje na najnowszych doniesieniach z literatury światowej, jak również na wynikach prac własnych autorów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Indywidualny projekt obejmujący modelowanie podstawowych parametrów propagacyjnych, wzmacnieniowych i generacyjnych wybranych światłowodowych elementów czynnych i układów generacyjnych.
---------	--

Wykład	<p>Przedmiot składa się z części wykładowej, projektowej oraz laboratorium. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z każdej ww. części.</p> <p>Opis wykładu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp Zastosowanie światłowodów do transmisji sygnałów optycznych, uwarunkowania technologiczne i konstrukcyjne. Zastosowania aktywnych struktur światłowodowych - wzmacniacze i lasery. Przypomnienie zjawisk prowadzących do generacji promieniowania w strukturach aktywnych. Równania Maxwella. Przejście do równania falowego.2. Podstawy propagacji światła w światłowodach Opis propagacji światła w światłowodach włóknowych i planarnych o różnych profilach współczynnika załamania. Mody prowadzone, mody wypromieniowania, mody upływowe. Równanie dyspersyjne i metody jego rozwiązywania.3. Dielektryczne ośrodki czynne domieszkowane jonami ziem rzadkich Przejścia optyczne w jonach aktywatora w matrycy dielektrycznej. Podstawy spektroskopii optycznej lantanowców w szklach i kryształach. Zjawiska związane z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z jonami aktywnymi - procesy absorpcji, emisji spontanicznej i wymuszonej, bezpromienistego wygaszania fluorescencji, konwersji wzbudzenia.4. Pompowanie optyczne Zagadnienie pobudzania optycznego wzmacniaczy i laserów światłowodowych. Teoria sprzęgania układów włóknowych i planarnych ze źródłami pompującymi. Światłowody wielopłaszczyznowe, pompowanie płaszczyznowe. Realizacje źródeł pompujących.5. Teoria pracy wzmacniaczy włóknowych i planarnych Określenie wzmocnienia małosygnałowego w układach trzy- i cztero-poziomowych na podstawie równań bilansu. Zależność wzmocnienia od mocy pompującej oraz geometrii pompowania. Uwzględnienie efektu nasycenia wzmocnienia. Tłumiennosc oraz starty związane z procesami wielojonowymi i wielofotonowymi.6. Wzmacniacze światłowodowe Światłowodowe wzmacniacze telekomunikacyjne na pasmo 1.3 i 1.55 μm (pasma S, C, L). Materiały, technologia i właściwości optyczne. Pompy optyczne do wzmacniaczy telekomunikacyjnych. Charakterystyki wzmocnienia. Zagadnienie wzmocnionej emisji spontanicznej (ASE). Metody pomiarowe parametrów wzmacniaczy optycznych.7. Teoria generacji we włóknach optycznych i strukturach planarnych Trzy- i cztero-poziomowe układy pracy, warunki progowe i ponad progowe generacji, oddziaływanie modu pompującego i laserowego. Wpływ rezonatora na parametry generowanego promieniowania. Analiza mocy wyjściowej przy pomocy całki mocy.
--------	---

Część I

	<p>8. Lasery światłowodowe Lasery włóknowe wielkiej mocy - generacja promieniowania w laserze Yb3+. Lasery włóknowe na zakres widzialny, w tym lasery z konwersją wzbudzenia. Lasery włóknowe na zakres UV. Zastosowania.</p> <p>9. Rezonatory w laserach światłowodowych Podstawy teorii rezonatorów siatkowych. Dielektryczne lasery planarne oraz włóknowe z rozłożonym sprzężeniem zwrotnym (DFB) i z rozłożonym zwierciadłem braggowskim (DBR). Kształtowanie charakterystyk wzmacniacza przy pomocy struktur siatkowych. Siatki braggowskie jako filtry częstotliwościowe.</p> <p>10. Generacja krótkich impulsów Generacja krótkich impulsów optycznych w laserach światłowodowych. Przełączanie dobroci rezonatora i synchronizacja modów. Kompresja impulsów. Lasery w konfiguracji MOPA (master oscillator power amplifier).</p> <p>11. Mikrolasery Indukowany termicznie efekt światłowodowy w ośrodkach dielektrycznych. Mikrolasery. Zasada działania, materiały i konstrukcje. Praca jednomodowa i sposoby modulacji promieniowania mikrolaserów.</p>
Laboratorium	<p>Laboratorium: (zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)</p> <ol style="list-style-type: none"> Ośrodki aktywne do laserów włóknowych cz. 1 Ośrodki aktywne do laserów włóknowych cz. 2 Badanie parametrów światłowodowych wzmacniaczy optycznych Badanie parametrów laserów światłowodowych

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu techniki laserowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu techniki laserowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe z zakresu analizy i modelowania laserów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu analizy, modelowania, charakteryzacji i projektowania laserów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu analizy, modelowania, charakteryzacji i projektowania laserów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-ZOUL
Nazwa przedmiotu	Zintegrowane optoelektroniczne układy logiczne
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Fotonika i nanoelektronika)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi układami optyki zintegrowanej i ich wykorzystaniem w procesie przetwarzania informacji. Przewaga systemów fotonicznych nad elektronicznymi wynika z wyższej częstotliwości promieniowania optycznego, możliwości równoległego przetwarzania sygnału oraz wykorzystania kwantowej natury fotonów. Efekty kształcenia obejmują znajomość podstaw fizycznych oraz sposobów realizacji optycznych elementów logicznych i pamięciowych w postaci objętościowej i planarnej. Ponadto znajomość takich zagadnień jak: przełączanie i modulacja z wykorzystaniem optycznych efektów nieliniowych, mikro-rezonatory optyczne, bistabilność optyczna oraz połączenia optyczne. Wynikiem zaliczenia przedmiotu będzie też opanowanie tematyki analogowego i cyfrowego przetwarzania sygnału optycznego i znajomość architektury procesora optycznego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp, foton i elektron jako nośniki informacji, fala świetlna, komunikacja światłowodowa, optyczne przetwarzanie informacji. Teoria falowa propagacji promieniowania w planarnych i paskowych falowodach dielektrycznych i półprzewodnikowych. Równanie charakterystyczne światłowodu planarnego. Klasyfikacja modów światłowodu planarnego. (4h)2. Fale niejednorodne. Teoria modów sprzężonych, równania modów sprzężonych, droga sprzężenia i transfer mocy. Tunelowanie optyczne. (2h)3. Sprzęgacze siatkowe, klasyfikacja siatek, warunków dopasowania fazowego sprzężenia współliniowe, sprzężenie pomiędzy modami TE -TE i z konwersją modów. (2h)4. Mikrorezonatory optyczne, zwierciadlane (F-P), fotoniczne (PBG) oraz wykorzystujące całkowite wewnętrzne odbicie. Mody typu WGM w rezonatorach dyskowych i pierścieniowych. (2h)5. Przełączanie i modulacja optyczna. Optyka nieliniowa, efekt elektrooptyczny, akustooptyczny, absorpcja dwufotonowa, wymuszone rozpraszanie Ramana, mieszanie 4 fal, optyka fotorefrakcyjna, efekt Franza-Kiełdysza (elektroabsorpcja), kwantowy efekt Starka w studniach kwantowych QCSE. Planarne modulatory optyczne wykorzystujące wzmacniacze półprzewodnikowe (SOA) i układy interferometryczne. (4h)6. Połączenia optyczne, zależne i niezależne. Elementy zmieniające kierunek propagacji modów falowodowych- planarne pryzmaty, soczewki geodezyjne, soczewki fresnelowskie, soczewki siatkowe, siatki ogniskujące, zwierciadła, siatki odbiciowe, polaryzatory planarne. Modulatory przestrzenne (SLM), komputerowo generowane hologramy i siatki fazowe. (2h)7. Bistabilność optyczna, absorpcyjna, dyspersyjna i polaryzacyjna. Modulatory i przełączniki bistabilne, fotoniczne i hybrydowe. Elementy SEED (self elektro-optic effect device) (2h)8. Materiały i technologie wytwarzania zintegrowanych układów fotonicznych (Photonic Integrated Circuits PIC). Przykłady realizacji na bazie niobianu litu LiNbO3 i materiałów półprzewodnikowych (2h)9. Optyczna transformata Fouriera, funkcje splotu i korelacji. Koherentne przetwarzanie sygnałów optycznych, filtracja optyczna, optyczne rozpoznawanie obrazów, procesor optyczny w konfiguracji "4f". (2h)10. Analogowe i cyfrowe optyczne przetwarzanie informacji. Przykłady elementów optycznych realizujących funkcje logiczne, bistabilne, sprzężeniowe, elementy holograficzne. Systemy optyczne wykonujące operacje na macierzach. Procesory algebry liniowej, rozwiązywanie parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych metodami optycznymi. (4h)11. Przykłady pamięci optycznych - pamięci optoelektroniczne i pamięci holograficzne. Elementy i architektura komputera optycznego, procesory optyczne. (4h)
--------	--

Część I

Projekt	Zakres projektu Ćwiczenia projektowe umożliwią studentom rozszerzenie wiadomości z obszaru optycznych układów logicznych. Zajęcia obejmą wykonanie analizy numerycznej oraz symulacji działania wybranych optycznych elementów logicznych, rezonatorów z kryształem fotonicznym i rezonatorów pierścieniowych, nieliniowych modulatorów, przełączników bistabilnych, a także interferometru Macha-Zehndera z elementem nieliniowym. Ponadto, w ramach ćwiczeń projektowych studenci będą dokonywać numerycznych symulacji procesów optycznych; sumowania, rzutowania, iloczynu skalarnego i wektorowego, mnożenia macierzy, całkowania, filtracji, splotu i korelacji.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, obejmującą metody numeryczne niezbędne do modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów elektronicznych i fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z analizą i projektowaniem oraz charakteryzacją struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych oraz układów fotoniki zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

Część I

Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przeprowadzać eksperymenty symulacyjne dla charakteryzacji elementów elektronicznych i fonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-MMC
Nazwa przedmiotu	Metody Monte Carlo
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane ogólne)--dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami symulacyjnymi znanymi powszechnie jako metody Monte Carlo. Stanowią one obecnie coraz powszechniej stosowane narzędzie do rozwiązywania bardzo złożonych problemów spotykanych w nauce i technice. Kolejnym - praktycznym celem - jest przygotowanie studentów do samodzielnego wykonywania obliczeń symulacyjnych metodami MC - przy użyciu dostępnych narzędzi programistycznych - oraz poprawnego szacowania niepewności uzyskiwanych wyników.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Badanie efektywności generatorów liczb pseudolosowych w wybranych językach programowania • Generacja liczb losowych o wybranych rozkładach nierównomiernych. Całkowanie metodami Monte Carlo, metody ograniczenia niepewności wyników • Całkowanie metodami Monte Carlo wykorzystującymi łańcuchy Markowa. Szacowanie uzysku produkcyjnego za pomocą modelowania propagacji rozkładów prawdopodobieństwa. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodą błędzenia przypadkowego. Zastosowanie perkolacji do modelowania rozprzestrzeniania się epidemii. Szacowanie wartości instrumentów pochodnych w finansach oraz ryzyka inwestycji.
Wykład	<p>Bloki wykładowe dwugodzinne; bloki laboratoryjne dwugodzinne. Zajęcia laboratoryjne realizowane w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu na podstawie liczby punktów uzyskanej podczas dwóch kolokwium wykładowych oraz na zajęciach laboratoryjnych. Opis wykładu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przypomnienie podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Elementy testowania hipotez statystycznych. Generowanie liczb losowych. Przegląd typów generatorów liczb losowych: generatory prawdziwie losowe, pseudolosowe oraz Quasi losowe. Ich podstawowe wady i zalety. Pakiety testów statystycznych. Testy aplikacyjne. MCMC (Markov Chain Monte Carlo). Pojęcie łańcucha Markowa. Model błędzenia przypadkowego. Algorytmy Metropolisa-Hastingsa i Gibbsa – efektywne próbkowanie z rozkładów wielowymiarowych. Całkowanie metodą podstawową MC. Metody redukcji wariancji. Pojęcie niepewności wyników symulacji MC. Rozwiązywanie równań transportu dla gazu klasycznego i dla gazu elektronowego z uwzględnieniem zjawisk rozpraszania. Typy aplikacji do symulacji MC. Dobre praktyki podczas tworzenia własnego oprogramowania • Model perkolacji i jego zastosowania. Model propagacji niepewności : ISO/IEC GUIDE 98-3:2008. Propagacja rozkładów zmiennych losowych – szacowanie rozrzutów parametrów układów elektronicznych, uzysku produkcyjnego. • Zastosowania metod MC w optymalizacji. Symulacja działania Systemów Masowej Obsługi dla nietypowych rozkładów zmiennych losowych. • Algorytm „Monte Carlo tree search” i jego zastosowania. Szacowanie ryzyka metodami MC na przykładzie szacowanie wartości instrumentów pochodnych i ryzyka inwestycyjnego. Krytyczna analiza wyników otrzymywanych metodami MC na przykładzie wybranych współczesnych publikacji naukowych . • Dwa kolokwia wykładowe.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat Wykład, Kolokwium, algorytmów generacji liczb pseudolosowych oraz quasi losowych o dowolnych rozkładach ciągłych i dyskretnych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC wykorzystywanych przy modelowaniu transportu gazów (w tym gazu elektronowego w ciele stałym) w aspekcie ich zastosowań w elektronice.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC stosowanych w obszarach optymalizacji, propagacji niepewności (zastosowania w metrologii i przy szacowaniu ryzyk).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Posiada umiejętność wyznaczania wartości całek wielowymiarowych wykorzystując laboratoryjne laboratoryjnych algorytm MC. Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów redukcji niepewności wyników i potrafi je praktycznie zastosować
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wskazać ograniczenia stosowalności metod MC oraz krytycznie analizować uzyskane wyniki symulacyjne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Posiada umiejętność poprawnego szacowania wartości niepewności obliczeń symulacyjnych (standardową i/lub złożoną)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Posiada umiejętność praktycznego wykorzystania typowych modeli symulacyjnych tj. model Isinga, model perkolacji, model błędzenia przypadkowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować model propagacji rozkładów zmiennych losowych do szacowania rozrzutów wybranych parametrów układów elektronicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-CHAR
Nazwa przedmiotu	Charakteryzacja materiałów dla elektroniki i fotoniki
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z najczęściej używanymi współczesnymi technikami charakteryzacji materiałów oraz mikro- i nanostruktur. Przedstawione zostaną metody mikroskopowe, skanujące, dyfrakcyjne, spektroskopowe oraz profilowe, ich wady i zalety, zakresy zastosowań oraz zasady działania urządzeń. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci wykorzystają w praktyce wiedzę zdobytą w trakcie wykładu, poprzez działania na specjalistycznym sprzęcie do charakteryzacji materiałów oraz mikro- i nanostruktur.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

1. Wprowadzenie. Ogólna klasyfikacja metod charakteryzacji materiałów i struktur. Obrazowanie a techniki analityczne. Rodzaje informacji uzyskiwanych dzięki charakteryzacji (morfologia, struktura elektronowa i krystaliczna, skład chemiczny materiału). Podstawy fizyki zjawisk rozpraszania. Promieniowanie rentgenowskie i jego oddziaływanie z materią. Elektrony, neutrony i jony oraz ich oddziaływanie z materią. Rozpraszanie sprężyste i dyfrakcja.
2. Techniki mikroskopowe Obrazowanie. Powiększanie obrazu, głębokość ostrości, rozdzielczość, ograniczenie dyfrakcyjne. Dualizm korpuskularno-falowy. Aberracje układów optycznych i sposoby ich redukcji. Fizjologia widzenia. Mikroskopia świetlna i kontrasty. Wybrane współczesne techniki mikroskopowe, jak np.: mikroskopia fluorescencyjna, konfokalna, TIRF, dekonwolucyjna, 2-fotonowa, STED, PALM, fPALM, StORM. Mikroskopia elektronowa - aspekty optyki elektronowej, generowanie wiązki elektronów, oddziaływanie elektron-próbka. Preparatyka próbek. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) - obrazowanie za pośrednictwem elektronów wtórnych i wstecznie rozproszonych, wykorzystanie kontrastu napięciowego, kontrast magnetyczny. Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) - dyfrakcja elektronów, kontrasty obrazów TEM (rozproszeniowy, dyfrakcyjny, od różnej głębokości preparatu i od defektów strukturalnych, fazowy oraz kontur ekstynkcyjny). Skaningowa transmisyjna mikroskopia elektronowa (STEM). Elektronowa mikroskopia kriogeniczna (cryoEM). Inne mikroskopy, np. jonowa.
3. Techniki mikroskopii bliskich oddziaływań wykorzystujące sondę skanującą Skaningowa mikroskopia tunelowa (STM). Budowa i idea działania mikroskopu z sondą skanującą. Tryby pracy mikroskopu STM. Oddziaływanie ostrze-próbka. Mikroskopia sił atomowych (AFM) – budowa mikroskopu, zasada działania, tryby pracy (kontaktowy, bezkontaktowy, przerywanego kontaktu), modyfikacje. Inne metody wykorzystujące sondę skanującą.
4. Techniki dyfrakcyjne Techniki dyfrakcyjne objętościowe: dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego i dyfrakcja neutronów. Wymagania, obszary zastosowań. Dyfraktometria proszkowa. Badania przy małych kątach rozproszenia. Techniki dyfrakcyjne powierzchniowe – wykorzystanie elektronów odbitych (odbiciowa spektrometria wysokoenergetycznych elektronów (RHEED) i spektrometria niskoenergetycznych elektronów (LEED)).

	<p>5. Techniki spektroskopowe Pomiary spektroskopowe – omówienie wybranych technik. Na przykład: Spektroskopia fotonowa – pomiary optyczne (pomiar współczynnika odbicia i absorpcji/transmisji), fotoluminescencja, spektroskopia oscylacyjna Ramana i w podczerwieni, spektroskopia promieniowania rentgenowskiego (odmiany i modyfikacje). Spektroskopia zakresu fal radiowych – spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI). Spektroskopia elektronowa – emisja promieniowania rentgenowskiego w SEM i TEM (metody wykorzystujące pomiar energii lub długości fali promieniowania), katodoluminescencja w SEM i STEM, spektroskopia strat energii elektronów.</p> <p>6. Analiza powierzchni i profilowanie głębokościowe Spektroskopia elektronowa powierzchni na przykład: metody rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS) i spektroskopii elektronów Augera (AES). Spektroskopie masowe na przykład spektroskopia mas jonów wtórnych (SIMS) oraz spektroskopia masowa wtórnych cząstek neutralnych (SNMS); badanie powierzchni i profili głębokościowych. Rozpylanie jonowe na przykład metody spektroskopii rozpraszania wstecznego Rutherforda (RBS) oraz spektroskopii promieniowania rentgenowskiego powstającego pod wpływem bombardowania protonami (PIXE). Reflektometria neutronowa i rentgenowska.</p> <p>7. Wybrane techniki badania właściwości kształtowanych przez mikro- i nanostrukturę materiału: Techniki analizy właściwości mechanicznych (wytrzymałość, ciągliwość, odporność na pękanie, twardość i energia odkształcenia sprężystego), elektrycznych (np. przewodność, przenikalność), magnetycznych (np. podatność magnetyczna) i termicznych (np. temperatura, przewodność cieplna, entalpia).</p> <p>8. Dwa kolokwia wykładowe Laboratorium: Program zajęć laboratoryjnych obejmuje 5 trzygodzinnych ćwiczeń na przykład: rezonansowe pomiary i analiza parametrów elektrofizycznych (jak przewodność) ultracienkich (do 10 nm grubości) warstw metalicznych w celu zademonstrowania zmiany charakteru badanego układu z objętościowego na mezoskopowy, badanie powierzchni (np. topografii, struktury, składu pierwiastkowego) ciała stałego oraz mikro- i nanostruktur przy użyciu: mikroskopii sił atomowych (AFM), skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i mikroskopii konfokalnej oraz analiza składu chemicznego ich powierzchni oraz objętości techniką spektroskopii mas jonów wtórnych (SIMS). Wizyty w laboratoriach z dostępem do najnowszych technik charakteryzacji (na przykład CEZAMAT).</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02

Część I	
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z - charakteryzacją i diagnostyką materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary, modelowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z trzech następujących obszarów: mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-FUS
Nazwa przedmiotu	Fotoniczne układy scalone
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest wprowadzanie studentów w zagadnienia współczesnej fotoniki scalonej, zapewnienie wiedzy na temat podstaw fizycznych działania, konstrukcji podstawowych i zaawansowanych bloków funkcjonalnych oraz głównych platform technologicznych. Studenci zostaną gruntownie wprowadzeni w zagadnienia projektowania, wytwarzania, charakteryzacji i implementacji układów fotoniki scalonej. Ambicją autorów przedmiotu jest przede wszystkim przygotowanie studentów do podejmowania ról projektantów i użytkowników układów fotoniki zintegrowanej, ale również przedstawienie trendów rynkowych i perspektyw biznesowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Laboratorium: Laboratorium obejmuje zaprojektowanie i przeprowadzenie symulacji trzech projektów elementów/ układów fotoniki scalonej. <ol style="list-style-type: none">1. Projekt i symulacja struktur falowodów planarnych i sprzęgaczy falowodowych2. Projekt topografii fotonicznego układu scalonego do aplikacji w systemach komunikacji optycznej lub sieci czujnikowych3. Projekt i symulacja systemu komunikacji światłowodowej ze zintegrowanymi nadajnikami i odbiornikami WDM
--------------	--

Wykład:**1. Wstęp do fotoniki scalonej**

Część wstępna wykładu posłuży do przedstawienia istniejącego stanu wiedzy nt. technologii fotoniki scalonej. Najważniejsze poruszane tematy będą dotyczyły samej koncepcji integracji w fotonice, technologii wytwarzania (krzemowej, fosforu indu, azotku krzemu i innych), metodom i narzędziom modelowania i projektowania układów scalonych, technikom charakteryzacji, potencjalnym dziedzinom zastosowania z konkretnymi przykładami układów PIC, technologiom montowania układów w hermetyczne obudowy z wyprowadzeniami elektrycznymi i światłowodowymi (packaging).

2. Podstawy propagacji światła w falowodach planarnych/prostokątnych

W ramach tej części wykładu zostaną omówione podstawowe warunki propagacji sygnałów optycznych w falowodach (półprzewodnikowych) wytworzonych w technologii planarnej. Analiza teoretyczna będzie bazowała na równaniach Maxwella, równaniu falowym oraz równaniu dyspersyjnym. Omówione zostaną podstawowe struktury falowodów – odcinki proste, zakręty oraz przewężenia. Przedstawione zostaną podstawowe metody (EIM, BPM, FDTD) używane do wyznaczania rozkładu pola elektromagnetycznego oraz analizy propagacji sygnałów optycznych.

3. Podstawowe elementy pasywne – struktury MMI, (de)multipleksery AWG, sprzęgacze kierunkowe, struktury periodyczne

Ta część wykładu poświęcona jest podstawowym właściwościom struktur pasywnych, z uwzględnieniem zasady działania, metod i narzędzi projektowania, ich wykorzystania w obwodach scalonych. Zostaną omówione takie elementy jak sprzęgacze i zwierciadła MMI, (de)multipleksery AWG, sprzęgacze kierunkowe, struktury periodyczne. Dodatkowo, zostaną przedstawione problemy związane z technologią wytwarzania danych struktur (np. dla zwierciadeł Bragga).

4. Wzmacniacze optyczne

Na wykładzie zostaną przedstawione fundamentalne właściwości fizyki półprzewodników (kryształów i złącz p-n), z uwzględnieniem teorii struktury pasmowej, procesów elektro-optycznych (absorpcja i emisja światła), technologii wytwarzania. Właściwości wzmacniacza SOA (semiconductor optical amplifier) zostaną omówione w sposób szczegółowy. W szczególności zostaną przedstawione np. równania bilansu, wzmocnienie małosygnałowe, procesy wpływające na krzywą wzmocnienia, techniki pomiaru wzmocnienia, podstawowe metody numeryczne służące do modelowania wzmacniaczy półprzewodnikowych.

	<p>5. Struktury laserów W tej części wykładu zostanie przedstawiona zasada działania i projekty struktur laserowych stosowanych typowo w układach optoelektroniki zintegrowanej. Omówione będą lasery wykorzystujące rezonatory Fabry-Perot, rezonatory ze zwierciadłami Bragga (DBR), rezonatory z rozłożonym sprzężeniem zwrotnym (DFB), lasery z filtrowanym sprzężeniem zwrotnym, lasery wielokanałowe, lasery pierścieniowe, lasery z synchronizacją modów.</p> <p>6. Modulatory światła Ta część wykładu będzie poświęcona omówieniu różnych technik modulacji światła, zarówno fazy, jak i amplitudy sygnału optycznego. Przedstawione zostaną takie techniki jak wstrzykiwanie i wymiatanie nośników, elektro-absorpcja, efekt termo-optyczny, efekt elektro-optyczny. W ramach wykładu zostanie zarówno omówiona fizyka poszczególnych efektów, jak również praktyczne aspekty projektowania zintegrowanych modulatorów światła.</p> <p>7. Zintegrowane fotodetektory W tej części wykładu zostaną przedstawione podstawowe struktury fotodetektorów używanych w fotonicznych układach scalonych, czyli fotodiody p-i-n. Omówione zostaną takie parametry opto-elektroniczne jak m.in. wydajność kwantowa, czułość detektora i szumy.</p> <p>8. Fotoniczne układy scalone Ostatnia część wykładu będzie poświęcona najważniejszym praktycznym aplikacjom fotonicznych układów scalonych w różnych dziedzinach nauki i techniki (np. telekomunikacja, sensoryka, metrologia). Zostanie omówiona zasada działania i architektura przykładowych urządzeń, takich jak wielokanałowe nadajniki, odbiorniki i modulatory wykorzystujące metodę zwielokrotniania falowego WDM, multipleksery optyczne w dziedzinie czasu, interrogatory sieci czujnikowych, spektrometry, żyroskopy optyczne, konwertery długości fali i in.</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu projektowanie złożonych fotonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy, projektowania, modelowania, charakteryzacji i wytwarzania zaawansowanych struktur fotoniki, analizy i charakteryzacji materiałów fotoniki oraz analizy i projektowania złożonych fonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym symulacje komputerowe z zakresu weryfikacji złożonych fonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu analizy i projektowania złożonych fonicznych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu analizy, projektowania i modelowania zaawansowanych struktur fotoniki oraz analizy i projektowania złożonych fonicznych systemów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-IPEF
Nazwa przedmiotu	Integracja przyrządów elektroniki i fotoniki
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Student po realizacji części wykładowej i laboratoryjnej przedmiotu będzie: posiadał zaawansowaną wiedzę z zakresu metod wytwarzania oraz typów nowoczesnych przyrządów elektronicznych i fonicznych; potrafił sklasyfikować podstawowe metody i techniki integracji przyrządów, układów i systemów elektronicznych i fonicznych; potrafił zaproponować plan rozwiązania prostych problemów technicznych z zakresu wytwarzania zintegrowanych przyrządów współczesnej elektroniki i fotoniki; potrafił pracować w grupie, przyporządkowywać poszczególnym członkom zespołu rolę oraz zakres obowiązków w trakcie rozwiązywania problemów technicznych, zabierać krytyczny głos w dyskusji, przedstawiać na forum uzyskaną wiedzę oraz oceniać efekty pracy innych studentów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Gwałtowny rozwój techniki i technologii w XX wieku, szczególnie związany z rozwojem technologii krzemowych układów scalonych (U. Sc.), doprowadził do rewolucji XXI wieku, jakim jest Internet Rzeczy (ang. Internet of Things – IoT / Internet of Everything – IoE). IoT jest obecnie na świecie najprężniej rozwijającą się gałęzią gospodarki w obszarze wysokich technologii. Fundamentem rozwoju przyrządów IoT jest integracja przyrządów elektronicznych oraz fonicznych w tzw. Systems-on-Chip (SoCs). Jeśli elektronikę można uznać za technologię XX wieku, która napotkała już w wielu miejscach ograniczenia fundamentalne, to o fotonice mówi się jako o technologii XXI wieku. W fotonice, szczególnie w fotonice scalonej, wciąż drzeźnią nie do końca wykorzystane możliwości, dlatego integracja technologii przyrządów elektronicznych i fonicznych w tzw. przyrządy Mikro-Opto-Elektromechaniczne (ang. Micro-Opto-Electromechanical Systems – MOEMS) stwarza nową klasę przyrządów i nieograniczone możliwości zastosowań we wszystkich gałęziach gospodarki. Na wykładzie przybliżymy rozwiązania techniczne i technologiczne integracji elementów, przyrządów oraz systemów elektronicznych i fonicznych. Omówimy podstawowe technologie i typy materiałów wykorzystywanych do realizacji tego typu struktur zintegrowanych, przybliżymy specyficzne warunki wytwarzania takich przyrządów oraz omówimy dalsze kierunki rozwoju, które mogą doprowadzić do cywilizacyjnego przełomu w XXI wieku. Przedstawimy problemy i wyzwania integracji współczesnych przyrządów typu SoCs.

Zagadnienia poruszane na wykładzie są niezmiernie interdyscyplinarne oraz reprezentują specyficzną dziedzinę techniki. W związku z tym, aby ułatwić studentom proces zdobywania i przyswajania wiedzy, wykłady będą prowadzone przy wykorzystaniu nowoczesnych metod kształcenia i tutoring, takich jak: „flipped class”, „blended learning”, czy „jigsaw”. Metody te z pewnością uatrakcyjnią proces uczenia się oraz zaktywizują studentów do samodzielnego zdobywania wiedzy z zakresu przedmiotu. Pozwoli to na znacznie skuteczniejsze ugruntowanie wiedzy po realizacji przedmiotu i przygotowanie słuchaczy do kolejnych etapów kariery zawodowej. Studenci będą mieli również znaczny wpływ na zagadnienia, które będą sprawdzane na kolokwium poprzez wspólną dyskusję i definiowanie najważniejszych zagadnień (np. wykorzystanie metod ankietowych lub wspólnego przygotowywania kryteriów oceny, tzw. „rubric”). Przedmiot będzie prowadzony przy wykorzystaniu wykładów multimedialnych bogato wzbogaconych o zdjęcia oraz filmy multimedialne ułatwiające zrozumienie przedstawianych na wykładzie treści. Szczególny nacisk w trakcie wykładów będzie położony na liczne dyskusje i prace w grupach oraz samodzielne zdobywanie wiedzy przez studentów przy wykorzystaniu źródeł elektronicznych. W ramach wykładu planowana jest również organizacja wycieczki do Centrum Zaawansowanych materiałów i Technologii (CEZAMAT), aby studenci mogli przekonać się, jak wyglądają nowoczesne laboratoria technologiczne, w których prowadzone są prace naukowo-badawcze oraz wdrożeniowe związane z produkcją zintegrowanych elementów i przyrządów elektronicznych i fonicznych omawianych na wykładach.

Opis wykładu:

1. **Wprowadzenie**
Pojęcie „Integracja” w kontekście przyrządów elektronicznych i fonicznych, rys historyczny i rozwój technologii przyrządów półprzewodnikowych dla elektroniki i fotoniki, granice i bariery rozwoju oraz prognozy, pojęcia: „skalowanie”, „More Moore”, „More than Moore” i „beyond CMOS/Si”, nowe technologie, nowe materiały, nowe architektury przyrządów, rynek przyrządów elektronicznych i fonicznych, perspektywy rozwoju na świecie i w Polsce.
2. **Warunki wytwarzania elementów i przyrządów elektronicznych i fonicznych**
Warunki wytwarzania przyrządów elektronicznych i fonicznych, laboratoria i fabryki, w których prowadzone są procesy wymagające wysokiej skali czystości pomieszczeń, podstawowe procesy technologiczne, przykładowe sekwencje procesów technologicznych, uzysk produkcyjny, metody optymalizacji, metody charakteryzacji materiałów i struktur elektronicznych i fonicznych.
3. **Podstawowe materiały i procesy technologii planarnej**
Materiały wykorzystywane do wytwarzania elementów oraz przyrządów elektronicznych i fonicznych, podstawowa klasyfikacja metod wytwarzania, uwarunkowania stosowalności tych metod.
4. **Technologia SOI/SON i elektroniczne układy scalone**
Metody wytwarzania podłoży typu „Silicon-On-Insulator” (SOI), klasyfikacja, zalety technologii, ograniczenia, porównanie do klasycznych technologii planarnych i innych stosowanych współcześnie w produkcji układów scalonych. Rozwój technologii (PD-, FD-) SOI -> SON -> UTB-SOI. Przykłady przyrządów, sekwencje i metody wytwarzania w kontekście przyrządów elektronicznych i fonicznych.
5. **Przyrządy i układy fotoniki zintegrowanej**
Podstawowe bloki funkcjonalne, przyrządy pasywne i aktywne, elementy i układy technologii krzemowej (Si), fosforu indu (InP) i innych materiałów (np. azotku krzemu – Si₃N₄), cechy charakterystyczne tych technologii i zakresy stosowalności. Przykłady technologii podstawowych elementów aktywnych i pasywnych. Propagacja i detekcja promieniowania. Aplikacje.
6. **Przyrządy MOEMS – technologia hybrydowa**
Klasyfikacja i podział przyrządów. Podstawowe bloki i elementy mikromechaniczne i elektro-optyczne, podstawowe technologie i metody obróbki powierzchniowej i objętościowej materiałów. Przykłady sekwencji technologicznych. Współczesne aplikacje przyrządów.
7. **Metody integracji struktur elektronicznych i fonicznych**
Technologie montażu struktur półprzewodnikowych elektronicznych i fonicznych, metody, przykłady, ograniczenia. Montaż struktur półprzewodnikowych do obudów oraz zagadnienia hermetyzacji, odprowadzanie ciepła. Technologie połączeń elektrycznych i optycznych.
8. **Kolokwia sprawdzające wiedzę studentów**
9. **Zajęcia w „terenie” – wycieczka**

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium: Część laboratoryjna przedmiotu poświęcona jest zaznajomieniu studentów z zaawansowanymi technikami realizacji elementów półprzewodnikowych, ich charakterystyce elektrycznej i optycznej oraz metodami integracji. W ramach laboratoriów studenci pod okiem wykwalifikowanej kadry będą samodzielnie realizować. Laboratorium składa się z trzech części:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elektronika: sekwencja procesów wytwarzania podstawowych elementów półprzewodnikowych (zajęcia w laboratorium o podwyższonej czystości typu "clean-room" w IMiO PW); 2. Fotonika: pomiary i charakterystyka struktur falowodowych i/lub przyrządów pasywnych wykonanych w laboratoriach technologicznych IMiO PW oraz CEZAMAT; 3. Integracja: metody montażu elementów, wykonywania mikropołączeń, hybrydowa integracja.
--------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu nanoelektroniki, fotoniki zintegrowanej, materiałów i nanotechnologii oraz charakterystyki i diagnostyki materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I	
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim. Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki, wytwarzania struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki, wytwarzania struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich –integrować wiedzę z zakresu mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U07
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz metod ich charakteryzacji i wytwarzania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PAUS
Nazwa przedmiotu	Projektowanie analogowych układów scalonych
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do projektowania układów analogowych we współczesnych technologiach CMOS i BiCMOS. Studenci poznają cykl projektowania oraz zdobędą wiedzę i umiejętności niezbędne w projektowaniu analogowych układów scalonych. W ramach wykładu omówione zostaną podstawowe bloki analogowe, sposoby ich analizy oraz metody projektowania. Przedstawione zostaną praktyczne aspekty projektowania analogowych układów scalonych, tj. elementy pasożytnicze, efekty temperaturowe, globalne i lokalne rozrzuty produkcyjne, sprzężenia przez podłoże oraz inne tzw. efekty zależne od topografii LDE (ang. Layout Dependent Effects). Poruszone zostaną również zagadnienia dotyczące bezpiecznych układów scalonych, w szczególności generatory liczb prawdziwie losowych oraz funkcje fizycznie nieklonowalne. W ramach zajęć praktycznych studenci będą mieli okazję zastosować poznane metody projektowania na prostych blokach analogowych. Zdobędą tym sposobem intuicję i umiejętność jakościowego przewidywania skutków podejmowanych decyzji projektowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Układy analogowe: specyfika, zastosowania i znaczenie.2. Cykl projektowy scalonych układów analogowych. Omówienie podstawowego cyklu projektowego obejmującego projekt schematu elektrycznego, metody weryfikacji symulacyjnej, projekt topografii masek produkcyjnych układu, weryfikacja reguł projektowych DRC oraz LVS, uwzględnienie elementów pasożytniczych.3. Efekty krótkiego kanału w tranzystorach MOS oraz podstawy metody projektowania „gm/Id”. Przedstawienie efektów krótkiego kanału występujących we współczesnych technologiach MOS oraz ich wpływu na komplikację modeli analitycznych. Omówienie założeń oraz podstaw metody projektowania „gm/Id”.4. Wzmacniacze (transkonduktancyjne, instrumentalne i operacyjne) i komparatory. Omówienie podstawowych architektur ze szczególnym uwzględnieniem pary różnicowej jako podstawowego elementu składowego. Omówienie metod projektowania, podstawowych parametrów i metod ich weryfikacji symulacyjnej. Analiza wpływu rozrzutów produkcyjnych lokalnych i globalnych.5. Układy polaryzacji: źródła prądu i napięcia odniesienia, lustra prądowe. Dokładna analiza efektów temperaturowych oraz rozrzutów produkcyjnych.6. Implementacja filtrów w układach scalonych. Filtry czasu ciągłego oraz wykorzystujące przełączane pojemności. Problem kalibracji układów analogowych.7. Przetworniki AC i CA (zarys). Typowe układy i problemy projektowe. Modelowanie układów analogowych i mieszanych.8. Analogowe tory pomiarowe. Omówienie przykładowych zastosowań analogowych układów przetwarzania sygnału. Analiza podstawowych parametrów i metoda projektowania top-down.9. Generatory w układach scalonych. Omówienie oscylatorów kwarcowych, RC oraz gm-C. Układy PLL.10. Analogowe układy we/wy, zabezpieczenia przeciw wyładowaniom elektrostatycznym.11. Układy analogowe a cyberbezpieczeństwo – generacja liczb prawdziwie losowych, funkcje fizycznie nieklonowalne, wykrywanie ingerencji zewnętrznej (układy monitorujące).12. Przygotowanie układu scalonego do produkcji.
Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wstęp: (1h): Zapoznanie się ze środowiskami i narzędziami CAD.• Część 1 (11h): Projekt wzmacniacza transkonduktancyjnego, określenie punktu pracy na podstawie charakterystyk tranzystora MOS, projekt środowiska symulacyjnego, symulacja elektryczna, projekt topografii, weryfikacja formalna i funkcjonalna, symulacja statystyczna, ocena wyniku projektu.• Część 2 (6h): Projekt wysokostabilnego źródła napięcia lub podobnego układu, określenie punktu pracy na podstawie charakterystyk tranzystora MOS, symulacja elektryczna, projekt topografii, weryfikacja formalna i funkcjonalna, ocena wyniku projektu.• Część 3 (12h): Projekt układu wykorzystującego przełączane pojemności oraz opracowanie metody jego kalibracji.

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projektowania złożonych układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania złożonych układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i projektowania złożonych układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu analizy i projektowania złożonych systemów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-SEN
Nazwa przedmiotu	Czujniki
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kształcenie studentów w zakresie zasady działania, konstrukcji i technologii elementów czujnikowych wykorzystywanych w nowoczesnych układach i systemach elektronicznych oraz optoelektronicznych. Zapoznanie z podstawowymi parametrami urządzeń czujnikowych i obszarami ich zastosowań badawczych, rozwojowych i przemysłowych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	8.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt W ramach projektu studenci opracują dedykowane rozwiązanie czujnikowe. W odpowiedzi na zadany problem badawczy, parametry i warunki pomiaru, zaproponują elementy systemu spełniające określone na wstępie kryteria.
---------	---

Wykład:

1. Pojęcie czujnika i podstawowe pojęcia związane z czujnikami (limit detekcji, czułość, powtarzalność, rozdzielczość). Czujnik jako element systemu; Przedstawienie rysu historycznego, potrzeba stosowania czujników, pojęcie czujnika, przykłady zastosowań, pojęcia podstawowe, wielkości mierzone;
2. Czujniki wielkości nieelektrycznych (ciśnienie, temperatura, przepływ, przyspieszenie, deformacje mechaniczne, odległość, gęstość, lepkość, zapylenie, wilgotności); Przegląd czujników, zasada działania, konstrukcje, metody wytwarzania i zastosowania wraz ich ograniczeniami;
3. Czujniki wielkości elektrycznych (prąd, napięcie, opór, pojemność, indukcyjność, moc); Przegląd urządzeń pomiarowych elektrycznych, np. mierniki napięcia, prądu, częstotliwości. Ich opis i zasada działania.
4. Chemosensory (gazy, leki, glukoza, narkotyki, alkohole); Zapoznanie z pojęciem czujnika chemicznego i podstawowymi zasadami działania. Pojęcia specyficzności, selektywności. Wykrywanie substancji chemicznych w kontekście zastosowań diagnostycznych, farmaceutycznych i monitorowaniu środowiska na przykładach wykrywania glukozy, alkoholu, narkotyków/leków, metali ciężkich oraz określonych gazów. Rozwiązania czujnikowe obejmujące metody elektrochemiczne, fluorescencyjne i optyczne. Aktualne obszary badań i nowe systemy czujnikowe, w tym mikro i nanotechnologie.
5. Biosensory (białka, wirusy, bakterie); Zapoznanie z pojęciem biosensora i podstawowymi zasadami/mechanizmami działania. Aspekty chemii powierzchni – w tym metod wiązania biomolekuł do powierzchni czujników. Pojęcie receptora i targetu, oraz ich łączenia w zależności od zastosowanego mechanizmu czujnikowego. System wykrywania znacznikowego i bezznacznikowego. Klasyczne metody biodetekcji w kontekście zastosowań diagnostycznych i monitorowaniu środowiska na przykładach zakażeń wirusowych, bakteryjnych, chorób nowotworowych i badań hormonalnych. Rozwiązania bioczujnikowe obejmujące metody elektrochemiczne i optyczne. Aktualne obszary badań i nowe systemy czujnikowe, w tym mikro i nanotechnologie.
6. Pomiar wieloparametryczny; Określenie współzależności parametrów mierzonych. Zagadnienia związane z wykorzystaniem jednego sensora i wpływem różnych warunków zewnętrznych na wynik pomiaru. Pomiar wielu parametrów: pojedynczym czujnikiem, wieloma czujnikami w jednej strukturze i czujnikami rozłożonymi.
7. Systemy przetwarzania informacji czujnikowej; Układy i elementy układów pomiarowych, akwizycja i analiza danych pomiarowych.
8. Trendy i perspektywy rozwoju.

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium W trakcie laboratoriów studenci będą mieli możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają kluczowe etapy konstrukcji i technologii czujników, zbadają wykonane sensory, określą ich parametry i przeanalizują otrzymane dane.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wybrane zagadnienia technologii czujników cienkowarstwowych (3h). 2. Ocena parametryczna elementów czujnikowych (3h). 3. Pomiary czujników wielkości nieelektrycznych (temperatura, ciśnienie, współczynnik załamania) (3h). 4. Pomiary biosensoryczne (wybrane metody znacznikowe i bezznacznikowe) (3h). 5. Przetwarzanie informacji czujnikowej i analiza danych (3h).
--------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu konstrukcji elementów czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania czujników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie analizy złożonych systemów czujnikowych oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania elementów i złożonych systemów czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i projektowania elementów czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie analizy i projektowania rozwiązań czujnikowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-SSCV
Nazwa przedmiotu	Scalone systemy cyfrowe VLSI
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Projektowanie układów scalonych)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie metod projektowania i weryfikacji systemów cyfrowych realizowanych w postaci mikroelektronicznych układów scalonych. Prezentowane są zagadnienia z zakresu organizacji i architektury zintegrowanych systemów cyfrowych. Przedstawiane są metody projektowania wykorzystujące syntezę behawioralną (HLS) oraz języki opisu systemu (SystemC, SystemVerilog) . Omawiane są metody weryfikacji formalnej i funkcjonalnej dużych systemów cyfrowych (systemy asercji PSL/ SystemVerilog, metodyka UVM), zagadnienia syntezy logicznej uwzględniające generację testów oraz zarządzanie poborem mocy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: W ramach zajęć projektowych wykonywane są zadania wyrabiające umiejętności implementacji systemów, na podstawie wiedzy uzyskanej na wykładach. W ramach pracy zespołowej studenci wykonują projekt prostego systemu cyfrowego. Tematy projektów będą nawiązywać do przykładowych praktycznych zastosowań
---------	--

Część I

Wykład	Wykład: <ol style="list-style-type: none">Mikroelektroniczne systemy cyfrowe – przegląd: system zintegrowany (System-on-Chip): przykłady architektur, w tym układy wielordzeniowe i wieloprocesorowe. Układy rekonfigurowalne. Bloki IP. Komunikacja: magistrale, sieć zintegrowana (Network-on-Chip). Układy wejścia/wyjścia.Metody modelowania systemów i ich wykorzystanie w projektowaniu: języki opisu systemu (SystemC, SystemVerilog) ich wykorzystanie: specyfikacja, synteza, weryfikacja, synteza wysokiego poziomu (high level synthesis). Przejście od algorytmu do sprzętowej implementacji: harmonogramowanie (scheduling), wybór mikroarchitektury systemu. Problemy projektowania sprzętowo-programowego. Ograniczenia i możliwości syntezy.Problemy realizacji segmentu danych: Metody reprezentacji liczb: liczby całkowite, liczby rzeczywiste. Standard IEEE 754, pakiety VHDL fixed i float. Synteza struktury fizycznej.Problemy projektowania dużych systemów jednoukładowych: Dystrybucja sygnałów zegarowych. Szacowanie poboru mocy dynamicznej i zarządzanie poborem mocy (bramkowanie zegara i adaptacyjne sterowanie częstotliwością taktowania, itp.). Techniki minimalizacji poboru mocy statycznej, adaptacyjne sterowanie napięciem zasilania i polaryzacją podłoża itp. Rozprowadzanie masy i zasilania.Weryfikacja i testowanie: metody weryfikacji na różnych poziomach abstrakcji, weryfikacja formalna, narzędzia do weryfikacji formalnej. Zarys problemów testowania i projektowania systemów łatwo testowalnych: strategie zwiększające testowalność, techniki projektowania zorientowanego na testowanie DFT: ścieżka krawędziowa, układy samotestowalne. Standardy IEEE.Bezpieczeństwo systemów VLSI. Projektowanie i weryfikacja systemów wykorzystujących bloki IP. Zabezpieczanie bloków IP. Kompromisy projektowe wynikające z konfliktów pomiędzy wymaganiami dotyczącymi funkcjonalności, bezpieczeństwa, weryfikowalności i testowalności.
Laboratorium	Laboratorium: <p>Zajęcia laboratoryjne będą polegać na wykonywaniu zadań indywidualnie przydzielanych każdemu studentowi, które ilustrują główne zagadnienia poruszane na wykładzie: modelowanie systemów z wykorzystaniem języka opisu sprzętu, synteza behawioralna, synteza logiczna, weryfikacja formalna i funkcjonalna.</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I

Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami jednego z trzech następujących zakresów: - systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, - techniki tomograficzne stosowane w diagnostyce obrazowej i metody rekonstrukcji obrazów, - diagnostyczne techniki medycyny nuklearnej lub - projektowanie złożonych układów scalonych, - nanoelektronika lub fotonika zintegrowana,
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02

Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do jednego z trzech następujących zakresów: - aparatura elektromedyczna (EKG, EEG itd.) - systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, - techniki tomograficzne stosowane w diagnostyce obrazowej i metody rekonstrukcji obrazów, - diagnostyczne techniki medycyny nuklearnej lub - analiza, projektowanie, modelowanie, charakteryzacja i wytwarzanie zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analiza i charakteryzacja materiałów mikroelektroniki i fotoniki, - analiza i projektowanie złożonych układów scalonych, - technika laserowa i optoelektronika półprzewodnikowa lub analiza i projektowanie złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza i projektowanie złożonych systemów fotowoltaicznych lub - systemy elektroniczne, w tym systemy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: - projektowanie algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii, - projektowanie aparatury medycznej, - kontrola jakości aparatury diagnostycznej stosowanej w medycynie lub - analiza, projektowanie, modelowanie, charakteryzacja i wytwarzanie zaawansowanych struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz analiza i charakteryzacja materiałów mikroelektroniki i fotoniki, - analiza i projektowanie złożonych układów scalonych, - analiza, modelowanie, charakteryzacja i projektowanie laserów i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych lub analiza i projektowanie złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza i projektowanie złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-SYWIZ
Nazwa przedmiotu	Systemy wizyjne
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy ze współczesnymi systemami i metodami rejestracji, przetwarzania, analizy obrazu. Przedmiot zawiera, przedstawienie podstawowych pojęć, właściwości i uwarunkowań funkcjonalnych współczesnych systemów wizyjnych ze szczególnym uwzględnieniem systemów rejestracji. Jednym z głównych celów przedmiotu jest zapoznanie z technologią i techniką współczesnych systemów rejestracji obrazu z uwzględnieniem technik obrazowania obliczeniowego. Przedmiot porusza zagadnienia rejestracji obrazów barwnych, obrazów 3D, obrazów wielopasmowych, podstawowych metod pozyskiwania, przetwarzania i generowania obrazów metodami rejestracji bezpośredniej i pośredniej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Celem projektu jest opracowanie kompletnego systemu bazującego na metodach rejestracji rozwiązującego konkretne zadanie. System powinien zawierać moduły:</p> <ul style="list-style-type: none">• pozyskiwania danych obrazowych• przetwarzania obrazów• wizualizacji lub kompresji obrazów• <p>W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są cztery spotkania ewaluacyjne mające na celu wspólną ocenę osiągniętych kamieni milowych projektu. Na zakończenie każdego z etapów przewidziana jest wspólna dyskusja rezultatów.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Analiza przedstawionego problemu i zaproponowanie rozwiązań,2. Przygotowanie danych obrazowych i/lub budowa układu wizyjnego,3. Implementację systemu realizującego główne wymagania techniczne projektu,4. Przeprowadzenie eksperymentu umożliwiającego testowanie opracowanego rozwiązania.
Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Rejestracja obrazu, przetworniki obrazowe2. Pasywne metody rekonstrukcji obrazu. Metody HDR i SfM.3. Aktywne metody rejestracji obrazów. Metoda "structer light" i ToF.4. Przetwarzanie i analiza obrazu z wykorzystaniem współczesnych narzędzi analizy

Część I

Wykład	<p>Opis wykładu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie w problematykę przedmiotu. Definicje podstawowych pojęć oraz matematyczny opis systemów pozyskiwania obrazów. Rozwój technologii obrazowania. 2. Zasady działania systemu percepcji wzrokowej człowieka i jego właściwości (percepcja obrazów). Źródła błędów cyfrowej reprezentacji obrazu. 3. Sposoby reprezentacji cyfrowych danych obrazowych w systemach wizyjnych. Klasyfikacja metod i technik pozyskiwania obrazów. 4. Układy rejestracji obrazu. Omówienie współczesnych rozwiązań przetworników obrazowych CMOS i CCD – model fizyczny, konstrukcja, parametry MS i PG 5. Klasyczne metody rejestracji obrazów. Proces fotochemiczny, obraz utajony, ujawnianie obrazu, proces natychmiastowy. Cechy rejestracji tradycyjnej, zastosowanie. 6. Pasywne metody pozyskiwania obrazów – HDR, stereowizja, multi-view, lightfield, Klasyfikacje różnych typów układów, modele i fizyczne podstawy ich działania. Parametry funkcjonalne, konstrukcyjne i użytkowe. 7. Aktywne i hybrydowe metody rekonstrukcji obrazów. Klasyfikacje różnych typów układów, modele i fizyczne podstawy ich działania. Parametry funkcjonalne, konstrukcyjne i użytkowe. Algorytmy rekonstrukcji obrazów. ToF, SL, FlashLight, SfS. Wprowadzenie w zagadnienie obliczeniowego pozyskiwania obrazu z wykorzystaniem technik kodowanej apertury. Podział technik i metod pozyskiwania obrazów w technice CA. Metody konwersji obrazów. Edycja i poprawa jakości obrazów. Wprowadzenie do metod Compressed Sensing. Podstawy mikroskopii obliczeniowej - omówienie stosowanych technik akwizycji. 8. Obrazowanie wielo-spektralne, wielo-modalne i wielowymiarowe. Definicje podstawowych pojęć oraz matematyczny opis systemów. Klasyfikacje różnych typów układów, modele i fizyczne podstawy ich działania. Parametry funkcjonalne, konstrukcyjne i użytkowe. Metody analizy i przetwarzania zobrazowań wielo-X. 9. Wyświetlanie obrazu - zasady działania i budowa na przykładzie nowoczesnych konstrukcji układów wyświetlaczy 3D. Właściwości technologiczne i użytkowe. Metody i algorytmy syntezy obrazów.
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu technologii obrazu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06

Część I	
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w: technologicie obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do zakresu: technologia obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - projektowanie podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii, - projektowanie aparatury medycznej, - kontrola jakości aparatury diagnostycznej stosowanej w medycynie lub - modelowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki, - wytwarzanie struktur mikroelektroniki i fotoniki, - weryfikacja złożonych układów scalonych, - analiza i modelowanie laserów i optoelektronicznych przyrządów półprzewodnikowych lub analiza złożonych systemów komunikacji optycznej lub mikrofalowej, - technologia obrazu lub analiza złożonych systemów fotowoltaicznych lub - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01

Część I

Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-URIB
Nazwa przedmiotu	Urządzenia internetu rzeczy i ich bezpieczeństwo
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane wariantowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z budową i działaniem urządzeń Internetu Rzeczy ze szczególnym uwzględnieniem systemów wbudowanych pełniących rolę końcowych węzłów kontrolno-pomiarowych tzw. „ inteligentnych sensorów”. Omówiony zostanie schemat blokowy takiego systemu: układy kondycjonowania sygnałów pochodzących z przetworników pomiarowych, przetworniki A/C, mikrokontroler, moduły zasilania z uwzględnieniem rozwiązań „energy harvesting” oraz układy do przewodowej i bezprzewodowej komunikacji mikrokontrolera z modułami wewnętrznymi i otoczeniem zewnętrznym. Przedstawione zostaną także zagadnienia inżynierii oprogramowania systemów wbudowanych. Nacisk zostanie położony na problematykę: doboru mikrokontrolera i urządzeń peryferyjnych do wymagań aplikacji z uwzględnieniem czynników technicznych i ekonomicznych, integracji części sprzętowej i „niskopoziomowej warstwy” programistycznej, efektywnego wykorzystania zasobów mikrokontrolerów, zastosowania optymalnych metod przetwarzania danych przez system oraz minimalizacji zużycia energii. Przedstawione zostaną także zagadnienia związane z kwestiami bezpieczeństwa sprzętowego oraz norm jakie musi spełniać oprogramowanie systemów wbudowanych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>Laboratorium: (zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)</p> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych studenci zostaną zapoznani z wybranymi aspektami związanymi z projektowaniem, realizacją, badaniem i optymalizacją urządzeń Internetu Rzeczy np. .:</p> <ul style="list-style-type: none">• badanie zagadnień związanych z kondycjonowaniem sygnałów pomiarowych (dopasowanie poziomów sygnału, pasma, filtrowanie zakłóceń, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, kalibracja toru kondycjonowania),• badanie efektywności energetycznej, analiza pracy mikroprocesora i systemu IoT w różnych trybach oszczędzania energii,• badanie efektywności obliczeniowej systemów wbudowanych,• przeprowadzenie ataku polegającego na podsłuchu sprzętu, w którym uprzednio zaimplementowano wybrany algorytm, oraz atak polegający na tzw. "wstrzykiwaniu energii" do generatora liczb prawdziwie losowych (ang. True Random Number Generator).• przetwarzanie obrazów w systemach wbudowanych.•
--------------	---

Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

1. **Organizacja i zasady zaliczania przedmiotu** - omówienie spraw organizacyjnych, regulaminu przedmiotu, sposobów wyboru projektów, typowych problemów występujących w trakcie realizacji projektu.
2. **Przedstawienie aktualnych trendów dotyczących rynku urządzeń Internetu Rzeczy**, ze szczególnym uwzględnieniem „inteligentnych czujników”.
3. **Schemat blokowy urządzenia typu „smart sensor”** – przedstawienie i omówienie głównych elementów składowych urządzenia IoT (przetwornik, układy kondycjonujące, mikrokontroler, układ zasilania, moduł łączności).
4. **Przetworniki i układy kondycjonujące** - omówienie wybranych typów przetworników wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Parametry, charakterystyki, aspekty miniaturyzacji i obniżania poboru mocy. Integracja z systemem. Wybrane typy układów kondycjonujących, dopasowanie amplitudy, pasma, filtracja zakłóceń.
5. **Przetwarzanie sygnałów w inteligentnych sensorach** – multipleksowanie wejść, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, linearyzacja i kalibracja toru kondycjonowania, autoadaptacja zakresów pomiarowych,
6. **Przetwarzanie danych w urządzeniach IoT** - rola i zastosowanie mikrokontrolerów, detekcja i korekcja błędnych danych, rejestracja i kompresja danych, wstępna analiza danych, wizualizacja danych, autodiagnostyka systemu, zapis i weryfikacja danych zapisywanych na nośnikach nieulotnych.
7. **Transmisja danych** – wewnętrzne interfejsy komunikacyjne (pomiędzy wewnętrznymi modułami urządzenia), bezprzewodowe interfejsy do komunikacji z zewnętrznymi urządzeniami, zagadnienia związane ze zdalną modyfikacją oprogramowania.
8. **Zasilanie urządzeń Internetu Rzeczy i minimalizowanie zużycia energii** – metody zasilania urządzeń Internetu Rzeczy, źródła odnawialne („energy harvesting”). Optymalizacja sprzętowa i programistyczna zużycia energii.
9. **Bezpieczeństwo sprzętowe urządzeń Internetu Rzeczy** – wybrane zagadnienia związane z atakami polegającymi na tzw. łamaniem sprzętu (side-channel). Omówione zostaną podstawowe techniki analizy kanałów ataków, oraz wskazane możliwe zabezpieczenia na różnych poziomach (od implementacji po część algorytmiczną). Przedstawione zostaną także zagadnienia związane z autotestowaniem urządzenia np.: testy po włączeniu zasilania, badanie integralności danych zapisanych w różnego typu pamięciach (Flash, EEPROM, karty SD), metody detekcji stanów awaryjnych, reakcja systemu na zaniki zasilania. Normy jakie musi spełniać oprogramowanie systemów wbudowanych.
10. **Zagadnienia konstrukcyjne** – wymagania środowiskowe, technologia wytwarzania i montażu, integracja poszczególnych elementów Urządzeń Internetu Rzeczy, miniaturyzacja i realizacja scalona systemu.

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) W ramach projektu studenci uzgadniają z prowadzącym sposób realizacji ustalonego zadania, kryteria jego zaliczenia i sporządzają dokumentację wstępną projektu. Zaliczenie projektu odbywa się w formie krótkiej, połączonej z dyskusją prezentacji uzyskanych rezultatów (m. in: zgodności uzyskanych wyników z przyjętymi założeniami, opisem napotkanych problemów i sposobami ich rozwiązania).
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą obrona kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projekt obrona projektowania systemów wbudowanych i sprzętowych rozwiązań Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu systemy elektroniczne, w tym systemy wbudowane, mikro i nanosystemy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i projektowania układów analogowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03

Część I

Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDYM
Nazwa przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Aparatura medyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	20

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Prowadzenie i dokumentowanie zaplanowanych prac badawczych. Weryfikacja, uzyskanych rezultatów prac. Opracowanie wniosków oraz zaplanowanie i przeprowadzenie ewentualnych korekt i uzupełnień. Przygotowanie materiału do edycji pracy magisterskiej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	150.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	20
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Przygotowanie Pracy Dyplomowej Magisterskiej to najintensywniejsza część procesu dyplomowania. W ramach zajęć w zależności od specyfiki realizowanej pracy wykonywane są zasadnicze działania badawcze z wykorzystaniem przewidzianej bazy dydaktycznej (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji. We współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o sposobie opisu i wykorzystania uzyskanych wyników w pracy magisterskiej. Oceniana jest zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Uzyskane wyniki prac są na bieżąco oceniane przez Promotora. Ich końcowym efektem jest zredagowana praca magisterska przygotowana do przeprowadzenia obrony.
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I	
Opis	ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie związanym z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-SDM2
Nazwa przedmiotu	Seminarium dyplomowe magisterskie 2
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Seminarium (SDM2) ma na celu bardziej jakościowe i produktywnie zgłębienie poszczególnych tematów prac magisterskich. W tym podejściu do kursu skoncentrowanym na studencie, odpowiednio przygotowani studenci poprowadzą rozmowę i omówią pomysły, które wynikają z ich wstępnej lektury wybranych tematów naukowych związanych z ich pracami dyplomowymi. Ponadto studenci piszą własne, krótkie prace naukowe, które będą recenzowane.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none">1. Wykład na temat "po co i jak piszemy pracę magisterską i prezentację", tekst techniczny a tekst naukowy.2. Przygotowanie streszczenia do swoich prac magisterskich i wspólna (całą grupą dziekańską) praca nad ich redakcją - merytoryczną, logiczną, gramatyczną.3. Opracowanie prezentacji na obronę pracy a następnie wspólna (całą grupą dziekańską) praca pod nadzorem koordynatora nad redakcją - merytoryczną, logiczną, gramatyczną i wizualną.4. Opracowanie własnej publikację konferencyjnej na „pozorowaną” konferencję, przy spełnieniu wszystkich formalizmów „prawdziwej” publikacji (recenzje p2p, umieszczanie materiałów na serwerze wydawnictwa, itd.).5. Jak przygotować recenzje? Recenzja trzech prac konferencyjnych pod okiem koordynatora seminarium.6. Omawianie w/w publikacji i ich recenzji
--------------------	--

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student wie w jaki sposób przeprowadzić eksperyment poprawny z punktu widzenia metodologii badań naukowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Student zna i rozumie podstawy metodologii badań naukowych w dyscyplinach powiązanych z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi wykorzystywać wybrane teorie, metody i narzędzia w praktyce projektowania i realizacji badań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi prowadzić prace badawcze w celu przygotowania pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi przygotować krótki dokument techniczny lub doniesienie naukowe w języku angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U06, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-EDYM
Nazwa przedmiotu	Redakcja i edycja pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Aparatura medyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI,(Edycja pracy dyplomowej)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	0

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej zgodnie z wymogami stawianymi dokumentom technicznym i naukowym oraz formalnymi wymaganiami opisanymi w zarządzeniu Rektora.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	0
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sformułowanie problemu (tematu) pracy i określenie celu pracy (opis zawierający przegląd piśmiennictwa z przedmiotowego zakresu, dyskusje z promotorem, uwzględnienie dyskusji seminaryjnych; 2. dobór literatury (bazy bibliograficzne: IEEE Xplore, Scopus, WoS); 3. analiza problemu i synteza rozwiązania, konceptualizacja i operacjonalizacja problemu (na podstawie dyskusji z promotorem i dyskusji seminaryjnych przeprowadzonych w ramach pracowni problemowych i seminariów); 4. przygotowanie konspektu pracy; 5. przygotowanie kolejnych rozdziałów pracy (dyskusje z promotorem w ramach PDYM i PDMGR, dyskusje seminaryjne na SDM1 i SDM2); 6. korekty merytoryczne i językowe; 7. Złożenie pracy w sekretariacie dydaktycznym instytutu dyplomującego.
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, pogłębioną i rozszerzoną wiedzę ogólną, obejmującą współczesną terminologię, teorie i metodologię z zakresu nauk technicznych i dyscyplin naukowych, właściwych dla elektroniki (AEEiTK oraz ITT), pozwalające na tworzenie profesjonalnych opisów technicznych, prac badawczych, i eksperymentów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wyszukiwać, analizować, oceniać, selekcjonować i integrować informację z różnych źródeł oraz formułować na tej podstawie krytyczne sądy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Posiada pogłębione umiejętności badawcze obejmujące analizę prac innych autorów, syntezę różnych metod projektowych, teoretycznych, i konstruowanie narzędzi badawczych, opracowanie i prezentację wyników, pozwalające na rozwiązywanie złożonych problemów w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych AEEiTK oraz ITT.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U05, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Posiada pogłębioną umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych w języku polskim oraz języku angielskim w dyscyplinach AEEiTK oraz ITT.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-DPZ
Nazwa przedmiotu	Doskonała praca zespołowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zajęcia mają wprowadzić studentów w zagadnienia związane z budowaniem i Funkcjonowaniem zadaniowych/ projektowych. W trakcie zajęć zanalizowane zostaną procesy i mechanizmy towarzyszące życiu zespołu tak, aby uczestnicy byli w stanie w przyszłości stworzyć i poprowadzić zespół projektowy działający skutecznie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Treść ćwiczeń <ol style="list-style-type: none">1. Co to jest "team building"? Znaczenie i korzyści pracy zespołowej.2. Proces budowania zespołu - umiejętności pracy zespołowej, tworzenie "ducha" zespołu.3. Cykl życia zespołu.4. Cele zespołowe - wyznaczanie i osiągnięcie; cele zespołowe, a cele i oczekiwania członków zespołu.5. Rozwijanie i doskonalenie zaangażowania i motywacji członków zespołu.6. Normy zespołowe - funkcje, źródła, normatywny wpływ grupowy.7. Techniki integracyjne.8. Role grupowe - interpersonalne i zadaniowe.9. Konstrukttywne i destruktywne zachowania członków zespołu.10. Rozwiązywanie i pokonywanie problemów.11. Metody zwiększania efektywności pracy zespołowej.12. Mechanizm grupowe podejmowanie decyzji - szanse i pułapki.13. Jak kierować zespołem - coaching.14. Komunikowanie w zespole.
--------------------	--

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie proces budowania zespołu i pracy zespołowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Skutecznie komunikuje się w zespole i działalność zespołu z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi w sposób kreatywny pracować w zespole i rozwiązywać zagadnienia związane z obszarem pracy zespołowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość jak istotna jest skuteczna komunikacja z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-SPOPT
Nazwa przedmiotu	Społeczne oblicza przemian technologicznych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Zasadniczym celem przedmiotu jest ukazanie społecznych skutków rozwoju nowych technologii i roli innowacji technicznych we współczesnej kulturze.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Treść ćwiczeń <ol style="list-style-type: none">1. Technika jako składnik cywilizacji i kultury.2. Od schematu po innowację (1). Funkcja schematów w postrzeganiu świata i kształtowaniu ludzkich postaw.3. Od schematu po innowację (2). Innowacja - odstępstwo od reguły czy kreacja ?4. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (1). Lęk przed "nowym".5. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (2). Uzależnienie od internetu.6. Społeczne życie przedmiotów - owoców nowych technologii.7. Komunikacja społeczna i jej znaczenie dla rozwoju społeczeństwa informacyjnego.8. Nowoczesne techniki komunikacji (internet).9. Wpływ internetu na procesy tworzenia się społeczności wirtualnych i więzi społecznych.10. Czy żyjemy w epoce "cyberkultury"?11. Społeczeństwo informacyjne a teoria demokracji.12. Społeczeństwo informacyjne a globalizacja.13. Społeczeństwo informacyjne na co dzień. Wpływ techniki na styl życia.14. Czy potrzebny jest e-savoir-vivre ? Nowe technologie a ludzkie maniere.15. Podsumowanie zajęć.
--------------------	---

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie wpływ techniki i technologii, działalności inżynierskiej na społeczeństwo.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę komunikacji i propagowania informacji społeczeństwu, we współczesny sposób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PAPS
Nazwa przedmiotu	Prawne aspekty prowadzenia startupu
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty ekonomiczno-społeczne)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Młode, innowacyjne organizacje działające w warunkach podwyższonego ryzyka biznesowego doświadczają trudności związanych z mnogością regulacji prawnych znajdujących zastosowanie. Start Up'y podobnie do innych biznesów w początkowej fazie rozwoju dysponują nieznacznymi kompetencjami wewnętrznymi w zakresie organizacji i prowadzenia działalności. Brak doświadczenia i łączącej się z nim wiedzy dotyczącej prawnych aspektów prowadzenia działalności gospodarczej powoduje częstokroć, że działalność jest nierentowna. Celem zajęć jest nabycie przez studentów wiedzy w zakresie prawnych ram budowania i organizacji działalności gospodarczej na etapie startu i we wczesnej fazie rozwoju. Zajęcia te są przeznaczone w głównej mierze dla studentów kierunków technicznych, ale również dla studentów wszelkich innych kierunków, którzy chcą uzyskać skompilowaną wiedzę odnoszącą się do możliwości i formy prowadzenia działalności w Polsce w przystępnej formie.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Treści kształcenia	<ul style="list-style-type: none">• Wprowadzenie do tematyki zajęć, w tym w szczególności prawoznawstwa – źródła prawa, podstawowe kategorie, podstawowe pojęcia, struktura aktu prawnego;• Omówienie najważniejszych elementów problematycznych prawnych aspektów organizacji procesu zakładania przedsiębiorstwa;• Wybór formy prowadzonej działalności, charakterystyka i różnice poszczególnych form prawnych;• Obowiązki łączące się z wyborem konkretnej formy prawnej i sposób prowadzenia tej działalności;• Opodatkowanie działalności gospodarczej. Wybór formy opodatkowania;• Procedura przygotowania przedsiębiorstwa do prowadzonej działalności, wymagania niezbędne do spełnienia;• Odpowiednie zabezpieczenie własności intelektualnej;• Transformacja cyfrowa – ryzyka związane z transformacją cyfrową, niezbędne zabezpieczenia, wymagania prawne, sposób zabezpieczenia działalności;• Prawne aspekty marketingu;• Prowadzenie działalności w sieci Internet – wymagania związane z organizacją i prowadzeniem działalności dystrybuującej towary lub usługi za pośrednictwem sieci Internet;• Ryzyka i zagrożenia związane z prowadzeniem działalności w sieci Internet;• Ochrona danych osobowych w działalności gospodarczej;• Wybrane wyzwania prowadzenia działalności gospodarczej w Polsce;• Omówienie obecnych i nadchodzących nowelizacji i zmian prawnych.•
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna i rozumie ekonomiczne, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności StartUp'u
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności intelektualnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób pobudzający przedsiębiorczość w warunkach podwyższonego ryzyka
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-DSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,(Metody)-Inteligentne systemy-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie studentów z pojęciem optimum, warunkami koniecznymi i dostatecznymi optymalności dla zadań optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami, pozwalającymi na weryfikację poprawności uzyskiwanych z pakietów rozwiązań. Studenci zapoznają się również z pewnymi pakietami modelowania i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych (AMPL, MATLAB). Ponadto w ramach wykładu przedstawione zostaną elementy teorii dualności Lagrangea oraz wybrane metody numerycznego rozwiązywania zadań optymalizacji. Szczególnie dużo uwagi poświęca się zadaniom programowania liniowego i kwadratowego. Celem dodatkowym jest zapoznanie studentów z pewnymi rzeczywistymi zastosowaniami metod optymalizacyjnych, formułowaniem modeli optymalizacyjnych oraz różnymi problemami, z którymi mogą się zetknąć w trakcie ich rozwiązywania, jak również praktycznym wykorzystaniem istniejących pakietów optymalizacyjnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL (w ramach programowania liniowego również LP_SOLVE). Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania. Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników.</p>
---------	---

1. Zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego. (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ**
1. Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej. (2h)
 2. Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych. (2h)
 3. Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)
 4. Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych. (2h)
- PROGRAMOWANIE LINIOWE**
1. Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej. (2h)
 2. Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M"). (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI**
1. Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności. (2h)
 2. Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępów dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego. (2h)
- PROGRAMOWANIE KWADRATOWE**
1. Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami. (2h)
 2. Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami. (2h)
- METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI**
1. Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego. (2h)
 2. Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary. (2h)
 3. Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea. (2h)
 4. Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego. (2h)

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Znajomość podstawowych koncepcji teorii optymalizacji oraz własności standardowych zadań optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Znajomość metodyki formułowania zadań optymalizacji w obszarach projektowania sprzętu oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Znajomość podstaw działania oraz własności numerycznych technik optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Umiejętność prawidłowego formułowania zadania optymalizacji na podstawie opisu zadania inżynierskiego oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Umiejętność właściwego doboru algorytmów numerycznej optymalizacji – z uwzględnieniem cech szczególnych zadania (rozmiar zadania, dostępność wrażliwości, koszt obliczeń funkcji celu, funkcji ograniczeń, rodzaj ograniczeń)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Umiejętność przeprowadzenia optymalizacji przy użyciu bibliotek numerycznych (np. programu Matlab). Umiejętność oceny przebiegu optymalizacji i własności rozwiązania (poprawność, dokładność, uwarunkowanie numeryczne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi udokumentować proces rozwiązywania zadania projektowego oraz osiągnięte wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Kształcenie oparte o projekty)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,(Semestr 2 modelowy)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów, także w praktyce, z zagadnieniami cyberbezpieczeństwa specyficznymi dla systemów Internetu Rzeczy. Student uczy się rozpoznawać potencjalne podatności i zagrożenia występujące we współczesnych systemach łączności radiowej ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń i sieci klasy IoT oraz poznaje typowe techniki wykrywania i zapobiegania incydentom bezpieczeństwa.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	120.00 h
Projekt	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	12
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

1. Wprowadzenie do zagadnień bezpieczeństwa sieci IoT, modelowanie zagrożeń. Specyfika systemów IoT i kwestie bezpieczeństwa, przykłady incydentów. Standardy, frameworki, protokoły, stan prawny, kierunki rozwoju. Pojęcia constrained-node, constrained-networks. Identyfikacja zagrożeń. Łączność w sieciach IoT – przewodowa i bezprzewodowa. Tablica przeznaczeń częstotliwości. Źródła informacji o urządzeniach IoT (np. FCC ID, inżynieria odwrotna). Technika Software Defined Radio – charakterystyka i rola w systemach IoT Minimisja: Na przykładzie specyfikacji wybranych urządzeń elektronicznych z najbliższego otoczenia - samodzielna próba identyfikacji sposobu i parametrów komunikacji (np. częstotliwość, moc, standard telekomunikacyjny).
2. Protokoły sieciowe w IoT Podstawy najpopularniejszych protokołów sieciowych wykorzystywanych w sieciach IoT np. HTTP, MQTT, CoAP. Narzędzia do generowania żądań i analizy komunikacji (np. Postman, MQTT Explorer, Mosquitto, Wireshark). Biblioteki wspomagające implementację klienta/serwera np. w Pythonie. Podgląd komunikacji na poziomie pakietów TCP/IP – program Wireshark. Minimisja: Klient/serwer w Pythonie – uruchomienie i modyfikacja przykładów . Analiza przechwyconych żądań i odpowiedzi za pomocą Wireshark dla protokołów sieci IoT Minimisja: Wykorzystując dostępne online odbiorniki SDR, odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały radiowe.
3. Podstawy komunikacji radiowej Fale elektromagnetyczne – właściwości propagacyjne, modele propagacji. Obliczanie bilansu łącza. Sygnał radiowy – definicja, miary jakości, cechy charakterystyczne. Podstawowe schematy modulacji analogowych i cyfrowych. Podstawowe problemy związane z przesyłaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (np. stosunek sygnał-szum, zniekształcenia, synchronizacja, publiczność przekazu). Reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej - sygnał kwadraturowy (IQ). Wizualizacja sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości, czasu-częstotliwości. Parametry widmowe sygnałów różnych standardów, identyfikacja sygnałów. Minimisja: Zainstalować i uruchomić odbiornik SDR na własnym komputerze. Przy jego pomocy odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały dostępne lokalnie w eterze. Minimisja: Analiza literaturowa obecnego stanu techniki w zakresie bezpieczeństwa systemów bezprzewodowych powszechnego użytku
4. Podstawowe narzędzia do testów penetracyjnych w sieciach radiowych IoT Architektura Zero-IF w systemach SDR. Przykłady dostępnych komercyjnie urządzeń odbiorczych i nadawczo-odbiorczych SDR – przegląd, wady, zalety ze szczególnym uwzględnieniem cech szczególnie ważnych dla badania bezpieczeństwa sieci IoT. Analizator widma. Oprogramowanie do odbioru i analizy sygnałów radiowych, np. Universal Radio Hacker, GNU Radio Companion, Gqrx, SDR#, SDR Console, Audacity. Minimisja: Odbiór sygnałów z wybranego otwartego standardu za pomocą mobilnej platformy SDR. Dyskusja nad potencjalnymi zagrożeniami wynikającymi z otwartości przekazu.

5. Testy bezpieczeństwa w sieciach IoT. Badanie bezpieczeństwa systemu IoT w różnych warstwach: rekonesans sieciowy (odkrywanie hostów, identyfikacja systemów operacyjnych oraz wersji narzędzi, mapowanie topologii), badanie protokołów w łączach bezprzewodowych i przewodowych, atakowanie usług/protokołów, przegląd konfiguracji hostów, testowanie aplikacji mobilnych / webowych / chmurowych, warstwa sprzętowa, rekonesans pasywny / OSINT. Rekonesans pasywny w sieci bezprzewodowej na przykładzie nasłuchu transmisji radiowych przy użyciu odbiorników SDR oraz ogólnodostępnego oprogramowania. Źródła wiedzy o sygnałach radiowych. Ulot elektromagnetyczny, urządzenia klasy TEMPEST. Minimisja: Wykorzystanie narzędzi do automatycznego skanowania sieci i podatności urządzeń IoT. Minimisja: Przechwytywanie i analiza emisji ujawniającej – ulot elektromagnetyczny.
6. Rekonesans systemu radiowego. Zagrożenia wynikające z możliwości przechwycenia transmisji, zarejestrowania sygnału, jego analizy/dekodowania i retransmisji. Inżynieria odwrotna protokołów radiowych na przykładzie urządzeń klasy Sub-1GHz. Typowe elementy ramki radiowej (np. preambuła, payload, suma kontrolna). Systemy o stałym i zmiennym kluczu. Minimisja: Dekodowanie sygnałów z urządzeń powszechnego użytku, np. stacje pogodowe, wodomierze, piloty zdalnego sterowania
7. Ingerowanie w działanie systemów radiokomunikacyjnych – nadawanie sygnałów. Aspekty prawne. Przegląd urządzeń i podzespołów pozwalających wytwarzać sygnały radiowe: dedykowane dla określonych schematów modulacji oraz generatory przebiegów arbitralnych (określanych na podstawie próbek IQ). Odtwarzanie zarejestrowanego sygnału – atak typu replay. Modyfikacja zarejestrowanego sygnału. Ataki typu brute-force, jamming, spoofing, tampering. Minimisja: Zaimplementować nadajnik podszywający się pod oryginalny czujnik stacji pogodowej (atak typu spoofing). Minimisja: Przeprowadzić atak typu brute-force oraz jamming na wskazanym systemie IoT.
8. Sieci WiFi / Bluetooth Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Przeprowadzenie ataków typu deauthentication, jamming sieci WiFi. Minimisja: Podsluchiwanie klawiatury / myszki bezprzewodowej.
9. Systemy ZigBee i BLE Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Podsluch oraz atak typu replay względem wybranego urządzenia konsumenckiego pracującego w standardzie ZigBee. Minimisja: Analiza komunikacji BLE. Odczyt deskryptorów, autentykacja, MAC spoofing.

10. Systemy łączności dalekiego zasięgu (np. LoRa, GPS, DCF77, publiczne emisje rozsiewcze) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Właściwości i propagacja fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości i na dużych dystansach. Modele propagacyjne. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: przeprowadzić wybrany atak na sieć LoRa np. bitflip, replay, ack spoofing. Minimisja: przeprowadzić atak GPS spoofing.
11. Systemy łączności bliskiego zasięgu (np. RFID, NFC) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Systemy RFID aktywne i pasywne. Tagi RFID i ich zabezpieczenia. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Klonowanie tagów. Modyfikowanie zawartości tagów. Podsluchiwanie transmisji pomiędzy czytnikiem a tagiem.
12. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 1. Komunikacja i diagnostyka za pomocą interfejsów szeregowych. Inżynieria odwrotna urządzenia IoT: inspekcja zewnętrzna, pozyskiwanie wszelkich informacji o urządzeniu z różnych źródeł, inspekcja wewnętrzna, identyfikacja roli kluczowych komponentów. FCC ID. Wyszukiwanie oraz czytanie not katalogowych komponentów elektronicznych. Komunikacja szeregową UART – odczyt informacji diagnostycznych. Standardy RS-232 / RS-485 i sieci przemysłowe. Protokół Modbus – podgląd transmisji, sterowanie urządzeniami. Minimisja: Inżynieria odwrotna wskazanego urządzenia IoT. Minimisja: Komunikacja w sieci przemysłowej Modbus – nasłuch i ingerencja
13. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 2. Komunikacja pomiędzy podzespołami urządzenia IoT (np. SPI, I2C, 1-Wire). Komunikacja pomiędzy komponentami składowymi urządzeń IoT – protokoły szeregowo SPI, I2C, 1-Wire itp. Podglądanie komunikacji z układami peryferyjnymi – wykorzystanie oscyloskopu, analizatora stanów logicznych itp. Pozyskiwanie listy zajętych adresów na magistrali I2C. Inżynieria odwrotna protokołu komunikacji w przypadku, gdy nota katalogowa układu nie jest dostępna. Wysyłanie własnych komend do sprzętu. Minimisja: odczyt, modyfikacja i zapis szeregowo pamięci EEPROM przechowującej nastawy lub firmware urządzenia. Minimisja: podgląd komunikacji szeregowo pomiędzy mikrokontrolerem a czujnikiem

14. Bezpieczeństwo IoT – aspekty prawne, moralne i praktyczne. Audyt bezpieczeństwa. Regulacje prawne (w tym planowane regulacje EU) dotyczące bezpieczeństwa urządzeń i systemów IoT. Kwestia ochrony prywatności użytkowników urządzeń IoT, anonimizacja danych, ochrona danych przed podsłuchaniem, szyfrowanie. Nieoczywiste drogi do utraty/zabrania komuś elementów prywatności, np. profilowanie zachowań ludzi na podstawie pomiarów zużycia energii elektrycznej, wody itp., ułot elektromagnetyczny, kamery i analiza obrazu za pomocą sztucznej inteligencji. Wykorzystywanie publicznie dostępnych danych do nieoczywistych zastosowań, np. <https://dictatoralert.org/>. Dalsze kierunki rozwoju dla inżynierów bezpieczeństwa IoT, rynek pracy. Minimisja: przygotowanie i poprowadzenie prelekcji lub dyskusji na wybrany temat dotyczący bezpieczeństwa IoT.
15. Rezerwa, prezentacje końcowe projektów semestralnych. Seminarium podsumowujące zrealizowane projekty semestralne. Każdy z zespołów prezentuje przygotowane rozwiązanie techniczne oraz uzyskane wyniki z zakresu bezpieczeństwa i stabilności działania sieci. Omawiane są logi wykrytych i przeprowadzonych prób naruszeń integralności systemów. Dyskusja nad potencjalnymi podatnościami poszczególnych rozwiązań.

Część I

Projekt

Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT

- Zadaniem każdego z kilkusobowych zespołów studenckich jest zaprojektowanie i zaimplementowanie uproszczonego modelu niskobudżetowej, możliwie bezpiecznej sieci IoT, realizującej zadania z zakresu akwizycji danych lub / i sterowania, zgodne z zarysem założeń funkcjonalnych określonym przez prowadzącego zajęcia. Istotą zadania jest zaprojektowanie własnego sposobu komunikacji bezprzewodowej wykorzystującego scalone transceivery Sub-1GHz lub / i urządzenia SDR (wykluczone jest stosowanie fabrycznych rozwiązań oferujących wbudowane szyfrowanie, np. WiFi, BLE, LTE itp.). Zadanie obejmuje wybór schematu modulacji, projekt ramki radiowej, wybór lub projekt protokołu warstwy aplikacji, decyzje o tym, czy system jest jedno- czy dwukierunkowy (z potwierdzeniami), wybór algorytmu szyfrowania (lub jego braku) itp. oraz implementację modelu sieci z wykorzystaniem dostępnych komponentów (np. minikomputer jednoukładowy Raspberry Pi plus dołączony interfejs bezprzewodowy, czujnik lub / i element wykonawczy). Elementem zadania jest także wyposażenie sieci w mechanizmy pozwalające zorientować się, że ktoś próbuje naruszać jej integralność (monitorowanie ruchu). Zadanie kończy się przygotowaniem dokumentacji technicznej systemu, obejmującej m.in. specyfikację opracowanego protokołu radiowego, szczegóły implementacji, podjęte działania i zastosowane rozwiązania mające na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa sieci.
- Część 2 – przegląd bezpieczeństwa sieci IoT

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Działający model sieci dany zespół studentów przekazuje w ręce innego zespołu, w celu zweryfikowania jej bezpieczeństwa. Względem swojej sieci zespół występuje w roli Zespołu Broniącego, natomiast względem obcej sieci zespół pełni rolę Testera. Zadaniem Testera jest przeprowadzenie przeglądu bezpieczeństwa sieci podążając za zaleceniami (np. zgodnie z wybranym frameworkiem bezpieczeństwa) przedstawionymi przez prowadzącego zajęcia. Zespół Broniący udostępnia Testerom kod źródłowy stworzonego oprogramowania (np. poprzez repozytorium), ale nie hasła czy innego rodzaju klucze autoryzujące. Przegląd bezpieczeństwa polega zarówno na analizie kodu źródłowego jak również przeprowadzeniu prób spenetrowania sieci oraz złamania jej zabezpieczeń, w tym tych dotyczących komunikacji radiowej. Przeprowadzane próby są odnotowywane w sprawozdaniu, z uwzględnieniem typu, dokładnej daty i godziny prowadzonych działań, oraz szczegółów technicznych pozwalających na odtworzenie ataku w późniejszym terminie np. przez prowadzącego zajęcia lub Zespół Broniący w ramach zabezpieczenia swojego rozwiązania. Tester przedstawia sprawozdanie z przeprowadzonych badań, wskazując na wykryte podatności analizowanego systemu. Zadaniem Zespołu Broniącego na tym etapie jest przede wszystkim wychycenie prób spenetrowania oraz złamania zabezpieczeń własnej sieci. Do tego celu wykorzystane powinny zostać wbudowane w sieć rozwiązania monitorujące podejrzane zachowania (np. zaimplementowane w Części 1 monitorowanie ruchu). Zespół Broniący przedstawia sprawozdanie, w którym zamieszcza wiarygodne zestawienie wykrytych prób naruszenia integralności swojej sieci.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04

Część I

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, (Teleinformatyka - obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w zagadnienia związane z Internetem Rzeczy oraz nowoczesnymi systemami czujnikowymi. W trakcie zajęć przedstawione są konstrukcje, technologie wykonania i parametry typowych czujników oraz omawiane są kierunki rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe i innowacyjne czujniki drukowane. W ramach przedmiotu studenci zdobywają umiejętności praktycznego wykorzystywania sprzętu, oprogramowania i technologii transmisji danych do tworzenia w pełni funkcjonalnych systemów dla Internetu Rzeczy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

<p>Treści kształcenia</p>	<p>Treść zajęć laboratoryjnych: Zajęcia laboratoryjne wykonywane będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o ewaluacyjne zestawy wyposażone w mikrokontrolery ARM z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratoria będą składać się z 6 części, na których kolejno będą poruszane tematy niezbędne do realizacji dalszej części projektowej. Zajęcia laboratoryjne obejmą podstawowe zagadnienia związane z poruszaniem się w środowisku uruchomieniowym, inicjalizację i konfigurację mikrokontrolera, obsługę jego układów peryferyjnych takich jak: liczniki, system przerwań czy przetwornik A/C. Ważnym aspektem poruszonym na laboratoriach będzie komunikacja bezprzewodowa oraz obsługa czujników przy pomocy standardowych interfejsów komunikacyjnych takich jak: I2C, SPI czy UART. Zakres laboratoriów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. przygotowanie mikrokontrolera do pracy, sterowanie liniami portów we/wy, 2. konfiguracja wewnętrznych układów peryferyjnych mikrokontrolera, III. obsługa interfejsów RS232, I2C i SPI, <ol style="list-style-type: none"> 1. komunikacja z zewnętrznymi układami czujnikowymi: pomiar napięcia, temperatury, położenia, 2. tryby obniżonego poboru mocy, zasilanie bateryjne, 3. komunikacja bezprzewodowa przy pomocy standardu LoRa. <p>Treść zajęcia projektowych: Tematyka projektu będzie związana z budową systemów IoT wykorzystujących różne typy czujników. Systemach tych duży nacisk będzie położony na kreatywne i innowacyjne wykorzystanie czujników oraz syntezę danych pobieranych z kilku czujników jednocześnie. Układy pomiarowe będą zbudowane z gotowych modułów mikroprocesorowych oraz komunikacyjnych. Tematy projektów nie będą narzucane z góry, ale będą efektem analizy zapotrzebowania rynkowego. Elementem projektu będzie opracowanie pomysłu (problemu), jego analiza oraz wywiad wśród potencjalnych użytkowników. Projekt będzie składał się z kilku etapów: przygotowania i testowania rozwiązania problemu, identyfikacji potrzeb użytkownika, redefinicji problemu, przygotowania wstępnego prostego prototypu, testów prototypu, udoskonalenia rozwiązania i prezentacji efektów pracy. Grupy projektowe będą składały się z 3-5 osób. Każdy z członków grupy będzie miał swoją rolę w zespole, jak też przydzielone z tego tytułu zadania. Podczas realizacji projektu zakłada się wykorzystanie innowacyjnych form kształcenia, takich jak „Design Thinking” i „Double Diamond”.</p>
---------------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U12, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji oraz interpretacji, jak też poddawać krytycznej ocenie, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi przeprowadzić wywiad z użytkownikami systemu oraz identyfikować i odpowiednio realizować ich potrzeby i wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-TLTBM-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Elektronika i Informatyka w Medycynie
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELEIM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych układach stosowanych w układach transmisji bezprzewodowej: budową układów, ich oprogramowaniem i testowaniem.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wprowadzenie Sieci radiowe - standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów. Mikrokontroler jako element układu radiowego Budowa mikrokontrolerów Jednostka centralna, Generatory sygnałów zegarowych, Przerwania, Cyfrowe układy wejścia-wyjścia, Rodzaje pamięci, Układy czasowe, Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Dynamiczny dostęp do pamięci (DMA). Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe. Mikrokontrolery w układach transmisji bezprzewodowej Mikrokontrolery o pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii. Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M: Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex-M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjne, poboru energii). Tryby pracy układów. Oprogramowanie mikrokontrolerów Oprogramowanie jednowątkowe (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego. Systemy czasu rzeczywistego Działanie systemu czasu rzeczywistego (zadania, zdarzenia, synchronizacja zadań, obsługa przerwań, priorytetyzacja zadań), Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych. Klasyfikacja systemów (FreeRTOS, TI-RTOS embOS). Oprogramowanie sterujące transmisją wieloprotokółową Koncepcja i realizacja sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Środowiska i narzędzia programowe Przegląd środowisk programowania, Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie), Programatory, podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne. Ocena zużycia energii. Specyfika realizacja układów transmisji w przykładowych sieciach bezprzewodowych Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych Budowa typowych modemów IoT, Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem. Wykorzystanie stosów protokołów. Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN Budowa typowych układów LoRa, Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji. Układy transmisji w sieci WiFi Budowa i działanie modułów WiFi, komunikacja z modułami. Rozwiązania jednowątkowe. Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednowątkowe i z odrębnym układem radiowym.</p>
--------	---

Część I

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania.

- **Oprogramowanie układu nadajnika Bluetooth 5** W trakcie ćwiczenia studenci opracują i przetestują oprogramowanie układu SoC (System on Chip) firmy Nordic Semiconductors realizującego transmisję w standardzie Bluetooth 5. Oprogramowanie będzie działało w systemie operacyjnym RTOS. Zakres badań obejmuje weryfikację transmisji za pomocą aplikacji działającej na smartfonie, określenie poboru energii przez układ.
- **Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN** W trakcie ćwiczenia studenci połączą układ złożony z modułu uruchomieniowego procesora ARM i modułu radiowego sieci LoRaWAN, a następnie opracują program umożliwiający transmisję z użyciem różnych trybów pracy modułu radiowego. Transmitowane komunikaty będą analizowane za pomocą bramki sieci LoRa. Zakres badań obejmuje również obserwację sygnałów w łączy szeregowym pomiędzy układami, obserwację sygnałów w łączy radiowym - widma i czasu trwania pakietów, określenie poboru energii.
- **Badanie wpływu oprogramowania na pobór energii układu transmisji radiowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie i optymalizacja prostego oprogramowania mikrokontrolera z rodziny MSP430FR sterującego układem radiowym pracującym w paśmie 868 MHz. W trakcie ćwiczenia zostanie zbadany wpływ oprogramowania na pobór prądu przez opracowany układ. Zostaną przetestowane różne tryby pracy mikrokontrolera i układu radiowego.
- **Badanie układu transmisji wieloprotokółowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie oprogramowania umożliwiającego zmianę standardu łącza radiowego (Zigbee, Thread, Bluetooth 5) podczas pracy mikrokontrolera. W programowaniu zostaną wykorzystane funkcje sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Badania układu będą obejmowały obserwację sygnałów w.cz. nadawanych przez układ oraz obserwację poboru prądu podczas przełączania pomiędzy transmisjami.
- **Realizacja układu transmisji WLAN** W ramach ćwiczenia zadaniem studentów będzie polegało na dołączeniu do układu mikrokontrolera modułu WiFi, oprogramowanie mikrokontrolera i przeprowadzenie testów układu polegających na weryfikacji funkcjonalnej za pomocą programu Wireshark oraz obserwacji poboru prądu przez układ w różnych fazach transmisji. Opracowany układ będzie współpracował ze standardowym ruterem sieci WiFi.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
------------	-----

Część I

Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDYM
Nazwa przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Aparatura medyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	20

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Prowadzenie i dokumentowanie zaplanowanych prac badawczych. Weryfikacja, uzyskanych rezultatów prac. Opracowanie wniosków oraz zaplanowanie i przeprowadzenie ewentualnych korekt i uzupełnień. Przygotowanie materiału do edycji pracy magisterskiej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	150.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	20
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Przygotowanie Pracy Dyplomowej Magisterskiej to najintensywniejsza część procesu dyplomowania. W ramach zajęć w zależności od specyfiki realizowanej pracy wykonywane są zasadnicze działania badawcze z wykorzystaniem przewidzianej bazy dydaktycznej (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji. We współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o sposobie opisu i wykorzystania uzyskanych wyników w pracy magisterskiej. Oceniana jest zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Uzyskane wyniki prac są na bieżąco oceniane przez Promotora. Ich końcowym efektem jest zredagowana praca magisterska przygotowana do przeprowadzenia obrony.
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I	
Opis	ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie związanym z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-EDYM
Nazwa przedmiotu	Redakcja i edycja pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Aparatura medyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI,(Edycja pracy dyplomowej)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	0

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej zgodnie z wymogami stawianymi dokumentom technicznym i naukowym oraz formalnymi wymaganiami opisanymi w zarządzeniu Rektora.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	0
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none">1. Sformułowanie problemu (tematu) pracy i określenie celu pracy (opis zawierający przegląd piśmiennictwa z przedmiotowego zakresu, dyskusje z promotorem, uwzględnienie dyskusji seminaryjnych;2. dobór literatury (bazy bibliograficzne: IEEE Xplore, Scopus, WoS);3. analiza problemu i synteza rozwiązania, konceptualizacja i operacjonalizacja problemu (na podstawie dyskusji z promotorem i dyskusji seminaryjnych przeprowadzonych w ramach pracowni problemowych i seminariów);4. przygotowanie konspektu pracy;5. przygotowanie kolejnych rozdziałów pracy (dyskusje z promotorem w ramach PDYM i PDMGR, dyskusje seminaryjne na SDM1 i SDM2);6. korekty merytoryczne i językowe;7. Złożenie pracy w sekretariacie dydaktycznym instytutu dyplomującego.
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, pogłębioną i rozszerzoną wiedzę ogólną, obejmującą współczesną terminologię, teorie i metodologię z zakresu nauk technicznych i dyscyplin naukowych, właściwych dla elektroniki (AEEiTK oraz ITT), pozwalające na tworzenie profesjonalnych opisów technicznych, prac badawczych, i eksperymentów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wyszukiwać, analizować, oceniać, selekcjonować i integrować informację z różnych źródeł oraz formułować na tej podstawie krytyczne sądy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Posiada pogłębione umiejętności badawcze obejmujące analizę prac innych autorów, syntezę różnych metod projektowych, teoretycznych, i konstruowanie narzędzi badawczych, opracowanie i prezentację wyników, pozwalające na rozwiązywanie złożonych problemów w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych AEEiTK oraz ITT.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U05, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Posiada pogłębioną umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych w języku polskim oraz języku angielskim w dyscyplinach AEEiTK oraz ITT.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-EMDS2
Nazwa przedmiotu	Master Diploma Seminar 2
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)--mgr.-EITI,(Semestr 4 modelowy)-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	ELSEW-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	The seminar (SDM2) aims to more qualitatively and productively explore particular topics of the master theses. In this student-centered approach to the course, students with sufficient preparation will lead the conversation and discuss the ideas that result from their pre-reading of selected scientific topics related to their theses. Moreover, the students write their own short scientific papers, which will be peer-reviewed.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none">1. Lecture on "why and how to write a master's thesis and presentation" and writing perfect technical and scientific texts.2. How to prepare summaries for master's theses; advancing teamwork (with the entire dean's group) on substantive, logical, and grammatical editing of master theses.3. How do you prepare a presentation to defend the thesis? Working together (with the entire dean's group) under the supervision of the coordinator on the editing - substantive, logical, grammatical, and visual.4. Developing own conference publication for a "mock" conference, meeting all the formalities of a "real" publication (p2p reviews, placing materials on the publisher's server, etc.).5. How to prepare reviews? Review of three conference papers under the supervision of the seminar coordinator.6. Discussion on the publications mentioned earlier and their reviews.
--------------------	---

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Students know how to conduct an experiment that is correct from the point of view of scientific research methodology.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Students know and understand the basics of scientific research methodology in electronics-related disciplines.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Students are able to use selected theories, methods, and tools in the practice of designing and implementing research.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Students are able to conduct research in order to prepare a master's thesis.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Students are able to prepare a short technical document or scientific report in English.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U06, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Students can formulate research hypotheses and verify them.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	The graduates are ready to justify their views in a master's thesis and other forms of communication.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-DSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,(Metody)-Inteligentne systemy-mgr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie studentów z pojęciem optimum, warunkami koniecznymi i dostatecznymi optymalności dla zadań optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami, pozwalającymi na weryfikację poprawności uzyskiwanych z pakietów rozwiązań. Studenci zapoznają się również z pewnymi pakietami modelowania i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych (AMPL, MATLAB). Ponadto w ramach wykładu przedstawione zostaną elementy teorii dualności Lagrangea oraz wybrane metody numerycznego rozwiązywania zadań optymalizacji. Szczególnie dużo uwagi poświęca się zadaniom programowania liniowego i kwadratowego. Celem dodatkowym jest zapoznanie studentów z pewnymi rzeczywistymi zastosowaniami metod optymalizacyjnych, formułowaniem modeli optymalizacyjnych oraz różnymi problemami, z którymi mogą się zetknąć w trakcie ich rozwiązywania, jak również praktycznym wykorzystaniem istniejących pakietów optymalizacyjnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL (w ramach programowania liniowego również LP_SOLVE). Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania. Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników.</p>
---------	---

1. Zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego. (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ**
1. Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej. (2h)
 2. Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych. (2h)
 3. Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)
 4. Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych. (2h)
- PROGRAMOWANIE LINIOWE**
1. Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej. (2h)
 2. Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M"). (2h)
- OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI**
1. Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności. (2h)
 2. Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępów dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego. (2h)
- PROGRAMOWANIE KWADRATOWE**
1. Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami. (2h)
 2. Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami. (2h)
- METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI**
1. Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego. (2h)
 2. Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary. (2h)
 3. Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea. (2h)
 4. Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego. (2h)

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Znajomość podstawowych koncepcji teorii optymalizacji oraz własności standardowych zadań optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Znajomość metodyki formułowania zadań optymalizacji w obszarach projektowania sprzętu oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Znajomość podstaw działania oraz własności numerycznych technik optymalizacji statycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Umiejętność prawidłowego formułowania zadania optymalizacji na podstawie opisu zadania inżynierskiego oraz modelowania parametrycznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Umiejętność właściwego doboru algorytmów numerycznej optymalizacji – z uwzględnieniem cech szczególnych zadania (rozmiar zadania, dostępność wrażliwości, koszt obliczeń funkcji celu, funkcji ograniczeń, rodzaj ograniczeń)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Umiejętność przeprowadzenia optymalizacji przy użyciu bibliotek numerycznych (np. programu Matlab). Umiejętność oceny przebiegu optymalizacji i własności rozwiązania (poprawność, dokładność, uwarunkowanie numeryczne)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi udokumentować proces rozwiązywania zadania projektowego oraz osiągnięte wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Kształcenie oparte o projekty)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI,(Semestr 2 modelowy)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów, także w praktyce, z zagadnieniami cyberbezpieczeństwa specyficznymi dla systemów Internetu Rzeczy. Student uczy się rozpoznawać potencjalne podatności i zagrożenia występujące we współczesnych systemach łączności radiowej ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń i sieci klasy IoT oraz poznaje typowe techniki wykrywania i zapobiegania incydentom bezpieczeństwa.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	120.00 h
Projekt	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	12
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

1. Wprowadzenie do zagadnień bezpieczeństwa sieci IoT, modelowanie zagrożeń. Specyfika systemów IoT i kwestie bezpieczeństwa, przykłady incydentów. Standardy, frameworki, protokoły, stan prawny, kierunki rozwoju. Pojęcia constrained-node, constrained-networks. Identyfikacja zagrożeń. Łączność w sieciach IoT – przewodowa i bezprzewodowa. Tablica przeznaczeń częstotliwości. Źródła informacji o urządzeniach IoT (np. FCC ID, inżynieria odwrotna). Technika Software Defined Radio – charakterystyka i rola w systemach IoT Minimisja: Na przykładzie specyfikacji wybranych urządzeń elektronicznych z najbliższego otoczenia - samodzielna próba identyfikacji sposobu i parametrów komunikacji (np. częstotliwość, moc, standard telekomunikacyjny).
2. Protokoły sieciowe w IoT Podstawy najpopularniejszych protokołów sieciowych wykorzystywanych w sieciach IoT np. HTTP, MQTT, CoAP. Narzędzia do generowania żądań i analizy komunikacji (np. Postman, MQTT Explorer, Mosquitto, Wireshark). Biblioteki wspomagające implementację klienta/serwera np. w Pythonie. Podgląd komunikacji na poziomie pakietów TCP/IP – program Wireshark. Minimisja: Klient/serwer w Pythonie – uruchomienie i modyfikacja przykładów . Analiza przechwyconych żądań i odpowiedzi za pomocą Wireshark dla protokołów sieci IoT Minimisja: Wykorzystując dostępne online odbiorniki SDR, odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały radiowe.
3. Podstawy komunikacji radiowej Fale elektromagnetyczne – właściwości propagacyjne, modele propagacji. Obliczanie bilansu łącza. Sygnał radiowy – definicja, miary jakości, cechy charakterystyczne. Podstawowe schematy modulacji analogowych i cyfrowych. Podstawowe problemy związane z przesyłaniem informacji za pomocą sygnału radiowego (np. stosunek sygnał-szum, zniekształcenia, synchronizacja, publiczność przekazu). Reprezentacja sygnału radiowego w domenie cyfrowej - sygnał kwadraturowy (IQ). Wizualizacja sygnału w dziedzinie czasu, częstotliwości, czasu-częstotliwości. Parametry widmowe sygnałów różnych standardów, identyfikacja sygnałów. Minimisja: Zainstalować i uruchomić odbiornik SDR na własnym komputerze. Przy jego pomocy odebrać i spróbować zidentyfikować wybrane sygnały dostępne lokalnie w eterze. Minimisja: Analiza literaturowa obecnego stanu techniki w zakresie bezpieczeństwa systemów bezprzewodowych powszechnego użytku
4. Podstawowe narzędzia do testów penetracyjnych w sieciach radiowych IoT Architektura Zero-IF w systemach SDR. Przykłady dostępnych komercyjnie urządzeń odbiorczych i nadawczo-odbiorczych SDR – przegląd, wady, zalety ze szczególnym uwzględnieniem cech szczególnie ważnych dla badania bezpieczeństwa sieci IoT. Analizator widma. Oprogramowanie do odbioru i analizy sygnałów radiowych, np. Universal Radio Hacker, GNU Radio Companion, Gqrx, SDR#, SDR Console, Audacity. Minimisja: Odbiór sygnałów z wybranego otwartego standardu za pomocą mobilnej platformy SDR. Dyskusja nad potencjalnymi zagrożeniami wynikającymi z otwartości przekazu.

5. Testy bezpieczeństwa w sieciach IoT. Badanie bezpieczeństwa systemu IoT w różnych warstwach: rekonesans sieciowy (odkrywanie hostów, identyfikacja systemów operacyjnych oraz wersji narzędzi, mapowanie topologii), badanie protokołów w łączach bezprzewodowych i przewodowych, atakowanie usług/protokołów, przegląd konfiguracji hostów, testowanie aplikacji mobilnych / webowych / chmurowych, warstwa sprzętowa, rekonesans pasywny / OSINT. Rekonesans pasywny w sieci bezprzewodowej na przykładzie nasłuchu transmisji radiowych przy użyciu odbiorników SDR oraz ogólnodostępnego oprogramowania. Źródła wiedzy o sygnałach radiowych. Ulot elektromagnetyczny, urządzenia klasy TEMPEST. Minimisja: Wykorzystanie narzędzi do automatycznego skanowania sieci i podatności urządzeń IoT. Minimisja: Przechwytywanie i analiza emisji ujawniającej – ulot elektromagnetyczny.
6. Rekonesans systemu radiowego. Zagrożenia wynikające z możliwości przechwycenia transmisji, zarejestrowania sygnału, jego analizy/dekodowania i retransmisji. Inżynieria odwrotna protokołów radiowych na przykładzie urządzeń klasy Sub-1GHz. Typowe elementy ramki radiowej (np. preambuła, payload, suma kontrolna). Systemy o stałym i zmiennym kluczu. Minimisja: Dekodowanie sygnałów z urządzeń powszechnego użytku, np. stacje pogodowe, wodomierze, piloty zdalnego sterowania
7. Ingerowanie w działanie systemów radiokomunikacyjnych – nadawanie sygnałów. Aspekty prawne. Przegląd urządzeń i podzespołów pozwalających wytwarzać sygnały radiowe: dedykowane dla określonych schematów modulacji oraz generatory przebiegów arbitralnych (określanych na podstawie próbek IQ). Odtwarzanie zarejestrowanego sygnału – atak typu replay. Modyfikacja zarejestrowanego sygnału. Ataki typu brute-force, jamming, spoofing, tampering. Minimisja: Zaimplementować nadajnik podszywający się pod oryginalny czujnik stacji pogodowej (atak typu spoofing). Minimisja: Przeprowadzić atak typu brute-force oraz jamming na wskazanym systemie IoT.
8. Sieci WiFi / Bluetooth Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Przeprowadzenie ataków typu deauthentication, jamming sieci WiFi. Minimisja: Podsluchiwanie klawiatury / myszki bezprzewodowej.
9. Systemy ZigBee i BLE Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Podsluch oraz atak typu replay względem wybranego urządzenia konsumenckiego pracującego w standardzie ZigBee. Minimisja: Analiza komunikacji BLE. Odczyt deskryptorów, autentykacja, MAC spoofing.

10. Systemy łączności dalekiego zasięgu (np. LoRa, GPS, DCF77, publiczne emisje rozsiewcze) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Właściwości i propagacja fal elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości i na dużych dystansach. Modele propagacyjne. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: przeprowadzić wybrany atak na sieć LoRa np. bitflip, replay, ack spoofing. Minimisja: przeprowadzić atak GPS spoofing.
11. Systemy łączności bliskiego zasięgu (np. RFID, NFC) Organizacja łączności, charakterystyka komunikacji w warstwie radiowej, techniki zabezpieczeń. Systemy RFID aktywne i pasywne. Tagi RFID i ich zabezpieczenia. Znane podatności, narzędzia i techniki ataku. Minimisja: Klonowanie tagów. Modyfikowanie zawartości tagów. Podsluchiwanie transmisji pomiędzy czytnikiem a tagiem.
12. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 1. Komunikacja i diagnostyka za pomocą interfejsów szeregowych. Inżynieria odwrotna urządzenia IoT: inspekcja zewnętrzna, pozyskiwanie wszelkich informacji o urządzeniu z różnych źródeł, inspekcja wewnętrzna, identyfikacja roli kluczowych komponentów. FCC ID. Wyszukiwanie oraz czytanie not katalogowych komponentów elektronicznych. Komunikacja szeregową UART – odczyt informacji diagnostycznych. Standardy RS-232 / RS-485 i sieci przemysłowe. Protokół Modbus – podgląd transmisji, sterowanie urządzeniami. Minimisja: Inżynieria odwrotna wskazanego urządzenia IoT. Minimisja: Komunikacja w sieci przemysłowej Modbus – nasłuch i ingerencja
13. Inżynieria odwrotna urządzeń IoT – część 2. Komunikacja pomiędzy podzespołami urządzenia IoT (np. SPI, I2C, 1-Wire). Komunikacja pomiędzy komponentami składowymi urządzeń IoT – protokoły szeregowo SPI, I2C, 1-Wire itp. Podglądanie komunikacji z układami peryferyjnymi – wykorzystanie oscyloskopu, analizatora stanów logicznych itp. Pozyskiwanie listy zajętych adresów na magistrali I2C. Inżynieria odwrotna protokołu komunikacji w przypadku, gdy nota katalogowa układu nie jest dostępna. Wysyłanie własnych komend do sprzętu. Minimisja: odczyt, modyfikacja i zapis szeregowo pamięci EEPROM przechowującej nastawy lub firmware urządzenia. Minimisja: podgląd komunikacji szeregowo pomiędzy mikrokontrolerem a czujnikiem

14. Bezpieczeństwo IoT – aspekty prawne, moralne i praktyczne. Audyt bezpieczeństwa. Regulacje prawne (w tym planowane regulacje EU) dotyczące bezpieczeństwa urządzeń i systemów IoT. Kwestia ochrony prywatności użytkowników urządzeń IoT, anonimizacja danych, ochrona danych przed podsłuchaniem, szyfrowanie. Nieoczywiste drogi do utraty/zabrania komuś elementów prywatności, np. profilowanie zachowań ludzi na podstawie pomiarów zużycia energii elektrycznej, wody itp., ułot elektromagnetyczny, kamery i analiza obrazu za pomocą sztucznej inteligencji. Wykorzystywanie publicznie dostępnych danych do nieoczywistych zastosowań, np. <https://dictatoralert.org/>. Dalsze kierunki rozwoju dla inżynierów bezpieczeństwa IoT, rynek pracy. Minimisja: przygotowanie i poprowadzenie prelekcji lub dyskusji na wybrany temat dotyczący bezpieczeństwa IoT.
15. Rezerwa, prezentacje końcowe projektów semestralnych. Seminarium podsumowujące zrealizowane projekty semestralne. Każdy z zespołów prezentuje przygotowane rozwiązanie techniczne oraz uzyskane wyniki z zakresu bezpieczeństwa i stabilności działania sieci. Omawiane są logi wykrytych i przeprowadzonych prób naruszeń integralności systemów. Dyskusja nad potencjalnymi podatnościami poszczególnych rozwiązań.

Część I

Projekt

Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT

- Zadaniem każdego z kilkuosobowych zespołów studenckich jest zaprojektowanie i zaimplementowanie uproszczonego modelu niskobudżetowej, możliwie bezpiecznej sieci IoT, realizującej zadania z zakresu akwizycji danych lub / i sterowania, zgodne z zarysem założeń funkcjonalnych określonym przez prowadzącego zajęcia. Istotą zadania jest zaprojektowanie własnego sposobu komunikacji bezprzewodowej wykorzystującego scalone transceivery Sub-1GHz lub / i urządzenia SDR (wykluczone jest stosowanie fabrycznych rozwiązań oferujących wbudowane szyfrowanie, np. WiFi, BLE, LTE itp.). Zadanie obejmuje wybór schematu modulacji, projekt ramki radiowej, wybór lub projekt protokołu warstwy aplikacji, decyzje o tym, czy system jest jedno- czy dwukierunkowy (z potwierdzeniami), wybór algorytmu szyfrowania (lub jego braku) itp. oraz implementację modelu sieci z wykorzystaniem dostępnych komponentów (np. minikomputer jednokładowy Raspberry Pi plus dołączony interfejs bezprzewodowy, czujnik lub / i element wykonawczy). Elementem zadania jest także wyposażenie sieci w mechanizmy pozwalające zorientować się, że ktoś próbuje naruszać jej integralność (monitorowanie ruchu). Zadanie kończy się przygotowaniem dokumentacji technicznej systemu, obejmującej m.in. specyfikację opracowanego protokołu radiowego, szczegóły implementacji, podjęte działania i zastosowane rozwiązania mające na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa sieci.
- Część 2 – przegląd bezpieczeństwa sieci IoT

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> Działający model sieci dany zespół studentów przekazuje w ręce innego zespołu, w celu zweryfikowania jej bezpieczeństwa. Względem swojej sieci zespół występuje w roli Zespołu Broniącego, natomiast względem obcej sieci zespół pełni rolę Testera. Zadaniem Testera jest przeprowadzenie przeglądu bezpieczeństwa sieci podążając za zaleceniami (np. zgodnie z wybranym frameworkiem bezpieczeństwa) przedstawionymi przez prowadzącego zajęcia. Zespół Broniący udostępnia Testerom kod źródłowy stworzonego oprogramowania (np. poprzez repozytorium), ale nie hasła czy innego rodzaju klucze autoryzujące. Przegląd bezpieczeństwa polega zarówno na analizie kodu źródłowego jak również przeprowadzeniu prób spenetrowania sieci oraz złamania jej zabezpieczeń, w tym tych dotyczących komunikacji radiowej. Przeprowadzane próby są odnotowywane w sprawozdaniu, z uwzględnieniem typu, dokładnej daty i godziny prowadzonych działań, oraz szczegółów technicznych pozwalających na odtworzenie ataku w późniejszym terminie np. przez prowadzącego zajęcia lub Zespół Broniący w ramach zabezpieczenia swojego rozwiązania. Tester przedstawia sprawozdanie z przeprowadzonych badań, wskazując na wykryte podatności analizowanego systemu. Zadaniem Zespołu Broniącego na tym etapie jest przede wszystkim wychycenie prób spenetrowania oraz złamania zabezpieczeń własnej sieci. Do tego celu wykorzystane powinny zostać wbudowane w sieć rozwiązania monitorujące podejrzane zachowania (np. zaimplementowane w Części 1 monitorowanie ruchu). Zespół Broniący przedstawia sprawozdanie, w którym zamieszcza wiarygodne zestawienie wykrytych prób naruszenia integralności swojej sieci.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W04

Część I

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U11, U12, U13, U15, U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U07, U10, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, (Teleinformatyka - obieralne)-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,(Przedmioty obieralne)-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w zagadnienia związane z Internetem Rzeczy oraz nowoczesnymi systemami czujnikowymi. W trakcie zajęć przedstawione są konstrukcje, technologie wykonania i parametry typowych czujników oraz omawiane są kierunki rozwoju poszczególnych typów czujników ze szczególnym zwróceniem uwagi na czujniki półprzewodnikowe i innowacyjne czujniki drukowane. W ramach przedmiotu studenci zdobywają umiejętności praktycznego wykorzystywania sprzętu, oprogramowania i technologii transmisji danych do tworzenia w pełni funkcjonalnych systemów dla Internetu Rzeczy.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Zajęcia zintegrowane	60.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

<p>Treści kształcenia</p>	<p>Treść zajęć laboratoryjnych: Zajęcia laboratoryjne wykonywane będą w zespołach dwuosobowych w oparciu o ewaluacyjne zestawy wyposażone w mikrokontrolery ARM z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratoria będą składać się z 6 części, na których kolejno będą poruszane tematy niezbędne do realizacji dalszej części projektowej. Zajęcia laboratoryjne obejmą podstawowe zagadnienia związane z poruszaniem się w środowisku uruchomieniowym, inicjalizację i konfigurację mikrokontrolera, obsługę jego układów peryferyjnych takich jak: liczniki, system przerwań czy przetwornik A/C. Ważnym aspektem poruszonym na laboratoriach będzie komunikacja bezprzewodowa oraz obsługa czujników przy pomocy standardowych interfejsów komunikacyjnych takich jak: I2C, SPI czy UART. Zakres laboratoriów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. przygotowanie mikrokontrolera do pracy, sterowanie liniami portów we/wy, 2. konfiguracja wewnętrznych układów peryferyjnych mikrokontrolera, <p>III. obsługa interfejsów RS232, I2C i SPI,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. komunikacja z zewnętrznymi układami czujnikowymi: pomiar napięcia, temperatury, położenia, 2. tryby obniżonego poboru mocy, zasilanie bateryjne, 3. komunikacja bezprzewodowa przy pomocy standardu LoRa. <p>Treść zajęcia projektowych: Tematyka projektu będzie związana z budową systemów IoT wykorzystujących różne typy czujników. systemach tych duży nacisk będzie położony na kreatywne i innowacyjne wykorzystanie czujników oraz syntezę danych pobieranych z kilku czujników jednocześnie. Układy pomiarowe będą zbudowane z gotowych modułów mikroprocesorowych oraz komunikacyjnych. Tematy projektów nie będą narzucane z góry, ale będą efektem analizy zapotrzebowania rynkowego. Elementem projektu będzie opracowanie pomysłu (problemu), jego analiza oraz wywiad wśród potencjalnych użytkowników. Projekt będzie składał się z kilku etapów: przygotowania i testowania rozwiązania problemu, identyfikacji potrzeb użytkownika, redefinicji problemu, przygotowania wstępnego prostego prototypu, testów prototypu, udoskonalenia rozwiązania i prezentacji efektów pracy. Grupy projektowe będą składały się z 3-5 osób. Każdy z członków grupy będzie miał swoją rolę w zespole, jak też przydzielone z tego tytułu zadania. Podczas realizacji projektu zakłada się wykorzystanie innowacyjnych form kształcenia, takich jak „Design Thinking” i „Double Diamond”.</p>
---------------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U12, U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi samodzielnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonując ich selekcji oraz interpretacji, jak też poddawać krytycznej ocenie, integrować uzyskane informacje, wyciągając wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Potrafi przeprowadzić wywiad z użytkownikami systemu oraz identyfikować i odpowiednio realizować ich potrzeby i wymagania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-TLTBM-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Elektroniczne i Wbudowane
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSEW-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych układach stosowanych w układach transmisji bezprzewodowej: budową układów, ich oprogramowaniem i testowaniem.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wprowadzenie Sieci radiowe - standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów. Mikrokontroler jako element układu radiowego Budowa mikrokontrolerów Jednostka centralna, Generatory sygnałów zegarowych, Przerwania, Cyfrowe układy wejścia-wyjścia, Rodzaje pamięci, Układy czasowe, Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Dynamiczny dostęp do pamięci (DMA). Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe. Mikrokontrolery w układach transmisji bezprzewodowej Mikrokontrolery o pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii. Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M: Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex-M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjne, poboru energii). Tryby pracy układów. Oprogramowanie mikrokontrolerów Oprogramowanie jednowątkowe (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego. Systemy czasu rzeczywistego Działanie systemu czasu rzeczywistego (zadania, zdarzenia, synchronizacja zadań, obsługa przerwań, priorytetyzacja zadań), Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych. Klasyfikacja systemów (FreeRTOS, TI-RTOS embOS). Oprogramowanie sterujące transmisją wieloprotokółową Koncepcja i realizacja sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Środowiska i narzędzia programowe Przegląd środowisk programowania, Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie), Programatory, podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne. Ocena zużycia energii. Specyfika realizacja układów transmisji w przykładowych sieciach bezprzewodowych Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych Budowa typowych modemów IoT, Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem. Wykorzystanie stosów protokołów. Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN Budowa typowych układów LoRa, Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji. Układy transmisji w sieci WiFi Budowa i działanie modułów WiFi, komunikacja z modułami. Rozwiązania jednowątkowe. Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednowątkowe i z odrębnym układem radiowym.</p>
--------	---

Część I

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania.

- **Oprogramowanie układu nadajnika Bluetooth 5** W trakcie ćwiczenia studenci opracują i przetestują oprogramowanie układu SoC (System on Chip) firmy Nordic Semiconductors realizującego transmisję w standardzie Bluetooth 5. Oprogramowanie będzie działało w systemie operacyjnym RTOS. Zakres badań obejmuje weryfikację transmisji za pomocą aplikacji działającej na smartfonie, określenie poboru energii przez układ.
- **Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN** W trakcie ćwiczenia studenci połączą układ złożony z modułu uruchomieniowego procesora ARM i modułu radiowego sieci LoRaWAN, a następnie opracują program umożliwiający transmisję z użyciem różnych trybów pracy modułu radiowego. Transmitowane komunikaty będą analizowane za pomocą bramki sieci LoRa. Zakres badań obejmuje również obserwację sygnałów w łączy szeregowym pomiędzy układami, obserwację sygnałów w łączy radiowym - widma i czasu trwania pakietów, określenie poboru energii.
- **Badanie wpływu oprogramowania na pobór energii układu transmisji radiowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie i optymalizacja prostego oprogramowania mikrokontrolera z rodziny MSP430FR sterującego układem radiowym pracującym w paśmie 868 MHz. W trakcie ćwiczenia zostanie zbadany wpływ oprogramowania na pobór prądu przez opracowany układ. Zostaną przetestowane różne tryby pracy mikrokontrolera i układu radiowego.
- **Badanie układu transmisji wieloprotokółowej** Zadaniem studentów będzie opracowanie oprogramowania umożliwiającego zmianę standardu łącza radiowego (Zigbee, Thread, Bluetooth 5) podczas pracy mikrokontrolera. W programowaniu zostaną wykorzystane funkcje sterownika DMM (Dynamic Multi-protocol Manager). Badania układu będą obejmowały obserwację sygnałów w.cz. nadawanych przez układ oraz obserwację poboru prądu podczas przełączania pomiędzy transmisjami.
- **Realizacja układu transmisji WLAN** W ramach ćwiczenia zadaniem studentów będzie polegało na dołączeniu do układu mikrokontrolera modułu WiFi, oprogramowanie mikrokontrolera i przeprowadzenie testów układu polegających na weryfikacji funkcjonalnej za pomocą programu Wireshark oraz obserwacji poboru prądu przez układ w różnych fazach transmisji. Opracowany układ będzie współpracował ze standardowym ruterem sieci WiFi.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
------------	-----

Część I

Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-SDM2
Nazwa przedmiotu	Seminarium dyplomowe magisterskie 2
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Seminarium (SDM2) ma na celu bardziej jakościowe i produktywnie zgłębienie poszczególnych tematów prac magisterskich. W tym podejściu do kursu skoncentrowanym na studencie, odpowiednio przygotowani studenci poprowadzą rozmowę i omówią pomysły, które wynikają z ich wstępnej lektury wybranych tematów naukowych związanych z ich pracami dyplomowymi. Ponadto studenci piszą własne, krótkie prace naukowe, które będą recenzowane.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	2
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none">1. Wykład na temat "po co i jak piszemy pracę magisterską i prezentację", tekst techniczny a tekst naukowy.2. Przygotowanie streszczenia do swoich prac magisterskich i wspólna (całą grupą dziekańską) praca nad ich redakcją - merytoryczną, logiczną, gramatyczną.3. Opracowanie prezentacji na obronę pracy a następnie wspólna (całą grupą dziekańską) praca pod nadzorem koordynatora nad redakcją - merytoryczną, logiczną, gramatyczną i wizualną.4. Opracowanie własnej publikację konferencyjnej na „pozorowaną” konferencję, przy spełnieniu wszystkich formalizmów „prawdziwej” publikacji (recenzje p2p, umieszczanie materiałów na serwerze wydawnictwa, itd.).5. Jak przygotować recenzje? Recenzja trzech prac konferencyjnych pod okiem koordynatora seminarium.6. Omawianie w/w publikacji i ich recenzji
--------------------	--

Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Student wie w jaki sposób przeprowadzić eksperyment poprawny z punktu widzenia metodologii badań naukowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Student zna i rozumie podstawy metodologii badań naukowych w dyscyplinach powiązanych z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Student potrafi wykorzystywać wybrane teorie, metody i narzędzia w praktyce projektowania i realizacji badań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Student potrafi prowadzić prace badawcze w celu przygotowania pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Student potrafi przygotować krótki dokument techniczny lub doniesienie naukowe w języku angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U06, U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDYM
Nazwa przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Aparatura medyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	20

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Prowadzenie i dokumentowanie zaplanowanych prac badawczych. Weryfikacja, uzyskanych rezultatów prac. Opracowanie wniosków oraz zaplanowanie i przeprowadzenie ewentualnych korekt i uzupełnień. Przygotowanie materiału do edycji pracy magisterskiej.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	150.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	20
---------------------	----

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	Przygotowanie Pracy Dyplomowej Magisterskiej to najintensywniejsza część procesu dyplomowania. W ramach zajęć w zależności od specyfiki realizowanej pracy wykonywane są zasadnicze działania badawcze z wykorzystaniem przewidzianej bazy dydaktycznej (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji. We współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o sposobie opisu i wykorzystania uzyskanych wyników w pracy magisterskiej. Oceniana jest zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Uzyskane wyniki prac są na bieżąco oceniane przez Promotora. Ich końcowym efektem jest zredagowana praca magisterska przygotowana do przeprowadzenia obrony.
--------------------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

Część I

Opis	ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie związanym z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-EDYM
Nazwa przedmiotu	Redakcja i edycja pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Dyplomowanie)-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Aparatura medyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, (Dyplomowanie)--mgr.-EITI,(Edycja pracy dyplomowej)--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	0

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej zgodnie z wymogami stawianymi dokumentom technicznym i naukowym oraz formalnymi wymaganiami opisanymi w zarządzeniu Rektora.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	0
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sformułowanie problemu (tematu) pracy i określenie celu pracy (opis zawierający przegląd piśmiennictwa z przedmiotowego zakresu, dyskusje z promotorem, uwzględnienie dyskusji seminaryjnych; 2. dobór literatury (bazy bibliograficzne: IEEE Xplore, Scopus, WoS); 3. analiza problemu i synteza rozwiązania, konceptualizacja i operacjonalizacja problemu (na podstawie dyskusji z promotorem i dyskusji seminaryjnych przeprowadzonych w ramach pracowni problemowych i seminariów); 4. przygotowanie konspektu pracy; 5. przygotowanie kolejnych rozdziałów pracy (dyskusje z promotorem w ramach PDYM i PDMGR, dyskusje seminaryjne na SDM1 i SDM2); 6. korekty merytoryczne i językowe; 7. Złożenie pracy w sekretariacie dydaktycznym instytutu dyplomującego.
--------------------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, pogłębioną i rozszerzoną wiedzę ogólną, obejmującą współczesną terminologię, teorie i metodologię z zakresu nauk technicznych i dyscyplin naukowych, właściwych dla elektroniki (AEEiTK oraz ITT), pozwalające na tworzenie profesjonalnych opisów technicznych, prac badawczych, i eksperymentów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wyszukiwać, analizować, oceniać, selekcjonować i integrować informację z różnych źródeł oraz formułować na tej podstawie krytyczne sądy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Posiada pogłębione umiejętności badawcze obejmujące analizę prac innych autorów, syntezę różnych metod projektowych, teoretycznych, i konstruowanie narzędzi badawczych, opracowanie i prezentację wyników, pozwalające na rozwiązywanie złożonych problemów w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych AEEiTK oraz ITT.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U05, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Posiada pogłębioną umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych w języku polskim oraz języku angielskim w dyscyplinach AEEiTK oraz ITT.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-KROMF
Nazwa przedmiotu	Kierunki rozwoju mikroelektroniki i fotoniki
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawianie szeregu zagadnień związanych z wyzwaniem stojącymi przed współczesną elektroniką i fotoniką. Wszystkie te zagadnienia posiadają ogromny potencjał rozwojowy w perspektywie najbliższych 10-15 lat i ze względu na dynamikę tego procesu będą w kolejnych edycjach uzupełniane i zmieniane. Zapewne będzie to nieuniknione. Przedmiot ten, usytuowany w ostatnim semestrze studiów ma także na celu: - pobudzenie wyobraźni rozwojowej słuchaczy – głównie dyplomantów drugiego stopnia, - przygotowanie ich do wejścia w nowoczesne tematy, z którymi mogą spotkać się w przyszłości w różnych sytuacjach w trakcie swojej kariery zawodowej i rozumienie podstaw tych zagadnień, - tych, którzy zechcą podjąć się realizacji prac doktorskich, wyposażyć w możliwość szerszego spojrzenia na problem i obszary badań naukowych z obszarów elektroniki i fotoniki, a co za tym idzie bardziej świadomy wybór tematyki badawczej w przyszłości. Wszystkie wykłady prowadzone będą (w różnej formie, nie wyłączając seminaryjnej) przez osoby o znaczących, a nawet wybitnych, w skali międzynarodowej osiągnięciach w tematyce ich wykładów i nie tylko. Słuchacze tego przedmiotu, w ramach pracy własnej, poza godzinami wykładów, będą mogli sprawdzić swoje możliwości przygotowywania referatów (ok. 15 min., z wybranych, nowych/ oryginalnych zagadnień wg ich propozycji, uzgodnionej z prowadzącym wykład z danego obszaru) i predyspozycje do podejmowania próby rozwiązania problemów o charakterze naukowym. Do tego powinny przygotowywać studia II stopnia.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

02. Bilans ECTS

Część I

Liczba punktów ECTS

2

03. Treści kształcenia

Zajęcia w ramach danej tematyki obejmować będą 3 lub 4-ro godzinne kwanty (patrz „opis wykładu”). W trakcie części wykładowej lub po jej zakończeniu, słuchacze zgłaszają propozycje tematów do samodzielnego opracowania i uzgadniają ten temat z prowadzącym wykład z obszaru tej tematyki. Zaliczenie przedmiotu następuje zależnie od liczby studentów tj.

- w drodze złożenia pisemnego referatu – maksymalnie 3 strony A4 (czcionka 12) i prezentacji swojej pracy na seminarium z udziałem słuchaczy, którzy biorą udział wraz z prowadzącym w ocenianiu prezentacji (wariant ten ma miejsce gdy liczba słuchaczy nie przekracza 30),
- jak w przypadku wariantu a), z tym, że praca może być do 5 stron A4 (czcionka 12) i jest oceniana tylko przez prowadzącego, ewentualnie w drodze kilkunastominutowej rozmowy ze słuchaczem, bez prezentacji w trakcie seminarium (wariant ten ma miejsce gdy liczba słuchaczy przekracza 30).

- W każdej części zajęć zarysowane zostaną stan i dynamika rozwoju danej tematyki oraz kierunki, bariery i granice tego rozwoju (fizyczne, technologiczne, ekonomiczne) wg bieżącego stanu wiedzy.

Wielkim wyzwaniem stojącym przed prowadzącymi będzie takie ujęcie (treść i forma) danej tematyki, aby była możliwa do percepcji i zrozumienia przez słuchaczy o różnym poziomie (choć widać uniwersyteckim) przygotowania.

Forma zajęć może być w pewnym stopniu zróżnicowana przechodząc od klasycznej do seminaryjno-dyskusyjnej.

Wybór tematu referatu końcowego (po akceptacji prowadzącego) zaliczającego przedmiot ma między innymi ukierunkowywać przyszłe zainteresowania słuchaczy i przyczynić się być może do bardziej świadomego wyboru przyszłej ścieżki zawodowej czy zainteresowań badawczych, a nawet tylko hobbystycznych. To także ważny aspekt w kształtowaniu sylwetki naszych absolwentów w końcowej fazie kształcenia. **Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na zajęciach)**

Przykładowe tematy wykładów: (lista otwarta, mogąca ulec zmianie)

Tytuł: Technologie krzemowe – z nanometrów w angstromy?

Prowadzący: prof. dr hab. inż. Tomasz Skotnicki, dr hab. inż. Lidia Łukasiak, prof. PW

Literatura:

1. Thomas Skotnicki, Frédéric Boeuf, “Optimal scaling methodologies and transistor performance”, Chapter 6 Published in Book "High dielectric constant materials - VLSI MOSFET applications" Edited by Howard R. Huff and David Gilmer, Springer series Advanced Microelectronics, Vol. 16, 2004
2. Rozdział 21 Advanced MOS-Devices
3. J. Bokor, T.-J. King, J. Hergenrother, J. Bude, D. Muller, T. Skotnicki, S. Monfray, G. Timp, str. 667
4. W High dielectric constant materials for VLSI MOSFET applications, edited by H.R.Huff & D.C. Gilmer, SPRINGER, Advance Microelectronics series, vol. 16, 2004

5. Thomas Skotnicki, Claire Fenouillet-Beranger, Claire Gallon, Frederic Bœuf, Stephane Monfray, Fabrice Payet, Arnaud Pouydebasque², Melanie Szczap, Alexis Farcy, Franck Arnaud, Sylvain Clerc, Manuel Sellier, Augustin Cathignol, Jean-Pierre Schoellkopf, Ernesto Perea, Richard Ferrant, Hervé Mingam, "Innovative materials, devices, and CMOS technologies for low-power mobile multimedia", pp. 96-130, IEEE, Transaction on Electron Devices, vol. 55, January 2008.

Tytuł: Terahertze - skok w niezbadane pasmo?

Prowadzący: prof. dr hab. Wojciech Knap

Literatura:

1. Wojciech Knap, Mikhail Dyakonov, Dominique Coquillat, Frederic Teppe, Nina Dyakonova, Jerzy Łusakowski, Krzysztof Karpierz, Maciej Sakowicz, Gintaras Valusis, Dalius Seliuta, Irmantas Kasalynas, Abdelouahad El Fatimy, Y. M. Meziani & Taiichi Otsuji; "Field Effect Transistors for Terahertz Detection: Physics and First Imaging Applications", Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves volume 30, pages 1319–1337(2009) Cite this article

Tytuł: Fotoniczne układu scalone

Prowadzący: dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. PW, dr inż. Stanisław Stopiński

Literatura:

1. L. Vivien, L. Pavesi, "Handbook of Silicon Photonics", CRC Press, 2013
2. C. Pollock, M. Lipson, "Integrated Photonics", Springer, 2003

Tytuł: Nanofotonika

Prowadzący: prof. dr hab. inż. Paweł Szczepański, dr inż. Anna Tyszka-Zawadzka

Literatura:

1. Arthur McGurn "Nanophotonics", Springer 2018
2. Zeev Zalevsky and Ibrahim Abdulhalim "Integrated Nanophotonic Devices", Wiley 2010
3. James W. M. Chong, Krzysztof Iniewski "Nanoplasmonics - Advanced Device Application", CRS Pres Francis@Taylor Group 2014
4. Sergey V. Gaponenko "Introduction to Nanophotonics" Cambridge University Press, 2010

Tytuł: Elektornika i fotonika kosmiczna

Prowadzący: dr hab. inż. Piotr Orleański, Centrum Badan Kosmicznych PAN

Literatura:

1. Klaus Wittmann and Willi Hallmann, "Handbook of Space Technology" Edited by Wilfried Ley, © 2009 John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-69739-9
2. Piotr Orleański, monografia habilitacyjna "Satelitarna aparatura naukowa – projektowanie instrumentów ze szczególnym uwzględnieniem reguł dotyczących niezawodności", CBK PAN, 2019, ISBN: 978-83-89439-02-4

3. Różne dokumenty Europejskiej Agencji Kosmicznej zebrane jako zestaw standartów nazwany ECSS, European Cooperation for Space Standardization i wydawany przez ECSS Secretariat, ESA-ESTEC, Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, <https://ecss.nl/standards/>

Literatura będzie uzupełniona przez dodanie najbardziej aktualnych pozycji przed rozpoczęciem wykładu.

Tytuł: Obliczenia kwantowe

Prowadzący: prof. dr hab. Marek Kuś, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

Literatura

1. M. Hirvensalo, „Algorytmy kwantowe”, WSiP 2004
2. M. Le Bellac, „Wstęp do informatyki kwantowej”, PWN 2011
3. M. Sawerwain, J. Wiśniewska, „Informatyka kwantowa”, PWN 2020
4. M. A. Nielsen, I. L. Chung, „Quantum Computation and Quantum Information”, Cambridge University Press 2010
5. J. Preskill, Quantum Computation, <http://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/>

Tytuł: Współczesna energoelektronika

Prowadzący: dr hab. inż. Mariusz Sochacki, prof. dr hab. inż. Jan Szmidt

Literatura:

1. Peter Friedrichs, Tsunenobu Kimoto, Lothar Ley, Gerhard Pensl, „Silicon Carbide”, WILEY, 2011, ISBN: 9783527629084
2. Wengang Wayne Bi, Haochung Henry Kuo, Peicheng Ku, Bo Shen, „Handbook of GaN Semiconductor Materials and Devices”, CRC Press, 2018, ISBN: 9780367875312
3. Stephen Pearton, Fan Ren, Michael Mastro, Ghenadii Korotcenkov, „Gallium Oxide: Technology, Devices and Applications”, Elsevier, 2019, ISBN: 9780128145210
4. Muhammad H. Rashid, „Power Electronics Handbook”, Elsevier, 2018, ISBN: 9780128114070

Tytuł: Elektronika organiczna

Prowadzący: dr inż. Aleksander Werbowy

Literatura:

1. Materiały z wykładu i bieżąca literatura naukowa (Nature, Science itp.),
2. Olle Inganäs, „Organic Photovoltaics over Three Decades”, Adv. Mater. 2018, 30, 1800388
3. Hiroyuki Matsui, Yasunori Takeda, Shizuo Tokito, „Flexible and printed organic transistors: From materials to integrated circuits”, Organic Electronics 75 (2019) 105432

Tytuł: Sensoryka (MEMS, MOEMS) na potrzeby IoT

Prowadzący: prof. dr hab. inż. Tomasz Skotnicki, prof. dr hab. inż. Romuald Beck

Literatura:

1. Partha Pratim Ray, Dinesh Dash, Neeraj Kumar, Sensors for internet of medical things: State-of-the-art, security and privacy issues, challenges and future directions, Computer Communications, 160 (2020) 111-131; [main.pdf \(sciencedirectassets.com\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366220300111)

Część I

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Rustam Pirmagomedov, Yevgeni Koucheryavy, IoT technologies for Augmented Human: A Survey, Internet of Things, 2020 (in press); IoT technologies for Augmented Human: A survey (sciencedirectassets.com) 3. Yang Yang, Zhiqun Daniel Deng, Stretchable sensors for environmental monitoring, Applied Physics Reviews 6, 011309 (2019); https://doi.org/10.1063/1.5085013 4. Huicong Liu, Junwen Zhong, Chengkuo Lee, Seung-Wuk Lee, and Liwei Lin, A comprehensive review on piezoelectronics energy harvesting technology: Materials, mechanisms and applications, Applied Physics Reviews 5, 041306 (2018); https://doi.org/10.1063/1.5074184 5. Deepti Sehrawat and Nasib Singh Gill, Smart Sensors: Analysis of Different Types of IoT Sensors, Proceedings of the Third International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI 2019) IEEE Xplore Part Number: CFP19J32-ART; ISBN: 978-1-5386-9439-8; IEEE Xplore Full-Text PDF: (pw.edu.pl)
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z przegląd literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektronik
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykład prezentacja wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	

Część I

Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ZPB
Nazwa przedmiotu	Zespołowy projekt badawczy
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obowiązkowe)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	After the implementation of the classes, students will be able to: <ul style="list-style-type: none">• Search sources of knowledge and the most crucial information regarding problem management and solutions;• Work in a group, assign roles and responsibilities to individual team members, present the acquired knowledge in a forum, and give feedback and recommendations;• access disciplinary engineering and disciplinary issues.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	The classes on this subject will consist of workshops, individual work, and consultations. During the workshops, the instructor will present students with topics that help implement and solve problems. The content of these classes will concern teamwork, work organization, construction, and analysis of sources necessary to carry out project tasks. The classes will also present elements of preparing various forms of presentation. Workshop classes will contribute to acquiring new skills and consolidating existing skills and competencies, both technical and social. The consultations will be devoted to discussing all aspects of the research tasks' method, methodology, and characteristics.
--------------	--

Część I

Projekt	<p>The problem to be solved by each team will be determined during introductory classes. The nature of this project will depend on the number of students, their research interests, or the topic of their diploma theses. In the first stage, the students will be divided into groups; each group is responsible for presenting an original solution to a given problem. Then, there will be a literature review, discussion in groups under the supervision of a tutor, and brainstorming to choose a solution to the problem. Considering the specificity of the solution, financial and technical possibilities, and the expected functionalities, individual groups will start implementing the project. The next stage of work will be related to validating the completed initial version of the project and its possible optimization. In the last stage, students present the solution to the problem in the group forum, followed by a discussion and evaluation of the effects of implementation. Comprehensive consultations with a tutor will be conducted throughout the implementation of project tasks. The nature of the problems to be solved and the type of projects may vary. This may be the construction of complex electronics and photonics elements and their testing in laboratory conditions, simulation and experimental verification of simple test devices, construction of functional models of specific integrated systems, or writing an "abstract" for an international scientific conference. The choice and possibilities of solving problems are extensive and depend on the current needs of students related to, for example, the implementation of their diploma theses.</p>
---------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Has detailed knowledge of selected areas of study developing in close relation to electronics.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Has a systematic, theoretically based general knowledge covering the key problems of advanced materials and structures of microelectronics and photonics.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Has theoretically based detailed knowledge related to selected topics in nanoelectronics, integrated photonics, materials and nanotechnology and characterization and diagnostics of nanoelectronics and nanophotonic materials and structures.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Has knowledge of development trends and the most relevant new achievements in the field of electronics.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05

Część I	
Opis	Has the knowledge necessary to understand the social, economic, legal and other non-technical conditions of engineering activity and to consider them in engineering practice.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Is able to obtain information from literature, databases and other properly selected sources, also in English; is able to integrate obtained information, make interpretations and critical assessments, as well as to draw conclusions and formulate and fully justify opinions.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Is able to communicate using a variety of techniques in professional environment and other environments, also in English.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Is able to prepare a scientific essay in Polish and a short scientific report in English, presenting his/her own research results.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Is able to prepare and deliver in Polish and English an oral presentation concerning detailed topics in the field of electronics
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Is able to specify directions for further learning and realize the process of self-education.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U06
Opis	Is able, during formulation and solution of engineering tasks - to integrate knowledge of microelectronics, photonics and nanotechnology.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U07
Opis	Is able to evaluate the usefulness and possibility of using new technologies in the field of electronics and its applications.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U08

Część I

Opis	Is able to evaluate the suitability of methods and tools for solving an engineering task specific to the specialization studied, including recognizing the limitations of these methods and tools. Using also conceptually new methods, is able to: - solve complex engineering tasks, specific to the studied specialization, including non-standard tasks and tasks containing a research component.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U09
Opis	According to a given specification, taking into account non-technical aspects, is able to: - carry out a complex project in the field of the studied specialization and implement this project, at least partly - using appropriate methods, techniques and tools, including adapting existing tools or developing the new ones for this purpose.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Is able to think and act in a creative and entrepreneurial way.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ASPE
Nazwa przedmiotu	Algorytmy symulacji i projektowania systemów elektronicznych ASPE
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Przedmiot przeznaczony jest dla studentów pragnących poznać sposób działania narzędzi programistycznych używanych w procesie projektowania zintegrowanych systemów elektronicznych. Algorytmy leżące u podstaw tych narzędzi są analizowane pod względem złożoności obliczeniowej i ograniczeń w ich zastosowaniu a algorytmy numeryczne pod względem zbieżności i dokładności. Omówione są metody poprawy tych parametrów. Podstawowe obszary to symulacja układów elektronicznych (analogowych i cyfrowych), testowanie i diagnostyka tych układów oraz synteza ich topografii. Część praktyczna przedmiotu obejmuje projekt programistyczny dotyczący jednego z zagadnień wykładowych, wybranego przez studenta zgodnie z jego zainteresowaniami.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: Projekt polega na stworzeniu w języku wysokiego poziomu jednego z narzędzi omawianych na wykładzie, np. symulatora obwodów analogowych lub cyfrowych, narzędzia do rozmieszczania bloków w układzie cyfrowym lub trasowania połączeń między nimi, narzędzia do optymalizacji układów analogowych lub ich diagnostyki itp. W przypadku bardziej zaawansowanych narzędzi ich funkcjonalność będzie ograniczona do pewnej klasy przypadków (np. symulacji obwodu analogowego o ustalonej topologii).
---------	--

Część I

Wykład	Wykład: <ol style="list-style-type: none"> 1. Symulacja układów analogowych. Podstawy: zmodyfikowana metoda potencjałów węzłowych, modele elementów liniowych i nieliniowych. Analiza stałoprądowa, w dziedzinie czasu, w dziedzinie częstotliwości, analiza wrażliwości. 2. Testowanie i diagnostyka układów analogowych. 3. Symulacja układów cyfrowych. Symulacja sterowana zdarzeniami. Statystyczna analiza opóźnień. 4. Testowanie układów cyfrowych. Modele uszkodzeń: uszkodzenia sklejenkowe, uszkodzenia fizyczne na poziomie topografii (zwarcia i rozwarcia). 5. Synteza topografii układu. Podstawy algorytmów metaheurystycznych. Optymalizacja rozmieszczenia bloków funkcjonalnych i połączeń między nimi.
--------	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę z zakresu symulacji i diagnostyki układów elektronicznych oraz synteza topografii układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki i algorytmy stosowane przy rozwiązywaniu sprawozdanie złożonych zadań inżynierskich z zakresu z symulacji i diagnostyki układów elektronicznych i syntezy topografii układów scalonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych z źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane symulacje komputerowe w zakresie analizy i diagnostyki układów elektronicznych oraz oszacować zgodność uzyskanych wyników z rzeczywistością.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody symulacyjne do formułowania i rozwiązywania zadań z projektu inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania złożonych układów scalonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie

Część I

Kod efektu	U04
Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do symulacji i diagnostyki sprawozdanie układów elektronicznych, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi. Potrafi proponować ulepszenia znanych algorytmów używanych w tych dziedzinach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi jasno opisywać napotkane problemy i wymieniać doświadczenia na z specjalistycznych forach poświęconych analizowanym metodom i używanym narzędziom.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-FOMI
Nazwa przedmiotu	Fotonika mikrofalowa
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z systemami fotoniki mikrofalowej, które dzięki interakcji na linii systemy elektroniczne – systemy foniczne, otwierają bardzo szerokie spektrum możliwości rozszerzenia funkcjonalności dotychczas wykorzystywanych systemów mikrofalowych. W ramach przedmiotu studenci zostaną zapoznani z zasadą działania i projektowania fonicznych układów filtracji, wzmacniania i generacji sygnałów mikrofalowych, a także opto-mikrofalowych układów przemiany częstotliwości. Przedstawione zostaną analogie między światem układów mikrofalowych, a światem układów fonicznych. Wskazane zostaną fizyczne ograniczenia obu tych technik oraz punkty, w których mogą się one wzajemnie uzupełniać.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: <ul style="list-style-type: none">• projektowanie wzmacniaczy mikrofalowych (niskoszumne, szerokopasmowe, mocy),• projektowanie optoelektronicznych oscylatorów mikrofalowych,• projektowanie opto-mikrofalowych układów przemiany częstotliwości,• projektowanie odbiorników w układach fotoniki mikrofalowej.
---------	--

Wykład:

1. **Wprowadzenie do komunikacji opto-mikrofalowej.** Idea opto-radiowej transmisji sygnałów z wykorzystaniem fali nośnej. Idea łącza radiowego, światłowodowego, ewolucja systemów, łącza analogowe i cyfrowe.
2. **Elementy teorii obwodów I.** Obwody z elementami nieliniowymi: nieliniowa rezystancji i nieliniowa pojemność. Metoda perturbacji. Analiza obwodu w dziedzinie częstotliwości i czasu.
3. **Elementy teorii obwodów II.** Warunki stabilności dwuwrotników mikrofalowych. Techniki dopasowania obwodów mikrofalowych, szerokopasmowe obwody dopasowujące. Modelowanie i ekstrakcja parametrów diod i tranzystorów mikrofalowych. Modelowanie nieliniowości.
4. **Rezonatory i filtry w układach fotoniki mikrofalowej.** Rezonatory: parametry i podstawowe struktury. Techniki przestrajania obwodów rezonansowych. Podstawowe struktury filtrów mikrofalowych i fotonicznych. Zasady projektowania filtrów.
5. **Anteny foniczne.** Podstawowe struktury i zasady działania anten radiowych i mikrofalowych. Podstawowe parametry anten. Fotonika w układach formowania wiązki. Równanie transmisji mocy. Transmisja mocy w łączy optycznym i w wolnej przestrzeni. Anteny inteligentne.
6. **Wzmacnianie sygnałów mikrofalowych na drodze fonicznej.** Mikrofalowe tranzystory HBT i HEMT. Tranzystorowe wzmacniacze mikrofalowe. Wzmacniacze wielostopniowe. Wzmacniacze szerokopasmowe. Praca w warunkach nieliniowych. Praca wielotonowa i zniekształcenia intermodulacyjne. Wykorzystanie układów fonicznych do wzmacniania sygnałów mikrofalowych.
7. **Mikrofalowe tranzystorowe wzmacniacze mocy.** Praca wzmacniacza w warunkach silnego wystereowania. Metody zwiększania sprawności wzmacniaczy. Modelowanie obwodów wyjściowych na częstotliwościach harmonicznych. Wzmacniacze Doherty'ego. Zasady projektowania wzmacniaczy mocy.
8. **Foniczna i optoelektroniczna generacja sygnałów mikrofalowych.** Modele i warunki generacji oscylatorów optoelektronicznych. Zasady projektowania generatorów tranzystorowych.
9. **Praca oscylatora w warunkach nieliniowych.** Generacja harmonicznych. Histereza i nieciągłości. Szumy oscylatora. Techniki stabilizacji częstotliwości oscylatorów. Techniki powielania częstotliwości. Synteza częstotliwości.
10. **Modulacja sygnałów optycznych, zaawansowane schematy modulacji.** Rodzaje modulacji sygnałów. Modulatory elektrooptyczne i elektroabsorpcyjne. Wielostanowa modulacja amplitudy i fazy sygnałów mikrofalowych. Synteza sygnałów mikrofalowych o zmiennej amplitudzie i fazie.
11. **Procesy optoelektronicznej przemiany częstotliwości.** Zasady przemiany częstotliwości. Parametry mieszaczy. Mieszacze zrównoważone. Mieszacze tranzystorowe. Konfiguracje mieszaczy opto-mikrofalowych i optofalowych.

Część I

	<p>12. Radiolinie mikrofalowe. Podstawowa struktura łącza radiowego. Konstrukcja układów nadajników. Konstrukcja układów odbiorników. Szumy łącza. Bilans mocy i stosunek sygnał szum.</p> <p>13. Fotoniczne systemy radiokomunikacji ruchomej i satelitarnej. Złożone systemy komunikacyjne. Systemy komunikacji mobilnej. Systemy komunikacji satelitarnej. Systemy komunikacji kablowej.</p> <p>14. Systemy radiowo-światłowodowe. Podstawowa struktura systemów radiowo-światłowodowych, techniki modulacji i transmisji danych, generacja nośnej w pasmach milimetrowych. Przykłady zastosowań, układy odwrócone, rozwiązania eksperymentalne.</p>
Laboratorium	<p>Laboratoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Badanie filtrów i rezonatorów w układach fotoniki mikrofalowej. 2. Badanie oscylatorów optoelektronicznych. 3. Badanie wzmacniaczy sygnału wykorzystujących układy fotoniki mikrofalowej. 4. Badanie układów opto-mikrofalowej przemiany częstotliwości. 5. Badanie układów elektrooptycznych modulatorów mikrofalowych.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących we współczesnych elementach i układach mikrofalowych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii mikrofalowych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę o obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki i techniki mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02

Część I

Opis	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów fonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-NOFO
Nazwa przedmiotu	Nowe oblicze fotoniki
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z bieżącymi nurtami badań oraz najnowszymi rozwiązaniami w dziedzinie fotoniki, a także modelami opisu zjawisk zachodzących w strukturach fonicznych. Przedmiot zawiera przegląd najnowszych badań w dziedzinie fotoniki wraz z omówieniem ich praktycznych zastosowań oraz fizycznej podstawy działania omawianych przyrządów, włączając w to: <ul style="list-style-type: none">• Przetwarzanie sygnału w systemach jednofotonowych,• Pułapkowanie optyczne atomów oraz manipulacje i pozycjonowanie optyczne obiektów w skali nano,• Współczesną metodykę projektowania układów fonicznych,• Kształtowanie odpowiedzi elektromagnetycznej układów nanocząsteczkowych,• Technologia struktur samoorganizujących oraz materiałów niskowymiarowych na potrzeby zastosowań fonicznych,• Metaoptyka i właściwości metaatomów,• Współczesne konstrukcje laserów (nanolasery plazmoneczne, lasery jednofotonowe, generacja superkontinuum, lasery rentgenowskie).
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	45.00 h
Projekt	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Tematyka zajęć projektowych dotyczy praktycznych zastosowań współczesnych układów fotonicznych. W ramach projektu studenci mają za zadanie zaproponować aplikację wybranego elementu/systemu fotonicznego w konkretnym praktycznym zastosowaniu, wraz z omówieniem fizycznych podstaw działania urządzenia. Jednym z etapów projektu będzie wykonanie ilościowej oraz jakościowej analizy proponowanego zastosowania układu fotonicznego w kontekście dostępnych rozwiązań komercyjnych. Analiza ta może zostać wykonana bazując na dostępnych źródłach naukowych i/lub własnych autorskich danych symulacyjnych. Zaliczenie projektu będzie realizowane poprzez prezentację ustną oraz opracowanie naukowe. W zależności od zakresu prac przewidzianych w projekcie, powyższe zadania będą wykonywane w grupach dwu- lub wieloosobowych.</p>
Wykład	<p>Wykład: Materiał wykładu można podzielić na następujące bloki tematyczne:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Współczesne trendy w rozwoju fotoniki – wykład wprowadzający.2. Sterowanie optyczne układów fotonicznych (ang. all-optical photonic systems) – właściwości i zastosowania, wprowadzenie do optyki nieliniowej.3. Objętościowe i zintegrowane układy plazmoneczne – właściwości propagacyjne plazmonów, właściwości i zastosowania metamateriałów, wprowadzenia do metapowierzchni i metamateriałów anizotropowych.4. Nanolasery plazmoneczne - oddziaływanie światła ze strukturami o wymiarach nano, wstęp do plazmoniki, pojęcie plazmonu powierzchniowego oraz plazmonu zlokalizowanego. Sposoby wzbudzenia oraz właściwości plazmonów. Generacja promieniowania w spaserach.5. Rozpraszanie fal oraz kształtowanie odpowiedzi elektromagnetycznej w układach nanocząstek – omówienie właściwości przejść dipolowych oraz kwadrupolowych, rozpraszanie fal elektromagnetycznych.6. Materiały niskowymiarowe w zastosowaniach fotonicznych.7. Projektowanie współczesnych układów nanofotonicznych – wstęp do metodyki symulacji zjawisk elektromagnetycznych, metodyka projektowania odwrotnego, niejednoznaczność opisu parametrów optycznych.8. Biofotonika – właściwości, zastosowania i technologia struktur samoorganizujących, struktury organiczne i hybrydowe na potrzeby zastosowań fotonicznych.9. Systemy jednofotonowe – zasada działania, sposoby generacji pojedynczego fotonu oraz możliwe zastosowania, wstęp do optyki kwantowej.10. Lasery jednofotonowe, Generacja stanów splątanych, teleportacja, możliwe zastosowania w kryptografii.11. Efekty generacyjne wykorzystujące zjawiska nieliniowe. Generacja drugiej i wyższych harmonicznych. Wymuszone rozpraszanie Ramana. Generacja superkontinuum.12. Pułapkowanie optyczne - omówienie fizycznej podstawy działania, możliwe zastosowania.13. Lasery wielkiej mocy, lasery na swobodnych elektronach.

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących we współczesnych elementach i układach fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę o obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PMINS
Nazwa przedmiotu	Przyrządy mikro i nanoelektroniki we współczesnych systemach elektroniki wbudowanej
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Główną ideą realizowaną w ramach przedmiotu jest przekazanie wiedzy studentom o układowych aspektach wykorzystania przyrządów i elementów mikro- i nanoelektronicznych we współczesnych systemach elektroniki wbudowanej. Nacisk położony jest w głównej mierze na praktyczne problemy związane z projektowaniem analogowo-cyfrowych systemów wbudowanych w oparciu o takie elementy półprzewodnikowe jak: diody (p n, Schottky'ego, Zenera, Esakiego, transil, trisil), tranzystory (MOSFET, bipolarne, IGBT, HEMT, TFET), tyrystory, triaki, diaki, dynistory, termistory NTC oraz PTC, warystory, fotodiody, fotorezystory, fototranzystory, optotriaki, a także inne o bardziej złożonej budowie, np. mikromechaniczne (MEMS) czujniki: przyspieszenia, obrotu, pochyłu, ciśnienia, gazów itd., itp.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

- **(6 godz.)** Wstęp.
Przypomnienie wiadomości z zakresu fizyki półprzewodników. Omówienie właściwości oraz charakterystyk (statycznych, małosygnałowych oraz czasowych) podstawowych przyrządów półprzewodnikowych takich jak: diody (p-n, Schottky'ego, Zenera, tunelowe), kondensatory MIS, tranzystory bibolarnie oraz MISFET, tranzystory heterozłączone oraz IGBT.
- **(2 godz.)** Systemy wbudowane – klasyfikacja.
Omówienie pojęć: urządzenie elektroniki wbudowanej, systemy mieszane analogowo-cyfrowe, wbudowane przetwarzanie, techniki mikroprocesorowe, IoT, era post-PC.
- **(4 godz.)** Układy zasilania urządzeń elektroniki wbudowanej.
Ochrona przepięciowa – omówienie sposobu wykorzystania elementów półprzewodnikowych typu: transil, trisil, warystor, termistor NTC oraz PTC w zabezpieczających obwodach zasilania układów elektroniki wbudowanej – charakterystyki oraz aplikacje. Przybliżenie pojęć i aspektów związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną urządzeń elektroniki wbudowanej (deklaracja zgodności CE).
- **(4 godz.)** Układy korekcji współczynnika mocy.
Elementy półprzewodnikowe w układach korekcji współczynnika mocy (PF). Omówienie aktywnych oraz pasywnych półprzewodnikowych układów korekcji współczynnika mocy w zasilanych sieciowo urządzeniach elektroniki wbudowanej.
- **(2 godz.)** Podstawowe funkcje toru kondycjonowania – przypomnienie.
Ochrona przeciwzakłócenieniowa; izolacja galwaniczna; wzmacnianie; tłumienie; filtracja; linearyzacja sprzętowa i programowa; kalibracja i autokalibracja; adaptacja, itp.
- **(4 godz.)** Półprzewodnikowe układy/przyrządy pomiarowe – przegląd.
Pomiary naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu w tym układy mostkowe, pomiary temperatury i wilgotności, pomiary natężenia oświetlenia w zakresie niezzerowej czułości widmowej ludzkiego oka oraz w zakresach IR i UV, fotodiody, ogniwo PV, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury.
- **(4 godz.)** Półprzewodnikowe obwody kluczujące.
Omówienie podstawowych problemów związanych z projektowaniem i optymalizacją obwodów kluczujących opartych na tranzystorach bipolarnych, unipolarnych, IGBT oraz HEMT.
- **(4 godz.)** Źródła i mechanizmy generacji szumów w przyrządach półprzewodnikowych.
Szumy termiczne i śrutowe, niskoczęstotliwościowe 1/f, szum RTS. Modele i schematy zastępcze źródeł szumów.
-

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu wykorzystania przyrządów półprzewodnikowych różnego rodzaju w poszczególnych blokach ogólnie pojętych systemów elektroniki wbudowanej. Każdy dwuosobowy zespół otrzyma do opracowania jeden projekt. Tematyka projektu będzie ustalana z każdym zespołem - mile widziane będą własne propozycje studentów.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu: - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do zakresu systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych, mikro i nanosystemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: - modelowanie, analiza i projektowanie projektu obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne z zakresu: - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-PV
Nazwa przedmiotu	Fotowoltaika
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Kształcenie studentów w zakresie funkcjonowania systemów oraz zasady działania, konstrukcji i technologii elementów fotowoltaicznych generujących energię elektryczną i stanowiących istotną część współczesnych systemów pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	16.00 h
Projekt	6.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt Studenci zaprojektują prosty system fotowoltaiczny i przeprowadzą symulację jego działania używając wybranej z dedykowanych do tego celu popularnych aplikacji, np. PVsyst. Użyta aplikacja będzie narzędziem umożliwiającym modelowanie i symulację pracy systemów fotowoltaicznych zarówno podłączonych do sieci energetycznej (on-grid) jak i autonomicznych (stand alone). Student otrzymuje indywidualne zadanie, w ramach którego projektuje system pod kątem maksymalizacji uzyskanej energii zgodnie z otrzymanymi wytycznymi (np. system on-grid, dach dwuspadowy o kącie 60 stopni i wymiarach 2x(10x4m), Kraków, itp). Następnie przeprowadza szereg symulacji przy zmianie określonych parametrów i porównuje otrzymane wyniki.
---------	--

Część I

Laboratorium

Laboratorium W trakcie laboratoriów studenci mają możliwość ugruntowania i praktycznego wykorzystania wiedzy zdobytej podczas wykładów. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci poznają i kluczowe etapy technologii elementów fotowoltaicznych, a także zbadają wykonane przyrządy i określą ich parametry. Uzyskają także wiedzę z zakresu projektowania systemów fotowoltaicznych oraz ich weryfikacji.

1. Technologia wykonania systemu opartego na ogniwach fotowoltaicznych barwnikowych. Badania i pomiary wykonanego systemu ogniw w układzie zasilającym drobne elementy elektroniczne np. diody LED.
2. Konstrukcja małego system fotowoltaicznego. Testy systemu wraz z analizą możliwości poprawy sprawności.
3. Pomiar charakterystyk i wyznaczenie istotnych parametrów ogniw fotowoltaicznych (wykonanych z różnych materiałów) w standardowych warunkach testowych. Badanie wpływu natężenia promieniowania i temperatury otoczenia na te parametry.
4. Rzeczywiste elementy systemów fotowoltaicznych oraz metody monitorowania ich parametrów pracy. Analiza parametrów pracy wybranych systemów fotowoltaicznych (w tym: performance ratio, sprawność, źródła strat, uzyski energii).

Wykład	<p>Treść kształcenia Przedmiot składa się z 30 godzin wykładów w wymiarze 2 godziny tygodniowo, projektu (4 godz.) oraz 4 zajęć laboratoryjnych (4 godziny każde) realizowanych w drugiej części semestru. Po wstępie dotyczącym podstawowych zagadnień z zakresu fotowoltaiki, omówione zostaną elementy niezbędne do prawidłowej pracy systemów fotowoltaicznych. Przedstawione zostaną mechanizmy działania różnych typów ogniw fotowoltaicznych oraz typowe konstrukcje, materiały i technologie stosowane do ich produkcji. Jednym z ważniejszych poruszanych zagadnień będzie określenie podstawowych zasad konfiguracji systemu pod względem optymalnej produkcji energii przez taki system. Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie na podstawie oceny z kolokwium wykładowego oraz wyników uzyskanych z projektu i zajęć laboratoryjnych.</p> <p>Opis wykładu Wykłady poświęcone są poznaniu: fizycznych zjawisk wykorzystywanych w realizacji elementów fotowoltaicznych, technologii stosowanych do ich wytwarzania oraz podstawowych konstrukcji systemów fotowoltaicznych. Zakres tematyczny wykładu obejmuje zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Fotowoltaika - wiadomości ogólne. Problemy rozwoju zrównoważonego: zużycie energii a środowisko i rozwój gospodarczy; konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną; podstawy fizyczne działania ogniw fotowoltaicznych i ich parametry. Zastosowania i perspektywy rozwoju fotowoltaiki.2. Promieniowanie słoneczne - podstawowe pojęcia. Wpływ atmosfery ziemskiej na parametry promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, promieniowanie bezpośrednie, rozproszone, całkowite, Airmass (AM), itp.; zasoby słoneczne w Polsce i na świecie; sposoby wykorzystania energii słonecznej w Polsce i na świecie.3. Mechanizmy absorpcji promieniowania w półprzewodniku. Rozkład nośników ładunku; czas życia nośników mniejszościowych; rekombinacja nośników: objętościowa i powierzchniowa.4. Ogniwa fotowoltaiczne. Konstrukcja ogniwa; zasada działania ogniwa; absorpcja światła i generacja prądu; charakterystyki prądowo-napięciowe; parametry ogniw: współczynnik wypełnienia, sprawność, itp.; układ zastępczy, zależność od promieniowania i temperatury; sprawność idealnego ogniwa słonecznego.5. Materiały stosowane do budowy ogniw fotowoltaicznych. Właściwości krzemu, GaAs, CdTe, CIGS; krzemowe ogniwa monokrystaliczne i multikrystaliczne; ogniwa z GaAs i jego związków; ogniwa cienkowarstwowe: Si amorficzny, CIGS, CdTe. Technologie ogniw fotowoltaicznych; otrzymywanie krzemu mono- i polikrystalicznego, otrzymywanie cienkich warstw: Si amorficzny i mikro-krystaliczny, CIGS, CdTe; otrzymywanie ogniw z półprzewodnikowych materiałów złożonych. Nowe materiały: ogniwa organiczne, nanokrystaliczne, DSC (dye-sensitized cells).6. Moduły fotowoltaiczne. Hermetyzacja modułów, analiza sprawności modułów i odporność na częściowe zacienienie w zależności od technologii, recykling.
--------	---

Część I

	<p>7. Systemy fotowoltaiczne - generalne koncepcje. Różne konfiguracje systemów fotowoltaicznych (systemy wolnostojące, systemy dołączone do sieci, elektronika powszechnego użytku, zastosowania kosmiczne), przykładowe systemy fotowoltaiczne i ich zastosowania.</p> <p>8. Akumulatory i kontrolery. Budowa akumulatora, reakcje zachodzące w akumulatorze podczas ładowania i rozładowywania, rodzaje akumulatorów stosowanych w PV (kwasowo-ołowiowe, NiCd, NiFe, niklowo-metalowo-wodorkowe NiMH, litowopolimerowe i inne), warunki pracy akumulatorów stosowanych w fotowoltaice, koszty i czas życia akumulatorów PV, Budowa i rodzaje kontrolerów, zadania kontrolera w systemie PV, aktywne systemy zarządzania energią.</p> <p>9. Falowniki. Budowa falowników PV (falowniki tyrystorowe, falowniki tranzystorowe), wymagania techniczne stawiane falownikom, rodzaje pracy falowników w systemach PV (falownik centralny, falownik podporządkowany, falownik szeregowy), monitorowanie systemu przez falownik.</p> <p>10. Produkcja energii przez system PV. Wpływ natężenia promieniowania, zacienienia, orientacji systemu oraz kąta nachylenia płaszczyzny modułów na produkcję energii przez system, wpływ jakości elementów systemu na jego pracę, wpływ połączeń modułów na sprawność systemu, analiza kosztów i czasu zwrotu energii.</p> <p>11. Rozproszona generacja energii elektrycznej i systemy hybrydowe. Systemy hybrydowe, konfiguracje fotowoltaicznych systemów hybrydowych z turbiną wiatrową generatorem spalinowym lub ogniowym paliwowym. Produkcja energii elektrycznej w rozproszeniu - celowość budowy systemów hybrydowych i trendy światowe.</p> <p>12. Integracja fotowoltaiki z budownictwem. Możliwości integracji fotowoltaiki z istniejącymi budynkami, integracja fotowoltaiki z budynkami w fazie projektowej, rodzaje modułów stosowanych w budownictwie (szkło półtransparentne, dachówki, markizy, itp.), przykłady współczesnych rozwiązań integracji PV z budownictwem.</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu fotowoltaiki oraz projektowania systemów fotowoltaicznych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie analizy złożonych systemów fotowoltaicznych oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie lub analizy i projektowania złożonych systemów fotowoltaicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-TASM
Nazwa przedmiotu	Tory analogowe systemów mikroprocesorowych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Wykład przeznaczony jest dla konstruktorów systemów wbudowanych (embedded systems), czyli systemów elektronicznych, które, w ogólności, pobierają informacje z otaczającego świata w postaci sygnałów analogowych, przetwarzają je w dziedzinie cyfrowej oraz wytwarzają/ dostarczają informacje wyjściowe. Celem wykładu jest zapoznanie studentów ze sposobami przetwarzania przez system elektroniki wbudowanej informacji ze „świata analogowego”. Sprowadza się to do przetwarzania sygnałów analogowych, poczynając od ich wczytania z czujników wielkości fizyko-chemicznych, a kończąc na przesłaniu ich cyfrowej reprezentacji do cyfrowego systemu przetwarzającego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu kondycjonowania sygnałów i/lub akwizycji danych. Każdy dwuosobowy zespół otrzyma do opracowania jeden projekt. Tematyka projektu będzie ustalana z każdym zespołem - mile widziane będą własne propozycje studentów.
---------	---

Wykład: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

- **(2 godz.)** Wstęp. Sygnały – analogowe i „cyfrowe” - podstawowe właściwości; potrzeba, metody i techniki przetwarzania; analogowe czy cyfrowe?; struktura typowego systemu wbudowanego; trójportowość elektroniki (zakłócenia i szумы); rodzaje mezurandów, czujników i wielkości (sygnałów) wyjściowych; pojęcie lokalności czujnika; wyzwania – układy precyzyjne, szybkie, zasilane pojedynczym, niskim napięciem i pobierające małą moc; przykłady.
- **(2 godz.)** Podstawowe właściwości przetwarzania analogowo-cyfrowego. Wymagania; zniekształcenia, szумы i błędy; aliasing – czy zawsze należy ograniczyć pasmo analogowo? filtr ochronny (problemy: opóźnienie, zniekształcenia amplitudowe i fazowe; rozwiązanie – nadpróbkowanie (decymacja), przetworniki \odot -).
- **(2 godz.)** Szумы i zakłócenia. Źródła szumów, zniekształceń i zakłóceń - niedostateczna filtracja zasilania, niedostateczne odsprężnienie zasilania analogowego i cyfrowego, szumiące elementy toru standaryzacji, szумы kwantyzacji, zegar próbkowania, sprzężenie wyjście-wejście, itd.; budżet szumowy toru - maksymalizacja stosunku sygnał/szum (optymalizacja szumowa toru kondycjonowania).
- **(2 godz.)** Podstawowe funkcje toru kondycjonowania. Ochrona przepięciowa i przeciwzakłóceniowa; izolacja; wzmacnianie; tłumienie; filtracja; linearyzacja sprzętowa i programowa; kalibracja i autokalibracja; adaptacja, itp.
- **(4 godz.)** Kondycjonowanie sygnałów - wzmacniacze. Podstawowe właściwości precyzyjnych wzmacniaczy operacyjnych; błędy statyczne i dynamiczne wzmacniaczy; podstawowe układy pracy wzmacniaczy operacyjnych; szумы; układy z pojedynczym zasilaniem – problemy i rozwiązania; wzmacniacze różnicowe i instrumentalne; regulacja wzmocnienia; wzmacniacze z przetwarzaniem; wzmacniacze izolujące; wybór właściwego wzmacniacza do danego zastosowania.
- **(2 godz.)** Akwizycja danych – przetworniki A/D. Rodzaje przetworników A/D; podstawowe właściwości przetworników A/D; możliwości poprawy rozdzielczości; sterowanie; próbkowanie; ADC z aproksymacją sukcesywną (SAR); systemy akwizycji danych na chipie – mikrokontrolery z kompletnymi torami kondycjonowania i akwizycji; przetwarzanie wspomagane cyfrowo – zamiana niedoskonałości w szum; przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta – zalety i ograniczenia; niskoczęstotliwościowe przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta o wysokiej rozdzielczości; nowoczesne, szybkie przetworniki Sigma-Delta; wybór właściwego przetwornika do danego zastosowania.

Część I

	<ul style="list-style-type: none"> • (4 godz.) Wybrane zagadnienia konstrukcji torów kondycjonowania i akwizycji. Napięcia odniesienia i zasilacze niskoszumne; multipleksery – przesłuchy (stany przejściowe – wstrzykiwanie ładunku, szpilki napięciowe, przesłuch pojemnościowy); pasożytnicze stałe czasowe; sterowanie przetworników; wielokanałowość – próbkowanie synchroniczne; zasilanie czujników; zegar próbkowania – wymagania; jitter, problemy i sposoby zmniejszania; właściwości elementów biernych (rezystory – dobór, tolerancja, pasożyty, wpływ temperatury, napięcia i czasu, termosem, szумы; kondensatory – absorpcja dielektryczna, straty, pasożyty, tolerancja, wpływ temperatury i czasu); regulacja wzmocnienia – potencjometry cyfrowe; zasilanie bateryjne – sposoby oszczędzania i pozyskiwania energii (przykład – monitorowanie ciśnienia w oponach). • (6 godz.) Przykładowe rozwiązania układów kondycjonowania. Układy mostkowe – konfiguracje mostków, linearyzacja i wzmocnianie sygnałów z mostków, zasilanie mostków; układy pomiaru naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu; czujniki wysokoimpedancyjne - przedwzmacniacze fotodiod, kompensacja szybkich przetworników I/U fotodiod, wysokoimpedancyjne czujniki ładunkowe, pomiary elektrochemiczne; pomiary temperatury - termopary i kompensacja zimnego końca, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury. • (6 godz.) Techniki projektowania sprzętu. Błędy rezystancji i termosemów w systemach o dużej dokładności; integralność sygnałów – linie długie – terminowanie; efekt naskórkowości i odległości; promieniowanie; uziemianie w systemach z mieszanymi sygnałami – szумы „masy” i podział mas; redukcja szumów zasilania i filtracja; zapobieganie prostowaniu RFI; „żelazne” reguły projektowania.
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03

Część I

Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu: - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, - modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W05
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do zakresu systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych, mikro i nanosystemów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04

Część I

Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: modelowanie, analiza i projektowanie projektu obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne z zakresu - systemy mikroprocesorowe i wbudowane - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-UMFO
Nazwa przedmiotu	Uczenie maszynowe w fotonice obrazowej
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy ze współczesnymi metodami przetwarzania i analizy obrazów w ujęciu systemów wizyjnych dla potrzeb IoT. Przedmiot zawiera, dyskusję podstawowych i zaawansowanych metod przetwarzania i analizy obrazu. W ramach przedmiotu słuchacz zostanie zaznajomiony z metodami przetwarzania i analizy obrazów statycznych, zmiennych w czasie, wielospektralnych. Kolejny dział ma na celu przedstawienie architektur głębokiego uczenia oraz nauczenie sposobu trenowania oraz ewaluacji istniejących i własnych sieci neuronowych do rozpoznawania obrazów. Celem przedmiotu jest również pokazanie skuteczności wprowadzonych metod w rozwiązywaniu praktycznych problemów automatycznego rozpoznawania. W ramach przedmiotu przedstawione zostaną metodyki projektowania i ewaluacji wizyjnych systemów IoT.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	25.00 h
Wykład	20.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	<p>Projekt: Celem projektu jest opracowanie kompletnego wizyjnego systemu IoT bazującego na metodach analizy obrazów rozwiązującego konkretne zadanie. System powinien zawierać moduły:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pozyskiwania danych obrazowych 2. przetwarzania obrazów 3. analiza obrazów <p>W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są cztery spotkania ewaluacyjne mające na celu wspólną ocenę osiągniętych kamieni milowych projektu.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza przedstawionego problemu i zaproponowanie rozwiązań, 2. Przygotowanie danych obrazowych i/lub budowa układu wizyjnego IoT, 3. Implementację systemu realizującego główne wymagania techniczne projektu, 4. Przeprowadzenie eksperymentu umożliwiającego testowanie opracowanego rozwiązania.
Wykład	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie w problematykę przedmiotu. Definicje podstawowych pojęć. Rozwój metod analizy i przetwarzania obrazu. • Przegląd metod przetwarzania obrazu metodami klasycznymi: poprawa jakości obrazu, segmentacja, wyodrębnianie cech charakterystycznych obrazu, filtracja obrazu transformacje Hougha. • Przegląd metod klasyfikacji i rozpoznawania obiektów: klasyfikator Baysa, k-NN, SVM. • Wprowadzenie do metod analizy ruchu: przepływ optyczny, metody śledzenia wielu obiektów, metody modelowania tła. • Kalibracja układu kamer. Podstawy przetwarzania obrazów trójwymiarowych • Wprowadzenie do sieci neuronowych. • Klasyfikacja obrazów, funkcje strat, optymalizacja. Trenowanie sieci neuronowych. Sprzęt oraz oprogramowanie. Konwolucyjne sieci neuronowe i przykładowe architektury. • Detekcja obiektów i analiza wideo. Rekurencyjne sieci neuronowe. • Modele generatywne.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie technologii obraz
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami zaliczeniowy z zakresu technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Część I	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie technologii obrazu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski dla potrzeb technologii obrazu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-WPIUM
Nazwa przedmiotu	Współczesne przyrządy i układy mocy
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi nowoczesnych rozwiązań energoelektronicznych od strony zasady działania i specyfiki półprzewodnikowych przyrządów mocy oraz z praktycznymi aspektami i problemami aplikacyjnymi związanymi z tego typu przyrządami. Przedmiot ma umożliwić studentom Strona 273 z 297 świadomy dobór odpowiednich elementów do aplikacji energoelektronicznych z uwzględnieniem nowoczesnych trendów rozwojowych oraz rozwinąć w słuchaczach umiejętność świadomej pracy z nowoczesnymi układami energoelektronicznymi.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	3
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład:

Wykład podzielony jest na trzy części tematyczne. Każda z nich jest realizowana w trakcie kilku spotkań wykładowych:

1. Wstęp i zagadnienia podstawowe:

W tej części tematycznej omówione zostaną podstawowe techniki realizacji układów energoelektronicznych i problemy z nimi związane obejmujące m.in. sposób działania układów przełączających, wymagania stawiane idealnym łącznikom, działanie podstawowych elementów układów przełączających np. prostownika i mostka H przy różnego rodzaju obciążeniach: rezystancyjnym i indukcyjnym .

Pokazane zostaną wymagania dotyczące przyrządów pracujących w takich układach i sposoby realizacji elementów kluczujących za pomocą przyrządów półprzewodnikowych. Wskazane zostaną problemy związane z przekształcaniem dużej mocy za pomocą tego typu przyrządów (np. wpływ temperatury, materiału półprzewodnikowego, konstrukcji i technologii wykonania). Omówione zostaną zagadnienia związane z praktycznym wykorzystaniem przyrządów półprzewodnikowych w zakresie przetwarzania dużej mocy we współczesnej energoelektronice.

2. Właściwości współczesnych przyrządów półprzewodnikowych mocy i ich zastosowanie w energoelektronice

Druga część wykładowa poświęcona będzie omówieniu właściwości poszczególnych stosowanych współcześnie na szeroką skalę rodzajów przyrządów półprzewodnikowych.

Studenci zapoznani zostaną z fizyką działania poszczególnych przyrządów półprzewodnikowych, ze szczególnym uwzględnieniem właściwości materiałowych (Si, SiC, GaN), elementów konstrukcyjnych i technologicznych typowych dla przyrządów mocy. Omówiony zostanie wpływ tych elementów na właściwości użytkowe gotowych przyrządów wyrażone za pomocą m.in. teorio-obwodowego modelu zastępczego. Następnie wskazane zostaną typowe aplikacje układowe danego przyrządu mocy w energoelektronice wraz z praktycznymi problemami z nimi związanymi. Studenci zaznajomieni zostaną z wpływem fizyki działania przyrządu, właściwości konstrukcyjnych i technologicznych na pracę omawianych układów energoelektronicznych. Przedstawione zostaną również trendy rozwojowe dziedziny.

Przewiduje się omówienie następujących kategorii przyrządów półprzewodnikowych:

3. Diody mocy – w tym diody o różnych konstrukcjach: Schottkyego, diody złączowe, pin.
4. Tyrystory
5. Tranzystory MOS – w tym tranzystory o różnych konstrukcjach np. strukturze lateralnej i pionowej oraz energoelektroniczne moduły tranzystorowe
6. Tranzystory IGBT – w tym konstrukcje punch-through oraz non-punch-through
7. Tranzystory heterozłączowe (HEMT) – w tym tranzystory normalnie wyłączone i układ kaskodowy MOSFET-HEMT.

Część I

	<p>8. Niezawodność przyrządów mocy W tej części wykładowej zostaną omówione zagadnienia niezawodności przyrządów półprzewodnikowych - zjawiska fizyczne prowadzące do najczęściej spotykanych uszkodzeń, sposoby zabezpieczania przyrządów półprzewodnikowych przed niepożądanymi zjawiskami na poziomie technologiczno-produkcyjnym oraz na poziomie układowym.</p>
Laboratorium	<p>Laboratoria: Laboratoria będą realizowane jednocześnie z wykładem, będą miały charakter mieszany symulacyjno-pomiarowy i dotyczyć będą przyrządów i zagadnień aplikacyjnych omawianych na wykładzie. W pierwszej części laboratoriów studenci zapoznają się z właściwościami omawianych przyrządów mocy (diody, tranzystory) oraz podstawowymi problemami praktycznymi występującymi w zagadnieniach energoelektroniki. W późniejszej części studenci będą badać właściwości konkretnych przyrządów mocy w typowych zastosowaniach poprzez wykonanie pomiarów charakterystyk samych przyrządów oraz pomiarów podstawowych układów energoelektronicznych zbudowanych z wykorzystaniem tych przyrządów w różnych warunkach pracy typowych dla szeroko stosowanych układów energoelektronicznych.</p>

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Rozumie fizykę działania półprzewodnikowych przyrządów mocy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Rozumie wpływ parametrów materiałowo- konstrukcyjnych na działanie przyrządu, parametry modelu zastępczego i działanie układu energoelektronicznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Rozumie problemy niezawodności przyrządów mocy i układów energoelektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi przeprowadzić pomiary Laboratorium Sprawozdanie właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować ich wyniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przeprowadzić symulacje właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować laboratoryjne ich wyniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U09

Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi posługiwać się zdobytą wiedzą w celu dobrania odpowiednich elementów do wybranych układów energoelektronicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ZEUS
Nazwa przedmiotu	Elektronika o zerowym poborze energii dla układów samozasilających IOT
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Wprowadzenie studentów w nowy obszar tak zwanej elektroniki „zero-power”. Koncepcja ta jest wynikiem znacznej redukcji poboru mocy przez zaawansowane technologie CMOS, umożliwiające ich zasilanie za pomocą energii zbieranej z otoczenia tzw. „energy harvesting”. Ma to szczególne znaczenie dla rozwoju systemów Internetu Rzeczy (IOT) gdyż sensory IOT występują w tak wielkiej liczbie (tryliony sztuk) iż zasilanie bateryjne staje się niepraktyczne.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Wykład

Wykład: Wykład składał się będzie z dwóch części. W pierwszej omówimy problematykę pracy samo-zasilających się sieci węzłów IoT. Wskażemy na zmianę paradygmatu pracy sieci IoT w stosunku do innych urządzeń elektronicznych (tzw. zmiana z paradygmatu Watta na paradygmat Joule'a). Przeanalizujemy schemat pracy węzła IoT. Następnie przedstawimy nowoczesne rozwiązania, które najsukuteczniej przyczyniają się do zmniejszenia zapotrzebowania technologii CMOS na energię. Przeanalizujemy takie rozwiązania materiałowe jak: dielektryki HK (o wysokiej stałej dielektrycznej), naprężony krzem, krzemo-german, a także rozwiązania ingerujące w architekturę tranzystora (mowa o architekturach Bulk, FDSOI, FinFET, nano-druty), jak również rozwiązania układowe i systemowe (mowa tu o sleep-mode transistor, burst-mode, back-bias i forward-bias). Na zakończenie części pierwszej wykładu porównamy skuteczność przedstawionych rozwiązań i wybierzemy najlepszych kandydatów.

W drugiej części wykładu przeanalizujemy dostępne w otoczeniu źródła energii, które nadają się do zasilania sieci IoT. Przedstawimy zjawiska fizyczne i metody służące do pozyskiwania energii z tych źródeł. Przeanalizujemy ogniwa fotowoltaiczne służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii światła, zwracając uwagę na ich sprawność i metody jej poprawy, a także na ograniczenia fundamentalne. Następnie przedstawimy termo-generatory oparte na zjawisku Seebecka, służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii cieplnej, zwracając uwagę na ich optymalizację pod względem doboru materiału i architektury. Następną kategorią będą generatory wibracyjne, służące do pozyskiwania energii elektrycznej z energii mechanicznej (wibracje). W odniesieniu do ostatniego punktu, przeanalizujemy transducery piezoelektryczne, elektrostatyczne i elektromagnetyczne. W końcu pokażemy nowe niekonwencjonalne metody harvestingu które pojawiają się w literaturze.

Część I

Laboratorium	Laboratoria: Przewidujemy trzy doświadczenia laboratoryjne. Każde z nich powinno być wykonane w dwóch sesjach po 2 godziny (tj. dwa laboratoria po 2 godziny przez dwa kolejne tygodnie). 1. Pierwsze doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej ze światła. Studenci otrzymają paski ogniw fotowoltaicznych. Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie prądu ogniwa w funkcji intensywności światła (przez zmianę kąta ekspozycji). Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii. 2. Drugie doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej z energii cieplnej. Studenci otrzymają generatory Seebecka. Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie napięcia i prądu generatora w funkcji czasu i temperatury. Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii. 3. Trzecie doświadczenie będzie miało na celu zapoznanie się z pozyskiwaniem energii elektrycznej z energii mechanicznej. Studenci otrzymają paski piezoelektryka i regulowane generatory wibracyjne (częstość i amplituda). Ich zadaniem będzie scharakteryzowanie impulsów napięcia na wyjściu piezoelektryka umocowanego na wibratorze w funkcji częstości i amplitudy wibracji. Następnie, zadaniem studentów będzie zgromadzenie pozyskiwanej energii w kondensatorze i scharakteryzowanie napięcia i ilości gromadzonej energii w czasie. Efektywne zasilenie prostego urządzenia (węzła IOT lub innego) z z naładowanego kondensatora będzie dowodem skutecznego pozyskania i przechowania energii.
Projekt	Projekt: Zaprojektowanie i wykonanie układu mającego istotne znaczenie w zastosowaniu do sieci samo-zasilających się i komunikujących sensorów IoT

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu nanoelektronika lub fotonika zintegrowana

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich: - integrować wiedzę obszaru - mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-MSP-ZUKO
Nazwa przedmiotu	Zintegrowane układy do komunikacji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom podstaw na temat projektowania układów nadawczo-odbiorczych do komunikacji radiowej w realizacji scalonej (RFIC – ang. Radio-Frequency Integrated Circuit). Studenci zostaną zapoznani z zasadami działania i realizacją scalonych układów CMOS/BiCMOS i systemów elektronicznych charakteryzujących się specjalnymi wymaganiami, takimi jak mały pobór mocy, małe szумы, małe zniekształcenia nieliniowe, duża sprawność. Tego typu układy i systemy są stosowanych we współczesnych bezprzewodowych systemach komunikacyjnych, systemach przenośnych typu GPS, GSM, LTE, Bluetooth it
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none">• Wstęp: (1h): Zapoznanie się ze środowiskami i narzędziami CAD.• Część 1 (11h): Projekt i symulacja wzmacniacza niskoszumnego LNA, symulacja elektryczna (DC, SP, PSS, PAC, PSP), symulacja statystyczna oraz skrajnych rozrzutów procesu.• Część 2 (12h): Projekt topografii zaprojektowanego układu LNA, jego weryfikacja oraz ekstrakcja topografii z elementami pasożytniczymi. Ocena wyniku projektu po wykonaniu topografii masek produkcyjnych.• Część 3 (6h): Symulacja przykładowego mieszacza RF, symulacja elektryczna (DC, SP, PSS, PAC, PXF, QPSS, PSP, Pnoise, QPAC), symulacja statystyczna.
Wykład	<p>Treści przedstawiane na wykładzie będą obrazowane zadaniami do samodzielnego wykonania podczas laboratorium w praktycznej aranżacji stosowanej w przemyśle oraz praktyce inżynierskiej. Laboratorium będzie prowadzone przy wykorzystaniu profesjonalnego oprogramowania firm Cadence, Mentor Graphics i Keysight dostępne w laboratoriach Zakładu Metod Projektowania w Mikroelektronice IMiO. Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Bezprzewodowe systemy komunikacyjne: parametry i właściwości systemów RF. Parametry RF (macierz rozproszenia S), wzmocnienie, szумы, nieliniowość, wrażliwość. Przyrządy aktywne RF, modele, FT, fmax, ograniczenia pasmowe. Wybór technologii, CMOS/ BiCMOS, SiGe, FD-SOI. Elementy pasywne.2. Topografia elementów i układów analogowych RF: topografia scalonych rezystorów, kondensatorów i cewek. Topografia tranzystorów.3. Modelowanie scalonych elementów biernych i czynnych: modele rezystorów, kondensatorów i cewek planarnych. Modele małosygnałowe, wielkosygnałowe i szumowe tranzystorów.4. Pasmowe wzmacniacze małoszumne (LNA): zasady realizacji i architektury. Parametry, szумы, zakres dynamiczny, zniekształcenia nieliniowe.5. Mieszacze: zasady działania i realizacji. Mieszacze pasywne i aktywne. Szумы 1/f tranzystorów, szумы wzmacniacza pośredniej częstotliwości, zniekształcenia intermodulacyjne i zakres dynamiczny.6. Wzmacniacze mocy RF: sprawność, liniowość, odporność na przeciążenia. Zasady realizacji wzmacniaczy w różnych architekturach. Zakres dynamiczny i zasady linearyzacji.7. Oscylatory: wymagania, częstotliwość i przestrajanie, liniowość przestrajania, szумы fazowe, zniekształcenia harmoniczne, zrównoważenie I/Q. Oscylatory RC, zasady działania i różne architektury. Oscylatory LC, zasady działania. Właściwości.8. Syntezy częstotliwości: zasada działania. Architektura układu z pętlą fazową. Wymagania, zakres przestrajania, minimalny krok przestrajania, sygnały pasożytnicze, szумы fazy. Bloki PLL, VCO/DCO, dzielnik częstotliwości, detektor częstotliwości, pasywne i aktywne filtry w PLL. Programowalne dzielniki częstotliwości.

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z zakresie projektowania złożonych układów scalonych i komunikacją mikrofalową
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu analizy i projektowania złożonych układów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych do analizy i złożonych układów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi należącymi do zakresu analizy i projektowania złożonych systemów scalonych oraz złożonych systemów komunikacji mikrofalowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-NAN
Nazwa przedmiotu	Nanotechnologie
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Materiały i nanotechnologie)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane obieralne)-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zaprezentowanie stanu obecnego i perspektyw rozwoju nanotechnologii oraz związanych z tym problemów i ograniczeń, szczególnie w kontekście realizacji struktur przetwarzających informację. Dyskutowane będą uwarunkowania fizyczne i technologiczne procesów umożliwiających wytwarzanie i obróbkę materiałów, struktur, przyrządów i układów w skali nanometrowej, tj. specyfika środowisk "clean-room", próżni oraz plazmy. Omówione zostaną również klasyczne (wraz z modyfikacjami) i alternatywne metody wytwarzania nanostruktur niskowymiarowych. W ramach projektu studenci będą pogłębiać swoją wiedzę przygotowując krótkie prezentacje dotyczące szeroko pojmowanych nanotechnologii.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt

Zakres projektu

W trakcie zajęć projektowych studenci przygotowywać będą krótkie (~15 min.) referaty na zadane bądź samodzielnie zaproponowane, leżące w obszarze ich zainteresowań tematy, dotyczące szeroko rozumianych nanotechnologii, nanoinżynierii nanomateriałów i nanostruktur.

Część I

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ul style="list-style-type: none">• Wprowadzenie (1h)• Definicje nanotechnologii oraz wybranych dziedzin przez nie realizowanych (nanoelektroniki, elektroniki molekularnej, spintroniki i nanobiotechnologii). Dwie filozofie realizacji nanostruktur: "top-down" i "bottom-up".• Stan obecny oraz perspektywy rozwoju nanotechnologii (1h)• Rys historyczny, przykłady już istniejących i przewidywanych zastosowań; główne trendy rozwojowe. Uwarunkowania ekonomiczno-społeczne.• Problemy i ograniczenia związane z redukcją rozmiarów struktur elektronicznych a przetwarzanie informacji (2h)• Ograniczenia klasyczne (technologiczno-konstrukcyjne) oraz fundamentalne (ziarnistość materii, termodynamika, efekty mezoskopowe i kwantowe, fundamentalne oddziaływania w przyrodzie).• Środowisko clean-room i środowisko próżni w technologiach elektronicznych i nanotechnologiach (5h)• Definicje, parametry i wielkości podstawowe. Elementy kinetycznej teorii gazów. Sposoby wytwarzania próżni i próżniomierze - klasyfikacja urządzeń, zasada działania oraz podstawowe parametry.• Środowisko plazmy w technologiach wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i kształtowaniu nanoobszarów (5h)• Stany skupienia materii. Plazma - definicje, parametry, charakterystyczne zjawiska. Korzyści wynikające z zastosowań plazmy w nanotechnologiach. Wybrane procesy nano-technologiczne realizowane w środowisku plazmy (synteza i trawienie materiałów, płytka implantacja) i ich specyfika.• Technologie wytwarzania ultracienkich warstw (nanostruktury 1-wymiarowe) (5h)• Epitaksja - definicja, odmiany, specyfika. Wybrane zagadnienia związane ze wzrostem epitaksjalnym. Technologie fizycznego (PVD) a chemicznego (CVD) osadzania z fazy lotnej na przykładzie technik epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) i chemicznego osadzania z fazy lotnej przy użyciu związków metalo-organicznych MO CVD (oraz organo-metalicznych (OM CVD)), definicje, cechy charakterystyczne, specyfika, wybrane zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne, kontrolowanie i przebieg procesów, wybrane modyfikacje. Wady i zalety technik MBE i MO (oraz OM) CVD - porównanie.• Sposoby odwzorowywania kształtów w skali nanometrowej (nanostruktury 2 i 3-wymiarowe) (5h)• Idea, możliwości i ograniczenia. Problemy związane z redukcją rozmiarów przy użyciu układów projekcyjnych? maksymalna rozdzielczość, zjawisko dyfrakcji, kryteria Rayleigha i Abbego. Techniki litograficzne - fotolitografia klasyczna i jej modyfikacje: litografia z korekcją efektów bliskości (OPC), litografia z przesunięciem fazowym (PSM), litografia z wielokrotnym odwzorowaniem (MPL), litografia immersyjna. Fotolitografia w dalekim ultrafiolecie (EUV). Litografia elektronowa.•
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu materiałów i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W04
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i Wykład/projekt Kolokwiumnajistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-TSP
Nazwa przedmiotu	Techniki spektroskopowe
Wersja przedmiotu	2022L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Charakteryzacja i diagnostyka)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest poznanie najważniejszych metod badania i charakteryzacji materiałów i struktury elektronicznych i fonicznych, opartych na oddziaływaniu różnego typu promieniowania z materią.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Laboratorium	Zakres laboratorium: W ramach ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się praktycznie ze sposobami przygotowania próbek, wykonaniem pomiaru oraz analizą wyników pomiarowych dla wybranych metod badań spektroskopowych: <ol style="list-style-type: none">1. Spektroskopia THz w dziedzinie czasu (TDS)2. Elipsometria3. Spektroskopia absorpcyjna/emisyjna UV-VIS-NIR.4. Spektroskopia FTIR i Ramana
--------------	--

Treść wykładu:

1. Promieniowanie elektromagnetyczne. Oscylatorowy model materii. Oddziaływanie promieniowania EM z materią, absorpcja, emisja spontaniczna i wymuszona, szerokość linii widmowej. Emisja i absorpcja oscylującego dipola, moment przejścia, reguły wyboru, siła oscylatora. Przejścia oscylacyjno – rotacyjne.
2. Definicja i rodzaje spektroskopii, widmo spektroskopowe. Spektroskopia w zakresie ultrafioletu, widzialnym i podczerwieni. Jednostki energetyczne i fotometryczne. Źródła światła i podstawy działania laserów. Lasery do zastosowań spektroskopowych.
3. Oprzyrządowanie, metody dyspersji światła - monochromatory i detektory, spektrometry i fluorometry, technika heterodynowa. Aparatura do rejestracji widm absorpcyjnych w podczerwieni, spektrometry podczerwieni, spektrometry z transformacją Fouriera. Podstawowe informacje o pracy z wysoką próżnią i niskimi temperaturami.
4. Spektroskopia transmisyjna/absorpcyjna, emisyjna i odbiciowa. Układy optyczne i aparatura i ich charakterystyka. Widma emisji i wzbudzenia.
5. Techniki impulsowe, zasada, rozdzielczość czasowa. Metody pikosekundowej i femtosekundowej spektroskopii rozdzielczej w czasie. Zliczanie fotonów z korelacją czasową (TCSPC), aparatura i przykłady zastosowań, widma rozdzielcze w czasie. Pomiar czasu życia stanów wzbudzonych - detekcja fazy i modulacji; porównanie z metodą TCSPC.
6. Spektroskopia nieliniowa, spektroskopia dwufotonowa i nasyceniowa, konwersja wzbudzenia, efekty kooperatywne. Spektroskopia mieszania czterech fal (4WM). Techniki typu wiązka pompująca-wiązka sondująca. (pump-probe), absorpcja przejściowa, femtosekundowy optyczny efekt Kerra.
7. Spektroskopia laserowa wysokiej rozdzielczości, technika zawężania linii widmowej (FLN) i wypalania dziur (hole burning).
8. Zastosowanie spektroskopii optycznej do charakteryzacji ośrodków laserów na ciele stałym i materiałów półprzewodnikowych. Zastosowanie spektroskopii w podczerwieni do charakteryzacji i określenia struktury molekuł.
9. Metoda osłabionego całkowitego wewnętrznego odbicia ATR (Attenuated Total Reflection) Reflektacyjno-absorpcyjna spektroskopia w podczerwieni RAIRS (IRRAS) Reflection-Absorption InfraRed Spectroscopy
10. Nieelastyczne rozpraszanie światła: podstawy fizyczne zjawiska nieelastycznego rozpraszania światła; spektroskopia Ramana jako narzędzie badań strukturalnych i metoda analizy chemicznej w nanoskali. Spektroskopia ramanowska w badaniach powierzchni, powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana (SERS)
11. Spektroskopia promieni X: techniki eksperymentalne, promieniowanie synchrotronowe i jego właściwości; lasery na swobodnych elektronach.
12. Struktura subtelna widm absorpcji jako źródło informacji o lokalnej strukturze atomowej i elektronowej materiałów (XANES, EXAFS), zastosowania w fizyce, chemii i inżynierii materiałowej.

Część I

	<p>13. Fluorescencja rentgenowska i jej zastosowania do analizy chemicznej.</p> <p>14. Spektrometria magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR): podstawy teoretyczne, aparatura; wykorzystanie widm NMR do ustalania budowy cząsteczek od małych cząsteczek do makromolekuł; spektrometria NMR w medycynie i innych dziedzinach wiedzy.</p> <p>15. Spektrometria paramagnetycznego rezonansu elektronowego (EPR): podstawy teoretyczne, aparatura; wykorzystanie widm EPR</p> <p>16. Spektrometria mas: podstawowe pojęcia spektrometrii mas; budowa spektrometru mas; wybrane metody analizy jonów i metody jonizacji; podstawy interpretacji widm masowych.</p> <p>17. Sensoryka luminescencyjna bezkontaktowy pomiar temperatury, ciśnienia, składu substancji z wykorzystaniem jonów ziem rzadkich</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z charakteryzacją i diagnostyką materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w zakresie modelowania i charakteryzacji zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z obszarów mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanej specjalności, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-WLS
Nazwa przedmiotu	Wzmacniacze i lasery światłowodowe
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Głównym celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z aktualnym stanem wiedzy na temat aktywnych układów światłowodowych, zarówno od strony teoretycznej, jak i z punktu widzenia zastosowań w układach telekomunikacji i optoelektroniki zintegrowanej. Wykład zaznajamia studentów z nowoczesnym formalizmem opisu zjawisk oddziaływania fal elektromagnetycznych z ośrodkami liniowymi, nieliniowymi i wzmacniającymi, opartym na półklasycznej teorii promieniowania, rachunku operatorowym oraz metodami rozwiązywania nieliniowych równań Schrödingera. Omawiane zagadnienia stanowią rozszerzenie wiadomości z wybranych działów fizyki, szczególnie teorii pola elektromagnetycznego i optyki kwantowej. Materiał wykładu obejmuje analizę parametrów spektroskopowych ośrodków aktywnych, teorię propagacji promieniowania w światłowodowych strukturach aktywnych oraz zaawansowany teoretyczny opis parametrów wzmocnienia i generacji dla pracy impulsowej i CW, z odniesieniami do konkretnych zastosowań. Wykład bazuje na najnowszych doniesieniach z literatury światowej, jak również na wynikach prac własnych autorów.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	5
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Projekt	Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych) Indywidualny projekt obejmujący modelowanie podstawowych parametrów propagacyjnych, wzmacnieniowych i generacyjnych wybranych światłowodowych elementów czynnych i układów generacyjnych.
---------	--

Wykład	<p>Przedmiot składa się z części wykładowej, projektowej oraz laboratorium. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z każdej ww. części.</p> <p>Opis wykładu:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp Zastosowanie światłowodów do transmisji sygnałów optycznych, uwarunkowania technologiczne i konstrukcyjne. Zastosowania aktywnych struktur światłowodowych - wzmacniacze i lasery. Przypomnienie zjawisk prowadzących do generacji promieniowania w strukturach aktywnych. Równania Maxwella. Przejście do równania falowego.2. Podstawy propagacji światła w światłowodach Opis propagacji światła w światłowodach włóknowych i planarnych o różnych profilach współczynnika załamania. Mody prowadzone, mody wypromieniowania, mody upływowe. Równanie dyspersyjne i metody jego rozwiązywania.3. Dielektryczne ośrodki czynne domieszkowane jonami ziem rzadkich Przejścia optyczne w jonach aktywatora w matrycy dielektrycznej. Podstawy spektroskopii optycznej lantanowców w szklach i kryształach. Zjawiska związane z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z jonami aktywnymi - procesy absorpcji, emisji spontanicznej i wymuszonej, bezpromienistego wygaszania fluorescencji, konwersji wzbudzenia.4. Pompowanie optyczne Zagadnienie pobudzania optycznego wzmacniaczy i laserów światłowodowych. Teoria sprzęgania układów włóknowych i planarnych ze źródłami pompującymi. Światłowody wielopłaszczyznowe, pompowanie płaszczowe. Realizacje źródeł pompujących.5. Teoria pracy wzmacniaczy włóknowych i planarnych Określenie wzmocnienia małosygnałowego w układach trzy- i cztero-poziomowych na podstawie równań bilansu. Zależność wzmocnienia od mocy pompującej oraz geometrii pompowania. Uwzględnienie efektu nasycenia wzmocnienia. Tłumiennosc oraz starty związane z procesami wielojonowymi i wielofotonowymi.6. Wzmacniacze światłowodowe Światłowodowe wzmacniacze telekomunikacyjne na pasmo 1.3 i 1.55 μm (pasma S, C, L). Materiały, technologia i właściwości optyczne. Pompy optyczne do wzmacniaczy telekomunikacyjnych. Charakterystyki wzmocnienia. Zagadnienie wzmocnionej emisji spontanicznej (ASE). Metody pomiarowe parametrów wzmacniaczy optycznych.7. Teoria generacji we włóknach optycznych i strukturach planarnych Trzy- i cztero-poziomowe układy pracy, warunki progowe i ponad progowe generacji, oddziaływanie modu pompującego i laserowego. Wpływ rezonatora na parametry generowanego promieniowania. Analiza mocy wyjściowej przy pomocy całki mocy.
--------	--

Część I

	<p>8. Lasery światłowodowe Lasery włóknowe wielkiej mocy - generacja promieniowania w laserze Yb3+. Lasery włóknowe na zakres widzialny, w tym lasery z konwersją wzbudzenia. Lasery włóknowe na zakres UV. Zastosowania.</p> <p>9. Rezonatory w laserach światłowodowych Podstawy teorii rezonatorów siatkowych. Dielektryczne lasery planarne oraz włóknowe z rozłożonym sprzężeniem zwrotnym (DFB) i z rozłożonym zwierciadłem braggowskim (DBR). Kształtowanie charakterystyk wzmacniacza przy pomocy struktur siatkowych. Siatki braggowskie jako filtry częstotliwościowe.</p> <p>10. Generacja krótkich impulsów Generacja krótkich impulsów optycznych w laserach światłowodowych. Przełączanie dobroci rezonatora i synchronizacja modów. Kompresja impulsów. Lasery w konfiguracji MOPA (master oscillator power amplifier).</p> <p>11. Mikrolasery Indukowany termicznie efekt światłowodowy w ośrodkach dielektrycznych. Mikrolasery. Zasada działania, materiały i konstrukcje. Praca jednomodowa i sposoby modulacji promieniowania mikrolaserów.</p>
Laboratorium	<p>Laboratorium: (zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)</p> <ol style="list-style-type: none"> Ośrodki aktywne do laserów włóknowych cz. 1 Ośrodki aktywne do laserów włóknowych cz. 2 Badanie parametrów światłowodowych wzmacniaczy optycznych Badanie parametrów laserów światłowodowych

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu techniki laserowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu techniki laserowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01

Część I

Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe z zakresu analizy i modelowania laserów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu analizy, modelowania, charakteryzacji i projektowania laserów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu analizy, modelowania, charakteryzacji i projektowania laserów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	K02
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103B-ELxxx-MSP-ZOUL
Nazwa przedmiotu	Zintegrowane optoelektroniczne układy logiczne
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Fotonika i nanoelektronika)-Mikroelektronika, fotonika i nanotechnologie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane)-Elektronika-dr.-EITI, (Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI, (Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi układami optyki zintegrowanej i ich wykorzystaniem w procesie przetwarzania informacji. Przewaga systemów fotonicznych nad elektronicznymi wynika z wyższej częstotliwości promieniowania optycznego, możliwości równoległego przetwarzania sygnału oraz wykorzystania kwantowej natury fotonów. Efekty kształcenia obejmują znajomość podstaw fizycznych oraz sposobów realizacji optycznych elementów logicznych i pamięciowych w postaci objętościowej i planarnej. Ponadto znajomość takich zagadnień jak: przełączanie i modulacja z wykorzystaniem optycznych efektów nieliniowych, mikro-rezonatory optyczne, bistabilność optyczna oraz połączenia optyczne. Wynikiem zaliczenia przedmiotu będzie też opanowanie tematyki analogowego i cyfrowego przetwarzania sygnału optycznego i znajomość architektury procesora optycznego.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Treść wykładu</p> <ol style="list-style-type: none">1. Wstęp, foton i elektron jako nośniki informacji, fala świetlna, komunikacja światłowodowa, optyczne przetwarzanie informacji. Teoria falowa propagacji promieniowania w planarnych i paskowych falowodach dielektrycznych i półprzewodnikowych. Równanie charakterystyczne światłowodu planarnego. Klasyfikacja modów światłowodu planarnego. (4h)2. Fale niejednorodne. Teoria modów sprzężonych, równania modów sprzężonych, droga sprzężenia i transfer mocy. Tunelowanie optyczne. (2h)3. Sprzęgacze siatkowe, klasyfikacja siatek, warunków dopasowania fazowego sprzężenia współliniowe, sprzężenie pomiędzy modami TE -TE i z konwersją modów. (2h)4. Mikrorezonatory optyczne, zwierciadlane (F-P), fotoniczne (PBG) oraz wykorzystujące całkowite wewnętrzne odbicie. Mody typu WGM w rezonatorach dyskowych i pierścieniowych. (2h)5. Przełączanie i modulacja optyczna. Optyka nieliniowa, efekt elektrooptyczny, akustooptyczny, absorpcja dwufotonowa, wymuszone rozpraszanie Ramana, mieszanie 4 fal, optyka fotorefrakcyjna, efekt Franza-Kiełdysza (elektroabsorpcja), kwantowy efekt Starka w studniach kwantowych QCSE. Planarne modulatory optyczne wykorzystujące wzmacniacze półprzewodnikowe (SOA) i układy interferometryczne. (4h)6. Połączenia optyczne, zależne i niezależne. Elementy zmieniające kierunek propagacji modów falowodowych- planarne pryzmaty, soczewki geodezyjne, soczewki fresnelowskie, soczewki siatkowe, siatki ogniskujące, zwierciadła, siatki odbiciowe, polaryzatory planarne. Modulatory przestrzenne (SLM), komputerowo generowane hologramy i siatki fazowe. (2h)7. Bistabilność optyczna, absorpcyjna, dyspersyjna i polaryzacyjna. Modulatory i przełączniki bistabilne, fotoniczne i hybrydowe. Elementy SEED (self elektro-optic effect device) (2h)8. Materiały i technologie wytwarzania zintegrowanych układów fotonicznych (Photonic Integrated Circuits PIC). Przykłady realizacji na bazie niobianu litu LiNbO3 i materiałów półprzewodnikowych (2h)9. Optyczna transformata Fouriera, funkcje splotu i korelacji. Koherentne przetwarzanie sygnałów optycznych, filtracja optyczna, optyczne rozpoznawanie obrazów, procesor optyczny w konfiguracji "4f". (2h)10. Analogowe i cyfrowe optyczne przetwarzanie informacji. Przykłady elementów optycznych realizujących funkcje logiczne, bistabilne, sprzężeniowe, elementy holograficzne. Systemy optyczne wykonujące operacje na macierzach. Procesory algebry liniowej, rozwiązywanie parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych metodami optycznymi. (4h)11. Przykłady pamięci optycznych - pamięci optoelektroniczne i pamięci holograficzne. Elementy i architektura komputera optycznego, procesory optyczne. (4h)
--------	--

Część I

Projekt	Zakres projektu Ćwiczenia projektowe umożliwią studentom rozszerzenie wiadomości z obszaru optycznych układów logicznych. Zajęcia obejmą wykonanie analizy numerycznej oraz symulacji działania wybranych optycznych elementów logicznych, rezonatorów z kryształem fotonicznym i rezonatorów pierścieniowych, nieliniowych modulatorów, przełączników bistabilnych, a także interferometru Macha-Zehndera z elementem nieliniowym. Ponadto, w ramach ćwiczeń projektowych studenci będą dokonywać numerycznych symulacji procesów optycznych; sumowania, rzutowania, iloczynu skalarnego i wektorowego, mnożenia macierzy, całkowania, filtracji, splotu i korelacji.
---------	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, obejmującą metody numeryczne niezbędne do modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów elektronicznych i fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z analizą i projektowaniem oraz charakteryzacją struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych oraz układów fotoniki zintegrowanej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie analizy i charakteryzacji materiałów mikroelektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki i fotoniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

Część I

Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Potrafi przeprowadzać eksperymenty symulacyjne dla charakteryzacji elementów elektronicznych i fonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-MMC
Nazwa przedmiotu	Metody Monte Carlo
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane ogólne)--dr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami symulacyjnymi znanymi powszechnie jako metody Monte Carlo. Stanowią one obecnie coraz powszechniej stosowane narzędzie do rozwiązywania bardzo złożonych problemów spotykanych w nauce i technice. Kolejnym - praktycznym celem - jest przygotowanie studentów do samodzielnego wykonywania obliczeń symulacyjnych metodami MC - przy użyciu dostępnych narzędzi programistycznych - oraz poprawnego szacowania niepewności uzyskiwanych wyników.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Badanie efektywności generatorów liczb pseudolosowych w wybranych językach programowania • Generacja liczb losowych o wybranych rozkładach nierównomiernych. Całkowanie metodami Monte Carlo, metody ograniczenia niepewności wyników • Całkowanie metodami Monte Carlo wykorzystującymi łańcuchy Markowa. Szacowanie uzysku produkcyjnego za pomocą modelowania propagacji rozkładów prawdopodobieństwa. Rozwiązywanie równań różniczkowych metodą błędzenia przypadkowego. Zastosowanie perkolacji do modelowania rozprzestrzeniania się epidemii. Szacowanie wartości instrumentów pochodnych w finansach oraz ryzyka inwestycji.
Wykład	<p>Bloki wykładowe dwugodzinne; bloki laboratoryjne dwugodzinne. Zajęcia laboratoryjne realizowane w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu na podstawie liczby punktów uzyskanej podczas dwóch kolokwium wykładowych oraz na zajęciach laboratoryjnych. Opis wykładu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przypomnienie podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Elementy testowania hipotez statystycznych. Generowanie liczb losowych. Przegląd typów generatorów liczb losowych: generatory prawdziwie losowe, pseudolosowe oraz Quasi losowe. Ich podstawowe wady i zalety. Pakiety testów statystycznych. Testy aplikacyjne. MCMC (Markov Chain Monte Carlo). Pojęcie łańcucha Markowa. Model błędzenia przypadkowego. Algorytmy Metropolisa-Hastingsa i Gibbsa – efektywne próbkowanie z rozkładów wielowymiarowych. Całkowanie metodą podstawową MC. Metody redukcji wariancji. Pojęcie niepewności wyników symulacji MC. Rozwiązywanie równań transportu dla gazu klasycznego i dla gazu elektronowego z uwzględnieniem zjawisk rozpraszania. Typy aplikacji do symulacji MC. Dobre praktyki podczas tworzenia własnego oprogramowania • Model perkolacji i jego zastosowania. Model propagacji niepewności : ISO/IEC GUIDE 98-3:2008. Propagacja rozkładów zmiennych losowych – szacowanie rozrzutów parametrów układów elektronicznych, uzysku produkcyjnego. • Zastosowania metod MC w optymalizacji. Symulacja działania Systemów Masowej Obsługi dla nietypowych rozkładów zmiennych losowych. • Algorytm „Monte Carlo tree search” i jego zastosowania. Szacowanie ryzyka metodami MC na przykładzie szacowanie wartości instrumentów pochodnych i ryzyka inwestycyjnego. Krytyczna analiza wyników otrzymywanych metodami MC na przykładzie wybranych współczesnych publikacji naukowych . • Dwa kolokwia wykładowe.

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat Wykład, Kolokwium, algorytmów generacji liczb pseudolosowych oraz quasi losowych o dowolnych rozkładach ciągłych i dyskretnych

Część I

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC wykorzystywanych przy modelowaniu transportu gazów (w tym gazu elektronowego w ciele stałym) w aspekcie ich zastosowań w elektronice.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	W03
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC stosowanych w obszarach optymalizacji, propagacji niepewności (zastosowania w metrologii i przy szacowaniu ryzyk).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Posiada umiejętność wyznaczania wartości całek wielowymiarowych wykorzystując laboratoryjne laboratoryjnych algorytm MC. Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów redukcji niepewności wyników i potrafi je praktycznie zastosować
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi wskazać ograniczenia stosowalności metod MC oraz krytycznie analizować uzyskane wyniki symulacyjne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U03
Opis	Posiada umiejętność poprawnego szacowania wartości niepewności obliczeń symulacyjnych (standardową i/lub złożoną)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U04
Opis	Posiada umiejętność praktycznego wykorzystania typowych modeli symulacyjnych tj. model Isinga, model perkolacji, model błędzenia przypadkowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny
Kod efektu	U05
Opis	Potrafi zastosować model propagacji rozkładów zmiennych losowych do szacowania rozrzutów wybranych parametrów układów elektronicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin_pisemny

SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-ELSZE-CHAR
Nazwa przedmiotu	Charakteryzacja materiałów dla elektroniki i fotoniki
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Elektronika
Specjalność	Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	(Przedmioty zaawansowane obieralne)-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,(Przedmioty zaawansowane techniczne)--mgr.-EITI,(Przedmioty techniczne)---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	ELSZE-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Cel przedmiotu	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z najczęściej używanymi współczesnymi technikami charakteryzacji materiałów oraz mikro- i nanostruktur. Przedstawione zostaną metody mikroskopowe, skanujące, dyfrakcyjne, spektroskopowe oraz profilowe, ich wady i zalety, zakresy zastosowań oraz zasady działania urządzeń. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci wykorzystają w praktyce wiedzę zdobytą w trakcie wykładu, poprzez działania na specjalistycznym sprzęcie do charakteryzacji materiałów oraz mikro- i nanostruktur.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4
---------------------	---

03. Treści kształcenia

1. Wprowadzenie. Ogólna klasyfikacja metod charakteryzacji materiałów i struktur. Obrazowanie a techniki analityczne. Rodzaje informacji uzyskiwanych dzięki charakteryzacji (morfologia, struktura elektronowa i krystaliczna, skład chemiczny materiału). Podstawy fizyki zjawisk rozpraszania. Promieniowanie rentgenowskie i jego oddziaływanie z materią. Elektrony, neutrony i jony oraz ich oddziaływanie z materią. Rozpraszanie sprężyste i dyfrakcja.
2. Techniki mikroskopowe Obrazowanie. Powiększanie obrazu, głębina ostrości, rozdzielczość, ograniczenie dyfrakcyjne. Dualizm korpuskularno-falowy. Aberracje układów optycznych i sposoby ich redukcji. Fizjologia widzenia. Mikroskopia świetlna i kontrasty. Wybrane współczesne techniki mikroskopowe, jak np.: mikroskopia fluorescencyjna, konfokalna, TIRF, dekonwolucyjna, 2-fotonowa, STED, PALM, fPALM, StORM. Mikroskopia elektronowa - aspekty optyki elektronowej, generowanie wiązki elektronów, oddziaływanie elektron-próbka. Preparatyka próbek. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) - obrazowanie za pośrednictwem elektronów wtórnych i wstecznie rozproszonych, wykorzystanie kontrastu napięciowego, kontrast magnetyczny. Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM) - dyfrakcja elektronów, kontrasty obrazów TEM (rozproszeniowy, dyfrakcyjny, od różnej głębokości preparatu i od defektów strukturalnych, fazowy oraz kontur ekstynkcyjny). Skaningowa transmisyjna mikroskopia elektronowa (STEM). Elektronowa mikroskopia kriogeniczna (cryoEM). Inne mikroskopy, np. jonowa.
3. Techniki mikroskopii bliskich oddziaływań wykorzystujące sondę skanującą Skaningowa mikroskopia tunelowa (STM). Budowa i idea działania mikroskopu z sondą skanującą. Tryby pracy mikroskopu STM. Oddziaływanie ostrze-próbka. Mikroskopia sił atomowych (AFM) – budowa mikroskopu, zasada działania, tryby pracy (kontaktowy, bezkontaktowy, przerywanego kontaktu), modyfikacje. Inne metody wykorzystujące sondę skanującą.
4. Techniki dyfrakcyjne Techniki dyfrakcyjne objętościowe: dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego i dyfrakcja neutronów. Wymagania, obszary zastosowań. Dyfraktometria proszkowa. Badania przy małych kątach rozproszenia. Techniki dyfrakcyjne powierzchniowe – wykorzystanie elektronów odbitych (odbiciowa spektrometria wysokoenergetycznych elektronów (RHEED) i spektrometria niskoenergetycznych elektronów (LEED)).

	<p>5. Techniki spektroskopowe Pomiary spektroskopowe – omówienie wybranych technik. Na przykład: Spektroskopia fotonowa – pomiary optyczne (pomiar współczynnika odbicia i absorpcji/transmisji), fotoluminescencja, spektroskopia oscylacyjna Ramana i w podczerwieni, spektroskopia promieniowania rentgenowskiego (odmiany i modyfikacje). Spektroskopia zakresu fal radiowych – spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI). Spektroskopia elektronowa – emisja promieniowania rentgenowskiego w SEM i TEM (metody wykorzystujące pomiar energii lub długości fali promieniowania), katodoluminescencja w SEM i STEM, spektroskopia strat energii elektronów.</p> <p>6. Analiza powierzchni i profilowanie głębokościowe Spektroskopia elektronowa powierzchni na przykład: metody rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS) i spektroskopii elektronów Augera (AES). Spektroskopie masowe na przykład spektroskopia mas jonów wtórnych (SIMS) oraz spektroskopia masowa wtórnych cząstek neutralnych (SNMS); badanie powierzchni i profili głębokościowych. Rozpylanie jonowe na przykład metody spektroskopii rozpraszania wstecznego Rutherforda (RBS) oraz spektroskopii promieniowania rentgenowskiego powstającego pod wpływem bombardowania protonami (PIXE). Reflektometria neutronowa i rentgenowska.</p> <p>7. Wybrane techniki badania właściwości kształtowanych przez mikro- i nanostrukturę materiału: Techniki analizy właściwości mechanicznych (wytrzymałość, ciągliwość, odporność na pękanie, twardość i energia odkształcenia sprężystego), elektrycznych (np. przewodność, przenikalność), magnetycznych (np. podatność magnetyczna) i termicznych (np. temperatura, przewodność cieplna, entalpia).</p> <p>8. Dwa kolokwia wykładowe Laboratorium: Program zajęć laboratoryjnych obejmuje 5 trzygodzinnych ćwiczeń na przykład: rezonansowe pomiary i analiza parametrów elektrofizycznych (jak przewodność) ultracienkich (do 10 nm grubości) warstw metalicznych w celu zademonstrowania zmiany charakteru badanego układu z objętościowego na mezoskopowy, badanie powierzchni (np. topografii, struktury, składu pierwiastkowego) ciała stałego oraz mikro- i nanostruktur przy użyciu: mikroskopii sił atomowych (AFM), skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i mikroskopii konfokalnej oraz analiza składu chemicznego ich powierzchni oraz objętości techniką spektroskopii mas jonów wtórnych (SIMS). Wizyty w laboratoriach z dostępem do najnowszych technik charakteryzacji (na przykład CEZAMAT).</p>
--	---

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	W02

Część I	
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z - charakteryzacją i diagnostyką materiałów i struktur nanoelektronicznych i nanofotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary, modelowanie i charakteryzacja zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U02
Opis	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z jednego z trzech następujących obszarów: mikroelektroniki, fotoniki i nanotechnologii oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kod efektu	U03
Opis	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie