

Systemy Elektroniczne i Wbudowane

MAKO (materiały i konstrukcje)
PPP (podstawy przyrządów półprzewodnikowych)
LPPP (laboratorium podstaw przyrządów półprzewodnikowych)
ELA1 (elektronika analogowa 1)
LELA1 (laboratorium elektroniki analogowej 1)
ELA2 (elektronika analogowa 2)
LELA2 (laboratorium elektroniki analogowej 2)
WSW (wstęp do systemów wbudowanych)
PRURE (programowanie układów rekonfigurowalnych)
PAPRO (paradygmaty programowania)
PROO (programowanie obiektowe)

Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki

PPP (Podstawy przyrządów półprzewodnikowych)
LPPP (Laboratorium podstaw przyrządów półprzewodnikowych)
WDOF (Wstęp do fotoniki)
ELFO (Elementy foniczne)
TELFO (Technologie elektroniczne i foniczne)
ELA1 (Elektronika Analogowa 1)
LELA1 (Laboratorium Elektroniki Analogowej)
SCK (Systemy cyfrowe i komputerowe)
POMIK (Podstawy mikrokontrolerów)
WSW (Wstęp do systemów wbudowanych)
FOS (Fotonika światłowodowa)
MAKO (Materiały i konstrukcje)
PROO (Programowanie obiektowe)
PMK (Podstawy mikroelektroniki)

Elektronika i Informatyka w Medycynie

RN (Radiologia z nukleoniką)
WNM (Wprowadzenie do nauk medycznych)
DETPJ (Detektory promieniowania jonizującego)
EAME (Elektroniczna aparatura medyczna)
PTOM (Podstawy technik obrazowania medycznego)
ABM (Akceleratory biomedyczne)
SNB (Sieci neuronowe w zastosowaniach biomedycznych)
UIOM (Urządzenia IoT w opiece medycznej)
ADP (Analiza danych pomiarowych w medycynie)
PROO (Programowanie Obiektowe)

Zespół autorski:

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz

dr inż. Anna Jusza

dr inż. Stanisław Stopiński

mgr inż. Krzysztof Anders

Elementy Fotoniczne (ELFO) *Photonics elements*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *FIZ (Fizyka i laboratorium eksperymentu), WDOF (Wstęp do fotoniki)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami podstaw działania, konstrukcji i zastosowań elementów fonicznych, będących podstawą funkcjonowania współczesnych układów przetwarzania i zapisu informacji oraz systemów telekomunikacyjnych; ukształtowanie wśród studentów zrozumienia zasady działania podstawowych elementów i układów fonicznych; zapoznanie studentów z podstawowymi właściwościami i możliwościami zastosowania elementów i układów fonicznych.*

Treść kształcenia:**WYKŁADY:**

1. Wprowadzenie do elementów fonicznych: obszar zastosowań i klasyfikacja systemów fonicznych, podstawowe elementy systemów fonicznych – źródła światła koherentnego i niekoherentnego, elementy pasywne i aktywne, nadajniki foniczne, modulatory promieniowania, wzmacniacze optyczne, detektory. (2h)
2. Tory optyczne: propagacja światła w falowodach planarnych i włóknowych, struktura modowa promieniowania w torach światłowodowych, zjawiska ograniczające propagację fali optycznej w

- światłowodach optycznych – tłumienie, rozpraszanie, dyspersja modowa, chromatyczna i polaryzacyjna. (3h)
3. Źródła światła: diody elektroluminescencyjne (LED) i źródła ASE (SOA/EDFA), diody OLED, metody uzyskiwania światła białego w diodach LED, systemy oświetleniowe; generatory promieniowania koherentnego – lasery gazowe, lasery ciała stałego (w tym mikrolasery), lasery półprzewodnikowe (w tym struktury studni i kropek kwantowych). (4h)
 4. Modulatory do zastosowań w systemach przesyłania informacji - modulatory fazy, modulatory amplitudy w układzie interferometru Macha-Zehndera, modulatory elektro-absorbpcyjne. (2h)
 5. Nadajniki optyczne – kluczowe elementy nadajnika optycznego, podstawowe konstrukcje, parametry i ograniczenia. (2h)
 6. Elementy pasywne torów transmisyjnych: sprzęgacze planarne i włóknowe, dzielniki i sumatory mocy, izolatory, cyrkulatory, układy objętościowe, multipleksery AWG, multipleksery add-drop. (2h)
 7. Wzmacniacze optyczne: światłowody aktywne, fizyczne podstawy działania wzmacniaczy optycznych; wzmacniacze półprzewodnikowe (SOA), wzmacniacze włóknowe i planarne domieszkowane jonami ziem rzadkich (REDFA i REDWA), wzmacniacze ramanowskie (FRA). (3h)
 8. Detektory promieniowania optycznego: efekt fotoelektryczny zewnętrzny i wewnętrzny; detektory półprzewodnikowe – fotorezystor, dioda p-n, dioda p-i-n, dioda lawinowa; zakresy spektralne pracy, czułość, parametry szumowe. Matryce detektorów (CMOS, CCD). (2h)
 9. Elementy i systemy fotowoltaiczne: materiały na ogniwa fotowoltaiczne, konstrukcje ogniw i paneli fotowoltaicznych, parametry i metody charakteryzacji. (2h)
 10. Wyświetlacze obrazu 2D i 3D. (2h)
 11. Interferometry: jednowiązkowe i dwuwiązkowe, podstawowe konstrukcje i parametry interferometrów Fabry-Perot, Michelsona, Macha-Zehndera, Sagnaca, Twyman-Greena, Fizeau, Younga; zastosowania układów interferometrycznych. (2h)
 12. Wybrane elementy i układy fotoniki zintegrowanej (Photonic Integrated Circuits): układy nadawczo-odbiorcze (w tym nadajniki i odbiorniki WDM), zintegrowane układy laserów i wzmacniaczy optycznych, układy czujnikowe, zastosowanie układów scalonych w sieciach teletransmisyjnych i czujnikowych. (4h)

LABORATORIA:

1. **Źródła światła.** Badanie podstawowych parametrów spektralnych źródeł światła niekoherentnego (żarówka, świetlówka, halogen, LED).
2. **Wzmacniacze optyczne.** Badanie podstawowych parametrów wzmacniaczy optycznych - porównanie charakterystyk spektralnych, wzmocnieniowych oraz szumowych.
3. **Lasery.** Badanie podstawowych parametrów akcji laserowej typowych źródeł laserowych (laser He-Ne, laser ciała stałego, laser półprzewodnikowy) - geometrii wiązki, drogi koherencji, parametrów spektralnych generowanego promieniowania.
4. **Detektory.** Badanie podstawowych parametrów detektorów promieniowania optycznego (detektory na różne zakresy spektralne, różne konstrukcje i technologie detektorów).

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. Bernard Ziętek, Optoelektronika, PWN, Warszawa, 2011
2. Bahaa E. A. Saleh and Malvin Carl Teich; Fundamentals of Photonics, Wiley Series in Pure and Applied Optics
3. R. Józwicki, Podstawy inżynierii fotonicznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych –* **49 godz., w tym**
 - obecność na wykładach* 30 godz.
 - obecność na laboratorium* 16 godz.
 - konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe* 3 godz.
2. *praca własna studenta –* **28 godz., w tym**
 - powtórzenie materiału do wykładów* 3 godz.
 - przygotowanie do dwóch kolokwium wykładowych* 10 godz.
 - przygotowanie do laboratorium* 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 77 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,92 pkt. ECTS, co odpowiada 49 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 15 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W07
W2: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Laboratorium	Laboratorium	K1_W11
W3: Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład Laboratorium	Kolokwia Laboratorium	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U03
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fotonicznych	Laboratorium	Laboratorium	K1_U11
U3: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U12
U4: Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U20
U5: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i	Laboratorium	Laboratorium	K1_U21

przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski			
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Laboratorium	K1_K03

Autor/Zespół Autorski:

dr hab. inż. Piotr Wieczorek, prof. PW

dr inż. Aleksander Burd

dr inż. Krzysztof Czuba

mgr inż. Maciej Radtke

mgr inż. Maciej Urbański

mgr inż. Bartosz Gąsowski

mgr inż. Maciej Grzechrólka

Elektronika Analogowa 1 (ELA1) *Analogue electronics 1*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *TOB (teoria obwodów), MANA (analiza matematyczna), POME (podstawy pomiarów wielkości elektrycznych), PPP (podstawy przyrządów półprzewodnikowych)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, uruchomienie nowej specjalności Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektronicznymi i właściwościami układowymi elementów elektronicznych. Przedmiot jest pierwszym z serii traktujących o układach elektronicznych. Łączy wiedzę z przyrządów półprzewodnikowych, teorii obwodów i elementów analizy matematycznej, umożliwiając studentom samodzielną analizę odrębną podstawowych układów elektronicznych.

Treść kształcenia:**Opis wykładu:****WYKŁADY 1-3****Elementy elektroniczne i ich modele (6 godz.):**

- dioda półprzewodnikowa
- tranzystor: bipolarny i unipolarny, właściwości, podobieństwa i różnice

- inne („nowoczesne” elementy elektroniczne np. HEMT, IGBT
- modele elementów półprzewodnikowych
- SPICE: stosowanie modeli symulacyjnych producentów, ograniczenia i pułapki, podstawy optymalizacji opartej o modele, tworzenie własnych modeli behawioralnych
- linearyzacja charakterystyk elementów elektronicznych, punkt pracy
- elementy pasywne i ich rzeczywiste parametry i właściwości

WYKŁADY 4-6

Układy elementarne (6 godz.):

- stopnie wzmacniające jednotranzystorowe (WE, WD, WK, WZ...), właściwości, zastosowania, podobieństwa, różnice
- tranzystor bipolarny i unipolarny jako źródło prądowe: właściwości, nieidealności, parametry
- proste, elementarne układy źródeł prądowych i ich parametry
- lustro prądowe

WYKŁADY 6-8

Wzmacniacze m. cz., szerokopasmowe i selektywne (6 godz.):

- układy wielostopniowe, łączenie stopni
- transmisja sygnałów: sygnał asymetryczny a sygnał symetryczny
- układ różnicowy, wersje, właściwości, zastosowania
- praca układu różnicowego z dużym sygnałem, nieliniowość

WYKŁADY 9-11

Układy ze wzmacniaczami operacyjnymi, podstawy ujemnego sprzężenia zwrotnego, komparatory (4 godz.):

- wiadomości ogólne: WO idealny, podstawowe konfiguracje
- WO rzeczywisty, odstępstwa od ideału i ograniczenia, własności, parametry, zastosowania
- podstawowa teoria dotycząca ujemnego sprzężenia zwrotnego
- współczesne scalone „standardowe” WO (bipolarne, MOS, z wejściem J-FET, rail-to-rail)
- zasilanie WO jednym napięciem
- przykładowe układy ze wzmacniaczami operacyjnymi:
 - złożone i precyzyjne źródła prądowe, ich właściwości i ograniczenia
 - źródło napięcia odniesienia
 - wzmacniacz transimpedancyjny
- wzmacniacz operacyjny a komparator

WYKŁADY 12-13

Przełączniki (klucze) elektroniczne (4 godz.):

- przełączanie elementów półprzewodnikowych
- przełączniki tranzystorowe bipolarne i unipolarne, porównanie właściwości
- przełączniki prądowe
- przełączniki szybkie (np. bramki diodowe)
- układy S/H i T/H

WYKŁAD 14

Układy zasilające o pracy ciągłej (2 godz.):

- stabilizatory szeregowy i równoległy – układy podstawowe
- stabilizatory ze sprzężeniem zwrotnym
- układy zabezpieczające
- stabilizatory scalone
- transformatory, prostowniki, filtry

WYKŁAD 15

Wzmacniacze mocy (2 godz.):

- zagadnienia podstawowe dotyczące przetwarzania dużych mocy

- temperatura, dopuszczalne parametry i warunki pracy elementów mocy
- budowa stopni mocy, klasy, sprawność

Ćwiczenia:

Zajęcia ćwiczeniowe poświęcone są rozwiązywaniu praktycznych przykładów związanych z projektowaniem podstawowych układów elektronicznych. Studenci przed zajęciami samodzielnie przygotowują prace domowe, wykorzystując do ich rozwiązania obliczenia odręczne, jak i programy typu CAD. W trakcie zajęć omawiane są różne warianty układowe i wpływ poszczególnych parametrów na pracę podstawowych układów elektronicznych.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

Literatura:

1. P. Horowitz, P.Hill, Sztuka elektroniki, WKiŁ 2015.
2. M. Rusek, J. Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach, WNT 2009.
3. W. Nowakowski, Podstawowe układy elektroniczne, Układy impulsowe, WKiŁ 1982.
4. Pawłowski J.: Podstawowe układy elektroniczne. Wzmacniacze i generatory. Warszawa, WKŁ, 1975
5. U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 1998.
6. A. Filipkowski, Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe, WNT 1998.
7. J. Izydorzycy, PSPICE, Komputerowa symulacja układów elektronicznych, Helion 1993 r.
8. A. Guziński, Liniowe elektroniczne układy analogowe, WNT 1995.

Oprogramowanie:

1. LTSpice,
2. Altium Designer.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	1	-	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:

- liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym:
 - obecność na wykładach 30 godz.
 - obecność na ćwiczeniach 15 godz.
 - konsultacje związane z ćwiczeniami i pracami domowymi 15 godz.
- 3. praca własna studenta – 40 godz., w tym:
 - przygotowanie do ćwiczeń i egzaminu, prace domowe 40 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich to 2,4 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,6 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń o charakterze praktycznym.

Efekty uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Posiada szeroką wiedzę dotyczącą podstawowych współczesnych półprzewodnikowych elementów elektronicznych	Wykład	egzamin	K_W07, K_W13
Posiada rozbudowaną wiedzę z zakresu podstawowych, jednotranzystorowych układów wzmacniających i układów opartych o wzmacniacze operacyjne	Wykład, ćwiczenia	Prace domowe, zadania na ćwiczeniach, egzamin	K_W08, K_W09
Posiada wiedzę dotyczącą doboru prawidłowych parametrów roboczych podstawowych układów elektronicznych, takich jak wzmacniacz, klucz, źródło prądowe i stabilizator	Wykład, ćwiczenia	Zadania ćwiczeniowe z analizy i projektowania podstawowych układów elektronicznych	K_W08
Posiada wiedzę dotyczącą ograniczeń i kompromisów projektowych w podstawowych układach elektronicznych	Wykład, ćwiczenia	Egzamin, zadania na ćwiczeniach	K_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
Umie zaprojektować podstawowe układy jednotranzystorowe spełniające określone wymagania	Ćwiczenia, wykład	Egzamin, zadania domowe i ćwiczeniowo-projektowe	K_U02, K_U04, K_U11, K_U13, K_U16 K_U17
Umie zaprojektować podstawowe układy ze wzmacniaczami operacyjnymi z symetrycznym i pojedynczym zasilaniem	Ćwiczenia, wykład	Egzamin, zadania domowe i ćwiczeniowo-	K_U02, K_U11, K_U13, K_U16, K_U17

		projektowe	
Umie zdiagnozować usterki w podstawowych układach elektronicznych	ćwiczenia	Zadania ćwiczeniowe z analizy i projektowania	K_U02, K_U04, K_U11
Umie posługiwać się schematami elektrycznymi	Wykład, ćwiczenia	Ćwiczenia z wykorzystaniem oprogramowania CAD, egzamin	K_U04, K_U11
Umie posługiwać oprogramowaniem do projektowania układów elektronicznych	Ćwiczenia	Ćwiczenia	K_U11
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	Wykład, projekt	projekt	K1_K01
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Wykład, projekt	projekt	K1_K04

Autor/Zespół Autorski:

dr hab. inż. Piotr Wieczorek

dr inż. Aleksander Burd

dr inż. Krzysztof Czuba

mgr inż. Maciej Radtke

mgr inż. Maciej Urbański

mgr inż. Bartosz Gąsowski

mgr inż. Maciej Grzechrólka

Elektronika Analogowa 2 (ELA2)***Analogue electronics 2***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Grupa przedmiotów:

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *ELA1 (Elektronika Analogowa 1)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami elektroniki analogowej. Przedmiot jest rozwinięciem przedmiotu „Elektronika Analogowa 1” i kontynuuje przedstawianie wiedzy dotyczącej układów elektronicznych.*

Treść kształcenia: *szczegółowy opis wykładu, ćwiczeń, laboratorium (kilka stron)*

Opis wykładu:**Impulsowe układy zasilające**

- Budowa i zasada działania beztransformatorowych przetwornic impulsowych: obniżającej, podwyższającej i odwracającej napięcie.
- Budowa i zasada działania podstawowych przetwornic transformatorowych.
- Podstawowe scalone sterowniki przetwornic impulsowej.
- Metody filtracji zakłóceń w układach zasilających.
- Budowa i zasada działania falowników.

Zaawansowane aspekty wzmacniaczy operacyjnych

- Wzmacniacze operacyjne ze sprzężeniem prądowym.
- Różnicowe wzmacniacze operacyjne (ang. Fully Differential Amplifier).
- Wzmacniacze pomiarowe.
- Łączenie wzmacniaczy operacyjnych.
- Pozostałe układy wzmacniaczy analogowych.

Bramki cyfrowe

- Budowa typowych układów cyfrowych.
- Analogowe właściwości wejść i wyjść bramek cyfrowych.

Przerzutniki

- Budowa i zasada działania podstawowych układów przerzutników
- Scalone i dyskretne realizacje przerzutników.
- Zastosowanie przerzutników w układach analogowych i cyfrowych.

Podstawowe aspekty transmisji sygnałów

- Podstawowe właściwości linii transmisyjnych i ich wpływ na sygnał.
- Transmisja sygnałów cyfrowych i analogowych.
- Transmisja napięciowa i prądowa.
- Podstawowe układy nadajników i odbiorników linii transmisyjnych.
- Metody regeneracji sygnałów.
- Podstawy integralności sygnałowej.
- Metody kształtowania impulsów i kondycjonowania sygnałów.

Podstawy modulacji sygnałów analogowych

- Budowa i zasada działania podstawowych układów do modulacji i demodulacji AM i FM.

Generatory

- Budowa i zasada działania generatorów oparte na niestabilności, w tym generatorów kwarcowych.
- Generatory impulsowe.
- Generatory przestrajane napięciem.

Pętla synchronizacji fazowej (PLL)

- Zasada działania pętli fazowej oraz jej właściwości.
- Budowa typowych układów detektorów fazy.
- Filtr pętli i jego wpływ na jej działanie.
- Synteza częstotliwości, demodulacja FM oraz inne zastosowania pętli synchronizacji fazy.

Projekt:

Zajęcia projektowe ilustrują wybrane zagadnienia elektroniki analogowej.

W ramach zajęć studenci wykonują projekt układu analogowego. Następnie przesymulują jego działanie lub wykonają pomiary samodzielnie zmontowanego układu.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

Literatura:

- J. Baranowski, Z. Nosal, Układy elektroniczne, cz. I, Układy analogowe liniowe, WNT 1998.
- J. Baranowski, G. Czajkowski, Układy elektroniczne, cz. II, Układy analogowe nieliniowe i impulsowe, WNT 1998.
- J. Baranowski, B. Kalinowski, Z. Nosal, Układy elektroniczne, cz. III, Układy i systemy cyfrowe, WNT 1998.
- P. Horowitz, P.Hill, Sztuka elektroniki, WKiŁ 1994.
- Baranowski J.: Półprzewodnikowe układy impulsowe. WNT, Warszawa 1970
- W. Nowakowski, Podstawowe układy elektroniczne, Układy impulsowe, WKiŁ 1982.
- Praca zbiorowa pod redakcją J. Baranowskiego, Zbiór zadań z układów elektronicznych nieliniowych i impulsowych, WNT 1997.
- Pawłowski J.: Podstawowe układy elektroniczne. Wzmacniacze i generatory. Warszawa, WKŁ, 1975
- U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 1998.
- A. Filipkowski, Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe, WNT 1998.
- K. Antoszkiewicz, Z. Nosal, Zbiór zadań z układów elektronicznych liniowych, WNT 1998.
- J. Porębski, P. Korohoda, SPICE program analizy nieliniowej układów elektronicznych, WNT 1996, seria USE.
- A. Król, J. Moczko, PSpice Symulacja i optymalizacja układów elektronicznych, książka z CD-ROM-em, Wydawnictwo Nakom Poznań, 1998.
- J. Izydorezyk, PSPICE, Komputerowa symulacja układów elektronicznych, Helion 1993 r.
- A. Guziński, Liniowe elektroniczne układy analogowe, WNT 1995.

Oprogramowanie:

Symulator obwodów elektrycznych (PSPICE/LTSPICE)

Narzędzia CAD do rysowania schematów i projektowania płytek drukowanych (ALTIUM/KICAD/PADS itp.)

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	3	-	-	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1. liczba godzin kontaktowych – | 60 godz., w tym: |
| obecność na wykładach | 45 godz. |
| konsultacje związane z projektem | 15 godz. |
| 1. praca własna studenta – | 40 godz., w tym: |
| przygotowanie do egzaminu | 15 godz. |
| wykonanie projektu | 25 godz. |

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2,4 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1 pkt ECTS, co odpowiada 25 godz. przygotowywania projektu.

Efekty uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych.	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_W07
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_W08
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: <ul style="list-style-type: none"> • elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych • metodyki projektowania układów scalonych • układów elektronicznych • techniki wielkich częstotliwości lub • architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych; • pomiarów i przetwarzania sygnałów bioelektrycznych; • zastosowania i rejestracji promieniowania jonizującego w medycynie; • technik obrazowania medycznego; • układów i systemów elektroniki jądrowej i medycznej. 	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej,	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_U03

elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.			
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.	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_U04
Potrafi przygotować w języku polskim i języku angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki.	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_U06
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: <ul style="list-style-type: none"> • pól i fal • obwodów elektrycznych • elementów elektronicznych i fotonicznych • analogowych i cyfrowych układów elektronicznych • prostych systemów elektronicznych • algorytmów. 	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_U11
Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_U12
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_U13
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi: <ul style="list-style-type: none"> • obwody elektryczne, • elementy elektroniczne, • układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne) • systemy elektroniczne (w tym proste systemy cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz systemy pomiarowe). 	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt, egzamin	K1_U16
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania	Wykład, projekt	Kolokwium, projekt,	K1_U19

odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.		egzamin	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	Wykład, projekt	projekt	K1_K01
Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	Wykład, projekt	projekt	K1_K04

Autor/Zespół Autorski:
dr hab. inż. Piotr Wieczorek
mgr inż. Maciej Radtke

Laboratorium Elektroniki Analogowej 1 (LELA1) *Laboratory of Analog Electronics 1*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Teoria Obwodów (TOB), Podstawy Pomiarów Wielkości Elektrycznych (POME), Elektronika Analogowa 1 (ELA1)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z praktyczną stroną realizacji podstawowych układów elektronicznych. W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się z właściwościami i ograniczeniami badanych układów, mogą też skonfrontować ich rzeczywiste działanie z zachowaniem teoretycznym, poznanym w trakcie przedmiotu poprzedzającego o odpowiadającej tematyce (ELA 1). Większość ćwiczeń jest poprzedzona koniecznością wykonania niewielkiego projektu badanego układu, co pozwala na dokładniejsze poznanie zasad jego działania.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Zajęcia laboratoryjne są podzielone na osiem trzygodzinnych ćwiczeń, z czego oceny z siedmiu (ćwiczenia od 2 do 8) są brane pod uwagę przy wystawianiu oceny końcowej.

Wykonanie ćwiczenia polega na zmontowaniu zaprojektowanego wcześniej układu na dedykowanej płytce laboratoryjnej, zbadaniu jego właściwości, pomiarach podstawowych parametrów, a następnie zestawieniu uzyskanych wyników z teoretycznymi i wyciągnięciu wniosków.

Z wykonanych w laboratorium doświadczeń studenci sporządzają pisemne sprawozdanie. Podstawą wystawienia oceny z wykonania ćwiczenia jest zawartość sprawozdania, ocena pracy w laboratorium oraz, ewentualnie, indywidualna rozmowa zaliczeniowa.

Projekt wstępny jest przygotowywany samodzielnie przed zajęciami, z użyciem zarówno obliczeń ręcznych, jak i symulacji (jednak nie dopuszcza się projektowania wyłącznie symulacyjnego, metodą „prób i błędów”).

W szczególnych przypadkach, na życzenie studenta, treść ćwiczenia może zostać zmodyfikowana. Badany układ może zostać zmontowany (zlutowany) na płytce uniwersalnej, może być też zbadany własny układ, o cechach odpowiadających tematyce ćwiczenia. Takie działania wymagają wcześniejszej, indywidualnej zgody osoby prowadzącej zajęcia laboratoryjne.

Instrukcje do ćwiczeń, opisy sprzętu laboratoryjnego i dydaktyczne materiały pomocnicze są na bieżąco publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Ćwiczenie wprowadzające

Wprowadzenie do laboratorium, zapoznanie się z zasadami pracy oraz ze sprzętem laboratoryjnym. Realizacja prostego układu (zaproponowanego przez prowadzącego zajęcia) na uniwersalnej uruchomieniowej płytce laboratoryjnej. Pomiary z użyciem wszystkich dostępnych w laboratorium przyrządów pomiarowych, opracowanie wyników przeprowadzonych pomiarów i obserwacji.

2. Wzmacniacz jednotranzystorowy w konfiguracjach WE i WB

Projekt wzmacniaczy jednotranzystorowych o zadanych parametrach, pracujących w układach WE i WB. Montaż zaprojektowanych układów na płytce uruchomieniowej. Obserwacja charakterystycznych cech zmontowanych układów. Pomiary uzyskanych parametrów i ich zestawienie z parametrami przewidywanymi teoretycznie, analiza przyczyn wystąpienia niezgodności. Ograniczenia amplitudy wzmacnianego sygnału, nieliniowość. Porównanie właściwości wzmacniaczy pracujących w dwóch zbadanych konfiguracjach.

3. Wtórnik: układy WK i WD

Projekt wtórników o zadanych parametrach, zbudowanych z tranzystorów: bipolarnego i unipolarnego. Montaż zaprojektowanych układów na płytce uruchomieniowej. Obserwacja charakterystycznych cech zmontowanych układów. Pomiary uzyskanych parametrów i ich zestawienie z parametrami przewidywanymi teoretycznie, analiza przyczyn wystąpienia niezgodności. Ograniczenia dynamiki. Porównanie właściwości wtórników zbudowanych przy użyciu dwóch podstawowych typów tranzystorów.

4. Źródła prądowe

Badanie tranzystorów: bipolarnego i unipolarnego, użytych jako źródła prądu. Proste źródła prądowe i ich rezystancja wewnętrzna (upływu). Wpływ rezystancji włączonej szeregowo w obwód emitera/drenu na upływność źródła prądowego. Lustro prądowe. Precyzyjne źródło prądowe ze wzmacniaczem operacyjnym, jego właściwości i ograniczenia.

5. Układ różnicowy

Badanie właściwości układów różnicowych zbudowanych z tranzystorów bipolarnych i unipolarnych. Wzmocnienie różnicowe i wzmocnienie składowej wspólnej, CMRR. Wzmacniacz różnicowy z lustrem prądowym, jego właściwości i ograniczenia. Rozszerzenie zakresu liniowej pracy: wzmacniacz różnicowy z poszerzoną strefą przejściową.

6. Wzmacniacz operacyjny I

Projekt wzmacniacza o zadanym wzmocnieniu i konfiguracji, montaż układu na płycie laboratoryjnej. Uruchomienie układu, pomiar uzyskanych parametrów. Podstawowe ograniczenia wzmacniacza operacyjnego: slew-rate, pole wzmocnienia, drop-out i ich wpływ na właściwości badanego układu.

7. Przelączniki elektroniczne

Tranzystory bipolarne i unipolarne jako przelączniki elektroniczne. Dobór sposobu sterowania, związek warunków sterowania z szybkością przelączania klucza. Porównanie cech kluczy zbudowanych z różnych rodzajów i typów tranzystorów. Przelącznik prądowy, bramka diodowa.

8. Stabilizatory napięcia stałego o pracy ciągłej

Badanie właściwości stabilizatora równoległego. Współczynnik stabilizacji i rezystancja wewnętrzna. Stabilizator szeregowy i jego właściwości, porównanie ze stabilizatorem równoległym. Stabilizator ze wzmacniaczem błędu i sprzężeniem zwrotnym.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 2009
2. P. Horowitz, W. Hill, Sztuka elektroniki, WKŁ 2018
3. M. Rusek, J. Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach. WNT, 2006
4. R. Jacob Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley, IEEE press, 2010
5. Dydaktyczne materiały pomocnicze do ćwiczeń (różnych autorów), publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Oprogramowanie:

Symulator obwodowy SPICE, środowisko Matlab, system operacyjny Windows lub Linux

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	-	-	2	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. Liczba godzin kontaktowych: 35 godz., w tym
 - obecność na laboratorium 30 godz.,
 - konsultacje i zaliczenia 5 godz.
2. Praca własna studenta: 15 godz., w tym przygotowanie do laboratorium 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,4 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W08
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze analogowych układów elektronicznych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy obwodów elektrycznych, elementów elektronicznych, analogowych układów elektronicznych oraz prostych systemów elektronicznych.	laboratorium	projekt	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych elementów elektronicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	laboratorium	laboratorium	K1_U12 K1_U21
U3: Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U13
U4: Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi, analogowe układy i systemy elektroniczne.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U16
U5: Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U19

odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.			
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_K01

Autor/Zespół Autorski:
dr hab. inż. Piotr Wieczorek
mgr inż. Maciej Radtke

Laboratorium Elektroniki Analogowej 2 (LELA2) *Laboratory of Analog Electronics 2*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Elektronika Analogowa 2 (ELA2),
Laboratorium Elektroniki Analogowej 1 (LELA1)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z praktyczną stroną realizacji złożonych układów i systemów elektronicznych. W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się z właściwościami i ograniczeniami badanych układów, mogą też skonfrontować ich rzeczywiste działanie z zachowaniem teoretycznym, poznanym w trakcie przedmiotów poprzedzających o odpowiadającej tematyce (ELA 1, ELA 2, LELA 1). Zajęcia w laboratorium są na ogół poprzedzone koniecznością wykonania prostego projektu badanego układu, co pozwala na dokładniejsze poznanie zasad jego działania.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Zajęcia laboratoryjne są podzielone na osiem trzygodzinnych ćwiczeń, z czego oceny z siedmiu najlepiej ocenionych są brane pod uwagę przy wystawianiu oceny końcowej.

Wykonanie ćwiczenia polega na zmontowaniu zaprojektowanego wcześniej układu na dedykowanej albo uniwersalnej płytce laboratoryjnej, zbadaniu jego właściwości, pomiarach podstawowych parametrów, a następnie zestawieniu uzyskanych wyników z teoretycznymi i wyciągnięciu wniosków.

Z wykonanych w laboratorium doświadczeń studenci sporządzają pisemne sprawozdanie. Podstawą wystawienia oceny z wykonania ćwiczenia jest zawartość sprawozdania, ocena pracy w laboratorium oraz, ewentualnie, indywidualna rozmowa zaliczeniowa.

Projekt wstępny jest przygotowywany samodzielnie przed zajęciami, z użyciem zarówno obliczeń ręcznych, jak i symulacji (jednak nie dopuszcza się projektowania wyłącznie symulacyjnego, wykonanego metodą „prób i błędów”).

W szczególnych przypadkach, na życzenie studenta, treść ćwiczenia może zostać zmodyfikowana albo zmieniona. Badany układ może zostać zmontowany (na przykład zlutowany) na płycie uniwersalnej, może być też zbadany własny układ, o cechach odpowiadających tematyce ćwiczenia. Jednak takie działania wymagają wcześniejszej, indywidualnej zgody osoby prowadzącej zajęcia laboratoryjne.

Instrukcje do ćwiczeń, opisy sprzętu laboratoryjnego i dydaktyczne materiały pomocnicze są na bieżąco publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Wzmacniacz operacyjny 2

Podstawowe nieidealności wzmacniacza i ich wpływ na właściwości układów budowanych z użyciem WO. Napięcie niezrównoważenia i jego skutki. Znaczenie prądów wejściowych i prądu niezrównoważenia. Wzmacniacz operacyjny zasilany napięciem niesymetrycznym.

2. Wzmacniacze mocy

Projekt wzmacniacza mocy pracującego w klasie AB/B. Montaż zaprojektowanego układu. Badanie właściwości wtórnika komplementarnego. Prąd spoczynkowy a sprawność wzmacniacza mocy i zniekształcenia wzmacnianego sygnału. Wpływ temperatury tranzystorów mocy na zachowanie wzmacniacza mocy.

3. Zasilacze impulsowe

Projekt konwertera DC-DC w wersji obniżającej albo podwyższającej napięcie. Realizacja zaprojektowanego układu na laboratoryjnej płycie uruchomieniowej. Badanie właściwości układu w różnych zakresach obciążenia. Praca przy niedociążeniu i przy przeciążeniu. Stabilizator impulsowy z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, regulacja współczynnika wypełnienia impulsów sterujących.

4. Wzmacniacze klasy D

Projekt i badanie właściwości wzmacniacza klasy D. Obserwacja działania wzmacniacza klasy D przy sterowaniu sygnałem akustycznym. Sprawność wzmacniacza a jego zniekształcenia harmoniczne.

5. Przerzutniki i komparatory

Przerzutnik jako wzmacniacz z dodatnim sprzężeniem zwrotnym – projekt układu na podstawie zadanych parametrów. Badanie zaprojektowanego układu: szybkość przerzutu, maksymalna częstotliwość przełączania. Przerzutnik a sygnał z zakłóceniami, regeneracja sygnałów cyfrowych. Generator astabilny, generator przestrajany napięciem (VCO). Różnica pomiędzy przerzutnikiem a komparatorem.

6. Bramki cyfrowe jako układy analogowe

Bramka cyfrowa jako układ analogowy. Obciążalność, parametry wejścia. Czas propagacji, opóźnienia, czas narastania / opadania. Współpraca bramek z liniami transmisyjnymi, regeneracja sygnału cyfrowego, bramka z przerzutnikiem Schmitta. Nadajnik i odbiornik linii transmisyjnej.

7. Generatory

Generator przebiegu sinusoidalnego – projekt zadanego układu. Realizacja zaprojektowanego układu na płytce uruchomieniowej. Badanie właściwości, zgodność uzyskanych wyników z parametrami projektowymi. Generator z rezonatorem kwarcowym – właściwości i parametry użytkowe.

8. Pętla synchronizacji fazowej

Badanie właściwości pętli synchronizacji fazowej. Wpływ właściwości detektora fazy i filtra dolnoprzepustowego na parametry pętli fazowej. Dynamika pętli: zaskok i stan synchronizmu. Zastosowania pętli synchronizacji fazowej: demodulator częstotliwości, powielacz.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT 2009
2. P. Horowitz, W. Hill, Sztuka elektroniki, WKŁ 2018
3. M. Rusek, J. Pasierbiński, Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach. WNT, 2006
4. R. Jacob Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley, IEEE press, 2010
5. Dydaktyczne materiały pomocnicze do ćwiczeń (różnych autorów), publikowane na stronie internetowej przedmiotu.

Oprogramowanie:

Symulator obwodowy SPICE, środowisko Matlab, system operacyjny Windows lub Linux

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	-	-	2	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

3. Liczba godzin kontaktowych: 35 godz., w tym:
 - obecność na laboratorium 30 godz.,
 - konsultacje i zaliczenia 5 godz.

4. Praca własna studenta: 40 godz., w tym:

- powtórzenie materiału z przedmiotów poprzedzających i zapoznanie się z materiałami uzupełniającymi 15 godz.,
- przygotowanie do laboratorium 25 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,4 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W08
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze analogowych układów elektronicznych.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_W12
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy obwodów elektrycznych, elementów elektronicznych, analogowych układów elektronicznych oraz prostych systemów elektronicznych.	laboratorium	projekt	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych elementów elektronicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	laboratorium	laboratorium	K1_U12 K1_U21
U3: Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U13
U4: Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U16

technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi, analogowe układy i systemy elektroniczne.			
U5: Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: ma orientację zawodową w obszarze praktycznych zagadnień elektronicznych i jest świadomy konieczności ciągłego procesu samodoskonalenia się w kierunku zwiększania swoich kompetencji.	laboratorium	projekt, laboratorium	K1_K01

Zespół Autorski:

dr inż. Jakub Jasiński

dr inż. Konrad Kielbasiński

dr inż. Agnieszka Zaręba

Laboratorium Podstaw Przyrządów Półprzewodnikowych (LPPP) *Introduction to Semiconductor Devices – Laboratory*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka Półprzewodników w Elektronice i Fotonice (FPEF), Podstawy Przyrządów Półprzewodnikowych (PPP)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem laboratorium jest praktyczne utrwalenie i rozszerzenie wiedzy zdobytej przez studentów na wykładach z Podstaw Przyrządów Półprzewodnikowych, w szczególności związanej z działaniem i praktycznym zastosowaniem powszechnie używanych przyrządów półprzewodnikowych. Wyznaczone w trakcie zajęć parametry użytkowe badanych elementów będą zestawiane z danymi katalogowymi komercyjnie dostępnych przyrządów.

Treść kształcenia:**Informacje ogólne:**

W trakcie laboratoriów studenci pracują w zespołach dwuosobowych pod kierunkiem prowadzącego. Przebieg zajęć:

- krótkie wprowadzenia teoretyczne oraz pokazy przypominające lub rozszerzające najważniejsze zagadnienia,
- w zależności od ćwiczenia przeprowadzenie: pomiarów elektrycznych, obserwacji oscyloskopowych i/lub symulacji komputerowych,
- wykonanie stosownych wykresów, obliczeń i ekstrakcji parametrów (ewentualne porównanie uzyskanych wartości np. z kartami katalogowymi elementów),
- przygotowanie sprawozdań przez zespoły studenckie,
- końcowe omówienie wyników i podsumowanie zajęć z prowadzącym. Sprawdzenie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
 - ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych w trakcie realizacji laboratorium;
 - ocenę sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych oraz laboratoryjnych sprawdzianów końcowych (ustnych lub pisemnych).

Laboratorium:

Program laboratoriów przewiduje siedem ćwiczeń obejmujących następującą tematykę:

1. Symulacje komputerowe z użyciem programu PSPICE.
2. Różne typy diod ze złączami p-n – statyczne charakterystyki prądowo-napięciowe, ekstrakcja podstawowych parametrów i odniesienie do kart katalogowych elementów; identyfikacja zakresów dominacji prądów generacji-rekombinacji przyzłączowej i złączowej, przebicia.
3. Charakterystyki dynamiczne przełączania diod ze złączami p-n i m-s (prostowniczej, przełączającej) z oszacowaniem charakterystycznych stałych czasowych; pojemności występujące w tych elementach; nawiązanie do danych katalogowych.
4. Porównanie własności tranzystorów MOSFET i JFET – pomiary charakterystyk statycznych prądowo-napięciowych. Ekstrakcja podstawowych parametrów użytkowych i modelowych (w tym konduktancji wyjściowej i transkonduktancji). Odniesienie do kart katalogowych elementów.
5. Symulacje statycznych charakterystyk prądowo-napięciowych tranzystorów MOSFET, symulacje właściwości statycznych i dynamicznych inwerterów CMOS – badanie wpływu parametrów konstrukcyjnych na parametry użytkowe przyrządów i prostych układów.
6. Pomiar charakterystyk częstotliwościowych, amplitudowych i fazowych małosygnałowych wzmacniaczy tranzystorowych w układach WE(BJT), WS(MOS), wyznaczenie wzmocnienia napięciowego, parametrów punktu pracy, górnej częstotliwości granicznej, pola wzmocnienia.
7. Pomiary charakterystyk przełączania inwerterów (bramek NOT) w technologiach BJT, NMOS, CMOS z wyznaczaniem czasów propagacji, opadania i narastania przebiegów wyjściowych w celu ekstrakcji pojemności pasożytniczych. Zagadnienie poboru mocy bramek cyfrowych.

Egzamin: *nie*

Literatura:

Materiały do zajęć – instrukcje wykonawcze oraz teoretyczne materiały pomocnicze do ćwiczeń.

Literatura podstawowa:

1. S. M. Sze, K. Ng, “Physics of semiconductor devices”, John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, 2007.
2. Chenming Calvin Hu, “Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits”, 2010. (<https://people.eecs.berkeley.edu/~hu/Book-Chapters-and-Lecture-Slides-download.html>)
3. J. Hannel, „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej”, WNT, Warszawa, 2003.

Oprogramowanie: symulator układów elektronicznych typu *PSPICE*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	-	-	2	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

5. *liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym
obecność na laboratorium 30 godz.,
udział w konsultacjach 5 godz.*
6. *praca własna studenta – 15 godz., w tym
przygotowanie do laboratoriów 15 godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zasad działania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07
W2: Ma uporządkowaną wiedzę, na temat zastosowania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07 K1_W08 K1_W09
W3: Ma wiedzę na temat trendów rozwojowych elektroniki półprzewodnikowej oraz cyklu życia technologii mikroelektronicznych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_W07 K1_W13 K1_W14
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane modele do wyznaczania charakterystyk i podstawowych parametrów przyrządów półprzewodnikowych	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U02
U2: Potrafi określić kryteria doboru przyrządu półprzewodnikowego do określonego zastosowania	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U13
U3: Potrafi zmierzyć charakterystyki	laboratorium	laboratorium,	K1_U12

statyczne i dynamiczne podstawowych przyrządów półprzewodnikowych oraz prostych układów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki.		sprawozdanie	
U4: Potrafi na podstawie pomiarów wyznaczyć parametry użytkowe badanych elementów oraz porównać je z danymi udostępnianymi w kartach katalogowych.	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie, sprawdzian	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: umie pracować indywidualnie i w zespole, dzielić zadania pomiędzy członków zespołu, dyskutować i wspólnie wyciągać wnioski	laboratorium	laboratorium, sprawozdanie	K1_K03 K1_K04

Zespół Autorski:

mgr inż. Marcin Bączyk
dr hab. inż. Michał Borecki,
dr inż. Dominik Kasprowicz,
dr hab. Marek Nałęcz, prof. PW,
dr inż. Marek Niewiński,
dr inż. Andrzej Wielgus
dr inż. Adam Wojtasik

Paradygmaty Programowania (PAPRO)
(Programming Paradigms)**Poziom kształcenia:** *I stopień***Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** *stacjonarna***Kierunek studiów:** *Elektronika***Specjalność:** *Elektronika i Fotonika***Grupa przedmiotów:****Poziom przedmiotu:** *podstawowy***Status przedmiotu:** *obowiązkowy***Język przedmiotu:** *polski***Semestr nominalny:** *2***Minimalny numer semestru:** *1***Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** *brak***Limit liczby studentów:** *150***Powód zgłoszenia przedmiotu:** *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika***Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z pojęciem paradygmatu w kontekście nauk informatycznych a także przedstawienie obecnie najpopularniejszych paradygmatów programowania wraz z ich zaletami, wadami oraz obszarami stosowania.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *(ogólne informacje na temat prowadzenia zajęć, zasad zaliczenia itd. - o ile potrzebne)*

Opis wykładu:

(1h) Wstęp.

(2h) Algorytmy:

definicja algorytmu: algorytmy numeryczne, algorytmy nienumeryczne

parametry i właściwości algorytmów: spójność, zbieżność, złożoność (rodzaje złożoności, notacja asymptotyczna)

problemy algorytmiczne: maszyna Turinga (deterministyczna, niedeterministyczna),

złożoność problemu, klasy złożoności, problemy P, NP, NP-zupełne, itd. heurystyki

podstawowe techniki przedstawiania i rozwiązywania problemów obliczeniowych: rekurencja, zasada “dziel i zwyciężaj”, programowanie dynamiczne.

(2h) Programowanie strukturalne:

konstrukcja: procedury, podprogramy

wskaźniki

wzorce projektowe (budowniczy, fasada, ...)

wykorzystanie bibliotek zewnętrznych (standardowych)

(4h) Programowanie obiektowe:

Obiekt

Klasa

Zasady: abstrakcja, hermetyzacja, dziedziczenie, polimorfizm

Relacje : asocjacja, agregacja, kompozycja

UML

wzorce projektowe (fabryka abstrakcyjna, singleton, kompozyt, ...)

(1h) Programowanie funkcyjne:

rachunek lambda

wartościowanie funkcji

rekurencja

monady

(1h) Programowanie wieloparadygmatowe:

(2h) współbieżność przetwarzania /

oprogramowania Zadanie zależne/niezależne

współdzielenie pamięci

zakleszczanie, wyścigi, wykluczanie

metody synchronizacji, kolejkowanie zadań

prawo Amdahla

przetwarzanie z użyciem CPU / GPU

(1h) Programowanie zdarzeniowe:

interfejs graficzny użytkownika

pojęcie sygnału i slotu

wzorce projektowe (obserwator, ...)

(2h) Wzorce architektoniczne:

ogólny podział

przegląd: Klient-Server, peer-to-peer (P2P), Model-View-Controller (MVC), Model-view-viewmodel (MVVM)

Laboratorium:

(2h) Dekompozycja problemu programistycznego z wykorzystaniem schematów blokowych, notacji UML itd.

(2h) Badanie wydajności wybranych algorytmów

(2h) Przetwarzanie równoległe i mechanizmy synchronizacji

(2h) Przykładowe użycie wzorców projektowych

(2h) Przykładowe zastosowanie architektury MVC

Egzamin: *tak*

Literatura:

Robert C. Martin *Czysta architektura. Struktura i design oprogramowania. Przewodnik dla profesjonalistów*

Witold Malina, Piotr Mironowicz *Wykłady z informatyki. Programowanie strukturalne. Trendy programowania.*

Steven F. Lott *Python. Programowanie funkcyjne*

[Erich Gamma](#), [Richard Helm](#), [Ralph Johnson](#), [John Vlissides](#) *Wzorce projektowe. Elementy oprogramowania obiektowego wielokrotnego użytku*

[Martin Fowler](#), [Kent Beck](#), [John Brant](#), [William Opdyke](#), [Don Roberts](#), [Erich Gamma](#) *Refaktoryzacja. Ulepszanie struktury istniejącego kodu*

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	4/3	-	2/3	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

9. liczba godzin kontaktowych – 36 godz., w tym

obecność na wykładach 20 godz.,

obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0

godz., obecność na laboratorium 10 godz.,

udział w konsultacjach 4 godz.,

obecność na egzaminie 2 godz.

10. praca własna studenta – 20 godz., w tym

przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,

przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,

przygotowanie do kolokwium 0 godz.,

wykonywania zadań projektowych 0 godz.,

przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 0

godz, przygotowanie do egzaminu 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 56 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,3 pkt ECTS, co odpowiada 36 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,7 pkt ECTS, co odpowiada 10 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 10 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną wiedzę na temat właściwości problemów algorytmicznych i parametrów algorytmów	wykład	egzamin	K1_W03, K1_W04
Zna zasady tworzenia programów komputerowych z użyciem głównych paradygmatów programowania: proceduralnego, obiektowego i funkcyjnego	wykład	egzamin	K1_W03, K1_W04
Zna idee używania podstawowych wzorców architektonicznych programowania oraz wzorców projektowych	wykład	egzamin	K1_W04
Rozpoznaje podstawowe zasady obowiązujące w przetwarzaniu współbieżnym i uwarunkowania programów równoległych	wykład	egzamin	K1_W04
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zaproponować sposób analizy problemu w aspekcie algorytmicznym	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
Potrafi zaproponować sposób doboru paradygmatu programowania i typu algorytmu	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
Potrafi zaproponować sposób doboru wzorców architektonicznych i projektowych	laboratorium	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Wie jaką rolę pełnią systemy teleinformatyczne we współczesnym społeczeństwie	wykład / laboratorium	egzamin /ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K02, K1_K07
Rozumie odpowiedzialność twórcy za jakość tworzonych oprogramowania	wykład / laboratorium	egzamin /ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych	K1_K02, K1_K07

Zespół Autorski:
dr hab. inż. Tomasz Starecki

Podstawy Mikrokontrolerów (POMIK) *Introduction to Microcontrollers*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy techniki cyfrowej (POCY),
Systemy cyfrowe i komputerowe (SCK)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Cel i założenie: zaznajomienie z podstawami techniki mikroprocesorowej i systemów wbudowanych, zasady projektowania, typowe peryferia. Po tym przedmiocie student powinien rozumieć sposób funkcjonowania i projektowania prostych (realizowanych na układach 8-bitowych) systemów mikroprocesorowych i wbudowanych. Rozwinięcie na układy i rozwiązania bardziej zaawansowane (mikrokontrolery ARM, zaawansowane systemy wbudowane, systemy czasu rzeczywistego) w następnym przedmiocie.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Przedmiot zaliczany jest w oparciu o kolokwia wykładowe oceny z laboratoriów oraz projektów.

Opis wykładu:

Mikroprocesor, mikrokontroler, procesor sygnałowy.

Koncepcja współpracy CPU z zasobami wewnętrznymi i zewnętrznymi

Przykłady implementacji prostego systemu (ROM, RAM, układy we/wy) w zależności od rodzaju mikroprocesora / mikrokontrolera.

Obciążalność wyjść i buforowanie sygnałów. Współpraca z układami cyfrowymi z różnych rodzin i zasilanymi z różnych napięć. Pamięci RAM. Rodzaje pamięci nieulotnych.

Analiza zależności czasowych na przykładzie cyklu odczytu pamięci.

Architektura mikrokontrolera na przykładzie wybranych układów.

Sposób działania linii wejść / wyjść.
 Taktowanie i zerowanie mikrokontrolera.
 System przerwań.
 Interfejs użytkownika - klawiatury, wyświetlacze, enkodery obrotowe.
 Przykłady typowych, prostych wewnętrznych i zewnętrznych układów peryferyjnych:

- bloki licznikowe,
- układy UART/USART,
- wybrane interfejsy szeregowo: SPI, I2C, 1-Wire, RS-232, RS-485, CAN, USB, Ethernet, interfejsy bezprzewodowe,
- przetworniki A/C i C/A,
- sterowanie obciążeniami DC i AC (230VAC).

Układy czuwające.
 Redukcja poboru mocy.

Laboratorium:

- uruchomienie na wybranym zestawie z mikrokontrolerem prostych procedur obsługujących:
- linie wejść/wyjść cyfrowych na przykładzie obsługi klawiatury matrycowej oraz wyświetlacza,
- układy licznikowe,
- przetworniki AC/CA,
- wybrane interfejsy szeregowo.

Egzamin: NIE

Literatura:

- P. Hadam, *Projektowanie systemów mikroprocesorowych*, BTC 2004
- E. Williams, *Programowanie układów AVR dla praktyków*, Helion 2014
- R. Baranowski, *Mikrokontrolery AVR ATmega w praktyce*, BTC 2005
- T. Jabłoński, *Mikrokontrolery PIC16F8x w praktyce*, BTC 2002
- T. Starecki, *Mikrokontrolery 8051 w praktyce*, BTC 2002

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

*liczba godzin kontaktowych – 55 godz., w
 tym obecność na wykładach 30 godz.,
 obecność na laboratoriach 15 godz.,
 udział w konsultacjach 10 godz.*

praca własna studenta – 45 godz., w tym

*nauka zagadnień teoretycznych (wykładowych) 20
godz., przygotowanie do laboratoriów 25 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,2 pkt ECTS, co odpowiada 55 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,6 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. prac związanych z zajęciami laboratoryjnymi.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszarów architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych	wykład / laboratorium / projekt	kolokwium / raport	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki	wykład / projekt	kolokwium / raport	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
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	laboratorium / projekt	raport	K1_U04
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, pobór mocy)	laboratorium / projekt	raport	K1_U13
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu doboru odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego	laboratorium / projekt	raport	K1_U19

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Lidia Łukasiak

dr inż. Agnieszka Zaręba

dr inż. Sławomir Szostak

Podstawy Przyrządów Półprzewodnikowych (PPP)
Introduction to Semiconductor Devices

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka Półprzewodników w Elektronice i Fotonice (FPEF)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z działaniem i zastosowaniem powszechnie stosowanych przyrządów półprzewodnikowych oraz z trendami rozwojowymi elektroniki półprzewodnikowej, a także nauczanie ich podstaw doboru przyrządów do określonego zastosowania na podstawie parametrów użytkowych podanych w kartach katalogowych.

Treść kształcenia:***Informacje ogólne:***

Realizacja przedmiotu obejmuje 15 dwugodzinnych wykładów.

Ponadto student może uczestniczyć w konsultacjach.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

ocenę wiedzy i umiejętności w trakcie pisemnych kolokwium wykładowych (pytania o charakterze teoretycznym i problemy rachunkowe, w niektórych przypadkach student może korzystać z dozwolonych materiałów pomocniczych, np. kart wzorów), pytania kolokwialne mogą dotyczyć zagadnień, które studenci mają opracować na podstawie literatury zaproponowanej przez prowadzącego;

formatywną ocenę związaną z rozwiązaniem problemów podanych przez prowadzącego, a także z interaktywną formą prowadzenia wykładów;

ocenę ewentualnego sprawdzianu ustnego w przypadku wątpliwości co do oceny.

Opis wykładu:

- *Dioda*: Charakterystyki statyczne diod – przypomnienie. Model złącza p-n dla symulacji komputerowych. Praca małosygnalowa, pojemność złączowa i dyfuzyj-na, elektryczne układy zastępcze. Praca wielkosygnalowa – porównanie złącza p-n i diody Schottky'ego. Rodzaje diod półprzewodnikowych, ich zastosowania i parametry użytkowe. (4h)
- *Elementy technologii układów scalonych*: Technologia epiplanarna, operacje standardowych procesów wytwarzania monolitycznych układów scalonych. (2h)
- 3. *Tranzystor bipolarny*: Proste zastosowania (wzmacniacz), struktura, zasada działania, układy pracy, stany pracy. Praca statyczna – charakterystyki statyczne, przebicia. Model tranzystora dla symulacji komputerowych. Praca małosygnalowa – układ zastępczy, częstotliwości graniczne. Zastosowania, parametry użytkowe. Ograniczenia fizyczne i konstrukcyjne tranzystora bipolarnego. Krzemowy tranzystor HBT z bazą krzemoger-manową. Inne tranzystory HBT. (8h)
- 4. *Tranzystor polowy MOS*: proste zastosowania (inwerter, bramki logiczne), struktura, zasada działania. Praca statyczna: charakterystyki statyczne, zakresy pracy, napięcie progowe, inne parametry użytkowe. Model tranzystora dla symulacji komputerowych. Praca małosygnalowa: układ zastępczy, parametry dynamiczne. Praca wielkosygnalowa: inwerter CMOS. Reguły skalowania i ich konsekwencje. Tranzystor MOS jako czujnik. Ewolucja technologii CMOS. Technologia SOI CMOS jako perspektywa dla układów ULSI niskomocowych i niskonapięciowych: Wielobramkowe tranzystory MOS SOI. Mikrosystemy (8h)
- 5. *Komórki pamięci półprzewodnikowych*: klasyfikacja. Komórka pamięci dynamicznej DRAM, technologie "trench" i "stacked". komórki pamięci nieulotnych EPROM, EEPROM, flash EEPROM: struktura fizyczna, zasada działania, podstawowe właściwości, stan aktualny na rynku. (2h)
- 6. *Inne tranzystory polowe*: ze złączem p-n, z barierą Schottky'ego, tranzystor HEMT. Struktura fizyczna, rola poszczególnych obszarów, zasada działania, charakterystyki statyczne, zastosowania. (2h)
- 7. *Półprzewodnikowe przyrządy mocy*: tranzystor mocy: bipolarny i MOS. Tyrystor. Nowoczesne konstrukcje półprzewodnikowych przyrządów mocy. Proste zastosowania i parametry użytkowe (2h)
- 8. Dwa pisemne kolokwia (2h)

Egzamin: NIE

Literatura:

Materiały do zajęć – slajdy itp.

Literatura podstawowa:

1. S. M. Sze, K. Ng, "Physics of semiconductor devices", John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, 2007.
2. Chenming Calvin Hu, "Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits", 2010. (<https://people.eecs.berkeley.edu/~hu/Book-Chapters-and-Lecture-Slides-download.html>)
3. J. Hennel, „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej”, WNT, Warszawa, 2003.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

15. liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym

obecność na wykładach 30 godz.,

udział w konsultacjach 5 godz.

16. praca własna studenta – 15 godz., w tym

przygotowanie do wykładów ((przejrzenie materiałów z wykładu i literatury dodatkowej,

próba rozwiązania zadań rachunkowych przekazanych na wykładzie)) 6 godz.,

przygotowanie do kolokwium 9 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 50 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.4 pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0 pkt ECTS.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zasad działania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	wykład	kolokwium	K1_W07
W2: Ma uporządkowaną wiedzę, na temat zastosowania współczesnych przyrządów półprzewodnikowych	wykład	kolokwium	K1_W07 K1_W08 K1_W09
W3: Ma wiedzę na temat trendów rozwojowych elektroniki półprzewodnikowej oraz cyklu życia technologii mikroelektronicznych	wykład	kolokwium	K1_W07 K1_W13 K1_W14
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane modele do wyznaczania charakterystyk i podstawowych parametrów przyrządów półprzewodnikowych	wykład	kolokwium	K1_U02
U2: Potrafi określić kryteria doboru przyrządu półprzewodnikowego do określonego zastosowania	wykład	kolokwium	K1_U13
U3: Potrafi pozyskiwać informacje z literatury i innych źródeł, także w języku angielskim.	wykład	kolokwium	K1_U04
U4: W stopniu podstawowym potrafi korzystać z danych zawartych w kartach katalogowych przyrządów półprzewodnikowych.	wykład	kolokwium	K1_U19
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
KS1: Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie	wykład, konsultacje	ocena aktywności w trakcie wykładu i/lub konsultacji	K1_K01

Zespół Autorski:

mgr inż. Marcin Bączyk
dr hab. inż. Michał Borecki,
dr inż. Dominik Kasprowicz,
dr hab. Marek Nałęcz, prof. PW,
dr inż. Marek Niewiński,
dr inż. Andrzej Wielgus
dr inż. Adam Wojtasik

Programowanie Obiektowe (PROO) ***Object-oriented Programming***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *WINF, PAPRO, PROS*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest pogłębienie wiedzy studentów na temat programowania obiektowego, zaznajomienie ich ze składnią wybranego języka obiektowego oraz nauka praktycznego wykorzystywania nabytej wiedzy implementacji rozwiązań problemów programistycznych w języku Java.*

Treść kształcenia:***Opis wykładu:***

- (2h) Elementy inżynierii oprogramowania dla programowania obiektowego
 - Metody projektowania programu obiektowego: zstępująca i wstępująca
 - Zasady SOLID
 - Zasady programowania techniką TDD
- Implementacja paradygmatu obiektowego w języku Java
- (2h) Środowisko
 - Maszyna wirtualna
 - Bezpieczeństwo kodu
 - Gospodarka pamięcią (odśmiecanie)

- Program w języku Java: Styl programowania, Organizacja projektu, Pliki Jar, Manifest, Pakiety, Dokumentacja
- (1h) Podstawy składni
 - Typy danych
 - Obiekty niereferencyjne i referencyjne
 - Tablice, łańcuchy znakowe, itp.
 - Operatory, wyrażenia, organizacja pętli
 - (2h) Podstawy obiektowości
 - Klasa, obiekt, metoda
 - Enkapsulacja, ukrywanie danych
 - Konstrukcja obiektu
 - Relacje między obiektami – asocjacje i agregacje
 - Dziedziczenie
 - Klasa Object
 - Klasy abstrakcyjne
 - Interfejsy
 - Polimorfizm
 - (1h) Obsługa sytuacji wyjątkowych
 - Klasy i obiekty z interfejsem Throwable
 - (1h) Wejście/wyjście
 - Koncepcja klas obudowujących
 - Strumienie
 - Serializacja obiektów
 - Sieciowość – gniazda
 - (1h) Przetwarzanie współbieżne
 - Interfejsy Runnable i Callable
 - Obiekty wątków i uruchamianie zadań w wątkach
 - Egzekutory
 - Synchronizacja wątków
 - (2h) Interfejs graficzny (GUI) – programowanie
 - zdarzeniowe Hierarchia klas interfejsu graficznego
 - Rodzaje komponentów
 - Rodzaje zdarzeń
 - Wzorzec Obserwator - nasłuchiwanie i obsługa zdarzeń Metodologia JavaBeans
 - (2h) Przykładowy projekt (studium przypadku):
 - Wielowątkowy sieciowy serwer z klientami wyposażonymi w GUI
 - (2h) Programowanie mobilne
 - Java a system Android
 - Podstawowe konstrukcje i zasady
 - Przykładowa aplikacja
 - (2h) Implementacja paradygmatu obiektowego w innych językach programowania na przykładzie C++
 - Obiektowość w języku C++ – porównanie z językiem Java
 - Wieloparadygmatowość programowania w C++

Laboratorium:

- (2h) Pierwsza aplikacja w Javie – kompilacja i uruchamianie z poziomu konsoli. Używanie zmiennych typów podstawowych. Definiowanie klas, tworzenie obiektów, wywoływanie metod i przekazywanie do nich argumentów. IDE i praca z debuggerem.
- (2h) Zadany problem programistyczny: model obiektowy, UML, tworzenie testów jednostkowych. Wykorzystanie metodyki SOLID – klasy abstrakcyjne i interfejsy.
- (2h) GUI, mechanizmy wielowątkowości.
- (2h) Obsługa operacji wejścia/wyjścia, serializacja obiektów, komunikacja sieciowa
- (2h) Aplikacja mobilna na platformę android.

Projekt:

Zadania programistyczne realizowane zespołowo (grupy dwuosobowe – skład losowany).

Tematyka zadań ustalana indywidualnie dla każdej z grup:

tematy pochodzące od studentów – po akceptacji opiekuna

tematy narzucone przez opiekuna – np. symulacja i wizualizacja wybranego zjawiska fizycznego z dziedziny szeroko rozumianej elektroniki

Tematy rozdanie lub zatwierdzenie – 2 tydzień semestru

Etapy kontrolne – zatwierdzane przez opiekuna:

Specyfikacja w formie dokumentu README.md (opis funkcjonalności, scenariusz użycia, diagram UML, prototyp GUI) – w formie repozytorium git - 4 tydzień semestru
Wersja testowa – 8 tydzień semestru

Wersja ostateczna – 14 tydzień semestru

Egzamin: *nie*

Literatura:

Cay S. Horstmann *Java. Podstawy. Wydanie X*

Bruce Eckel *Thinking in Java. Edycja polska. Wydanie IV*

[Erich Gamma](#), [Richard Helm](#), [Ralph Johnson](#), [John Vlissides](#) *Wzorce projektowe. Elementy oprogramowania obiektowego wielokrotnego użytku*

Robert C. Martin *Zwinne wytwarzanie oprogramowania. Najlepsze zasady, wzorce i praktyki*

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
4/3	-	2/3	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

17. liczba godzin kontaktowych – 40 godz., w tym
obecność na wykładach 20 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0
godz., obecność na laboratorium 10 godz.,
udział w konsultacjach 10 godz.

18. praca własna studenta – 40 godz., w tym

przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
 przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
 przygotowanie do kolokwium 10 godz.,
 wykonywania zadań projektowych 15 godz.,
 przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,5 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,5 pkt ECTS, co odpowiada 10 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 10 godz. przygotowań do laboratorium oraz 20 godz. zadań projektowych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną wiedzę o mechanizmach obiektowych w języku Java	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
Rozumie zasady budowy aplikacji obiektowej w języku Java	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
Zna i rozumie zasady implementacji paradygmatu obiektowego w językach programowania	wykład	sprawdzian przeprowadzany w trakcie wykładu	K1_W03, K1_W04
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zaproponować strukturę i hierarchię klas dla aplikacji tworzonej w języku Java	laboratorium / projekt	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych / ocena projektu	K1_U18
Potrafi zaproponować obiektową architekturę wielowątkowej, sieciowej aplikacji tworzonej w języku Java	laboratorium / projekt	ocena pracy w trakcie zajęć laboratoryjnych / ocena projektu	K1_U18
Potrafi wykorzystać dostępne w języku Java klasy i obiekty interfejsu graficznego	laboratorium / projekt	ocena pracy w trakcie	K1_U18

		zajęć laboratoryjnych / ocena projektu	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi pracować w grupie oraz wspólnie rozwiązywać problemy			K1_K03
Jest odpowiedzialny za projekt oraz własny kod, podejmuje zobowiązania, z których jest w stanie się wywiązać			K1_K04
potrafi zarządzać swoim czasem oraz ma umiejętność planowania w czasie pracy własnej oraz pracy członków zespołu i dotrzymuje terminów			K1_K03, K1_K04

Zespół Autorski:

dr hab. Krzysztof Poźniak, prof. PW

doc. dr inż. Elżbieta Piwowarska

Programowanie Układów Rekonfigurowalnych (PRURE) ***Reconfigurable Circuits Programming***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy techniki cyfrowej (POCY),
Systemy cyfrowe i komputerowe (SCK), Paradygmaty programowania (PAPRO)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studenta z metodami projektowania układów cyfrowych i mieszanych wykorzystującymi programowanie układów rekonfigurowalnych typu FPGA, PSoC i *embedded FPGA*. Studenci zostaną zapoznani z podstawowymi architekturami układów rekonfigurowalnych oraz narzędziami, metodami i językami ich oprogramowania i zdobędą praktyczne umiejętności w zakresie konfiguracji układów FPGA do różnych zastosowań.

Opis wykładu:

1. Bloki cyfrowe – bramki kombinacyjne, rejestry, automat stanów, pamięci, magistrale, układy nadawczo-odbiorcze. Układy synchroniczne i asynchroniczne (kombinacyjne). Powtórzenie.
2. Metody realizacji układów cyfrowych – układy specjalizowane ASiC i programowalne, systemy sprzętowo-programowe: różnice w zakresie zastosowań, wydajności, metod projektowania. Blok IP. FPGA IP.
3. Budowa i działanie układów reprogramowalnych i rekonfigurowalnych – FPGA, CPLD (Xilinx, Altera-obecnie Intel, Lattice) i PSoC (Cypress) – omówienie technologii, dostępnych bloków funkcjonalnych, trendów rozwojowych, metod (re)konfiguracji. Analogowe układy reprogramowalne, układy hybrydowe, SoC zawierające FPGA IP.
4. Narzędzia projektowe do programowania i symulacji układów FPGA – omówienie podstawowych technik i dostępnego na rynku oprogramowania projektowego, przedstawienie pełnej ścieżki projektowania (etapy kompilacji, syntezy, analizy czasowej, symulacji, generacji konfiguracji itp.) Implementacja projektu.

5. Języki opisu sprzętu VHDL i Verilog – model sprzętu, mechanizm symulacji, standardy syntezy. Zasady opisu na poziomie RTL i funkcjonalnym. Współbieżność procesów i szeregowanie transakcji. Projektowanie systemowe: hierarchia, parametryzowanie, konfiguracja.
6. Programowanie podstawowych bloków funkcjonalnych– omówienie programowania złożonych bloków logicznych, pamiętających, obliczeniowych, metody optymalizacji (funkcjonalnej, czasowej i logicznej). Wybrane rozwiązania użytkowe np. bloki komunikacyjne, syn-chronizujące, sterujące, akwizycji danych itp.
7. Programowanie hierarchiczne– omówienie realizacji projektów złożonych z wielu komponentów – zasady łączenia i hierarchizacji bloków, zastosowania technik parametryzacji, metody symulacji hierarchicznej.
8. Problemy przetwarzania dużych danych: arytmetyka stała i zmiennoprzecinkowa, precyzja a złożoność, kompromis powierzchnia-moc. Podstawowe operacje DSP (MAC, filtracja, itp.)
9. Optymalizacja projektu – podstawowe metody optymalizacji funkcjonalnej i czasowej, architektury iteracyjna i potokowa, szybkość a przepustowość, wpływ architektury na moc. Optymalizacja na poziomie algorytmu i realizacji (syntezy).
10. Programowanie układów rekonfigurowalnych z wykorzystaniem C, Python. Podstawowe zasady przechodzenia od kodu algorytmicznego do opisu RTL. Rozwiązania użytkowe na przykładzie narzędzi do programowania układów mieszanych PSoC. OpenCL – zastosowanie i podstawy programowania. Pojęcie platformy heterogenicznej.
11. Weryfikacja i testowanie. Weryfikacja poprzez symulację i podstawy weryfikacji formalnej. SystemVerilog, standardy weryfikacji: OVM, UVM.
12. Trendy rozwojowe. Projektowanie systemowe.

Laboratorium:

5x 3godz. spotkania: przygotowanie i uruchomienie projektu układu wg zadanej specyfikacji na platformach FPGA, PSoC.

Egzamin: *tak*

Literatura:

- T. Łuba, Synteza układów logicznych, Oficyna Wydawnicza PW
- D. Kania, Układy logiki programowalnej, Wydawnictwo Naukowe PWN
- M. Zwoliński, Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL, WKŁ
- K. Skahill, Język VHDL, Projektowanie programowalnych układów logicznych, WNT

Oprogramowanie:

Oprogramowanie symulacyjne Mentor Graphics – ModelSim

Środowisko projektowe Altium Designer zintegrowane z Xilinx-ISE wraz z płytą uruchomieniową NanoBoard-2.0

PSoC Creator – zintegrowane środowisko (IDE) do programowania układów PSoC firmy Cypress wraz z płytą uruchomieniową.

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
 2 - 1 - (45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

21. liczba godzin kontaktowych: 50godz., w tym:

obecność na wykładach: 30 godz.,

obecność na laboratorium: 15 godz.

udział w konsultacjach: 5 godz.

22. praca własna studenta: 50 godz., w tym:

przygotowanie do laboratoriów: 15 godz.,

przygotowanie do kolokwiów 20 godz.,

przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria): 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godzinom kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. zajęć laboratoryjnych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	wykład + ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W04
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W09
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	egzamin	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy analogowych i cyfrowych układów elektronicznych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U11
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne).	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U16
Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U17
Potrafi tworzyć i uruchamiać programy w językach różnych poziomów	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_K03

Zespół Autorski:

dr inż. Arkadiusz Luczyk

doc. dr inż. Elżbieta Piwowarska

Systemy Cyfrowe i Komputerowe (SCK) *Digital and Computer Systems*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagane: Podstawy techniki cyfrowej (POCY)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studenta z zasadami działania, architekturami, metodami opisu i technikami realizacji systemów cyfrowych. Szczególna uwaga poświęcona będzie przykładowi systemu cyfrowego jaki stanowi system komputerowy. Omówione zostaną bloki typowe dla systemów komputerowych, z postawieniem nacisku na model działania a nie szczegóły specyfikacyjne. Przedstawione zostaną podstawy działania procesora oraz podstawowe architektury procesorów. Po zaliczeniu przedmiotu student powinien wiedzieć jak działa system komputerowy i umieć zaprojektować bloki cyfrowe realizowane jako FPGA lub SoC z wykorzystaniem dostępnych środowisk projektowych.

Opis wykładu:

- **Układ a system cyfrowy.** Reprezentacje układów cyfrowych: funkcjonalna, strukturalna, fizyczna. Poziomy abstrakcji reprezentacji systemów. Podejście top-down i bottom-up w projektowaniu. Podstawowe cechy i komponenty systemów cyfrowych. System komputerowy jako przykład systemu cyfrowego: podstawowe bloki, opis abstrakcyjny, architektury von Neumann'a i Harvard.
- **Model programowy (architektura) i mikroarchitektura procesora.** Wprowadzenie. Architektury: CISC, RISC, VLIW. Mikroarchitektury skalarne, superskalarne i wielordzeniowe; hierarchia i dostęp do pamięci; przetwarzanie równoległe, potokowe i rozproszone; przetwarzanie jedno i wielowątkowe.
- **Architektura NISC** jako przykład podstawowej techniki sprzętowej realizacji algorytmu. Automaty sterujące i bloki wykonawcze. Rejestry, układy przełączające. Metody projektowania bloków cyfrowych, wprowadzenie do opisu z wykorzystaniem języków opisu sprzętu.

- **Model układu cyfrowego.** Zachowanie asynchroniczne i synchroniczne. Metody specyfikacji układów cyfrowych. Języki opisu sprzętu i ich wykorzystanie w projektowaniu. Model sprzętu HDL. Poziom bramkowy i poziom RTL. Cykl projektowy, pojęcie symulacji, syntezy logicznej i syntezy topografii. Odzworowania technologiczne: FPGA, ASIC.
- **Model działania i czasu HDL (Verilog).** Procesy i ich współbieżność. Proces asynchroniczny i synchroniczny. Instrukcje blokujące i ciągłe oraz ich znaczenie w modelowaniu sprzętu, zmienne i sygnały (*nets*). Typy obiektów i ich znaczenie sprzętowe. Tablice i pamięci. Przykłady modeli Verilog prostych układów kombinacyjnych i rejestrów.
- **Model struktury HDL.** Tworzenie hierarchii i komunikacja pomiędzy modułami układu. Interfejs jednostki (wejścia i wyjścia). Konfiguracja. Parametryzowanie. Mechanizm symulacji. Testbench – przykłady w Verilog. Metody weryfikacji inne niż symulacja.
- **Projektowanie podstawowych bloków systemu komputerowego.** Rejestry równoległe i przesuwające: model i wykorzystanie. Komunikacja szeregową i równoległą. Liczniki: budowa, model, wykorzystanie. Pojęcie i model automatu regularnego (rejestr, licznik) i automatu o nieregularnej funkcji przejść.
- **Układ sterownia i bloki wykonawcze.** Realizacja układu sterowania; miejsce układu sterowania w mikroarchitekturach procesora; bloki wykonawcze jako układy sekwencyjno-kombinacyjne i ich miejsce w mikroarchitekturach.
- **Realizacja programu przez procesor.** Budowa prostego mikroprocesora (licznik rozkazów, akumulator, alu, ..), na przykładzie modelu MCPMU (Minimal CPU). Dekodowanie instrukcji. Elementy assemblera jako ilustracja zasad realizacji programu w systemie komputerowym.
- **Pamięci.** Rodzaje pamięci, zasady adresowania i zapełniania danymi, modele, zastosowania. Pamięci statyczne i dynamiczne. **Kolokwium.**
- **Sprzętowa realizacji operacji arytmetycznych i funkcji matematycznych:** dodawanie, mnożenie, dzielenie, MAC, filtrowanie, inne funkcje. **Parametry układów cyfrowych.** Pojęcie szybkości, przepustowości, latencji. Kompromis moc – powierzchnia. Architektura iteracyjna i potokowa. Sterowanie latencją i przepustowością.
- **Komunikacja.** Interfejs komunikacyjny synchroniczny i asynchroniczny. Zasada działania oraz model nadajnika i odbiornika UART w najprostszej postaci. Zasada komunikacji przez magistralę, podstawowy protokół magistrali (rozkazy *read* i *write*). Sterowniki magistrali.
- **Architektury ogólnego przeznaczenia i architektury specjalizowane.** CISC, RISC: podstawowe bloki, tryby pracy, sposoby przetwarzania. Procesory sygnałowe, komunikacyjne, graficzne. Pojęcie systemów czasu rzeczywistego.
- **Weryfikacja i testowanie.** Podstawowe informacje o metodach weryfikacji i testowania układów. Dlaczego konieczne jest testowanie. Standardowe cyfrowe bloki testujące. Ścieżka brzegowa. Pojęcie układu wiarygodnego oraz projektowania zorientowanego na testowanie DFT (*Design For Testability*).
- Tendencje rozwojowe. Przegląd języków i narzędzi stosowanych w projektowaniu systemów cyfrowych. Nowe architektury procesorów. Kolokwium.

Projekt:

W ramach projektu studenci rozbudowują lub modyfikują bloki modelu procesora w języku Verilog, udostępnionego w formie tzw. *soft IP*. Po zweryfikowaniu zaprojektowanego CPU symulują wykonanie na nim zadanego programu. Dzięki temu zmuszeni są zrozumieć zasadę działania procesora, zdobywają umiejętność projektowania z wykorzystaniem HDL oraz rozumieją zasadę realizacji algorytmu (programu) w procesorze. Możliwe są projekty o różnym poziomie złożoności (np. rozbudowywanie systemu o proste interfejsy, współpracę z peryferiami, itp.) wykonywane w zespołach o różnej liczności. Zespół zmuszony byłby do podziału ról i prac w trakcie realizacji projektu oraz ścisłej współpracy w fazie integracji projektu.

Egzamin: *nie*

Literatura:

Podstawy budowy i działania komputerów. A. Skorupski. WKŁ. 2000.
Organizacja i architektura systemu komputerowego. W. Stallings. WNT.
2000. Wprowadzenie do języka Verilog, Z.Hajduk, BTC 2015.
IEEE Standard for Verilog® Hardware Description Language, IEEE Computer
Society, 2005.

Oprogramowanie:

- Oprogramowanie symulacyjne Mentor Graphics – ModelSim

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

23. liczba godzin kontaktowych: 45 godz., w tym:

obecność na wykładach	30 godz.,
udział w konsultacjach	15 godz.

24. praca własna studenta: 40 godz., w tym:

przygotowanie do kolokwium:	15 godz.,
wykonywania zadań projektowych:	20 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria):	5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 85 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,6 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,4 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. zadań projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - me-	wykład + ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia	K1_W12

todyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości		lab.	
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W09
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	egzamin	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy analogowych i cyfrowych układów elektronicznych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U11
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne).	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U16
Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U17
Potrafi tworzyć i uruchamiać programy w językach różnych poziomów	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_K03

Zespół autorski:

prof. dr hab. inż. Michał Malinowski

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz

dr inż. Anna Jusza

dr inż. Stanisław Stopiński

mgr inż. Krzysztof Anders

Wstęp Do Fotoniki (WDOF) *Introduction to photonics*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Fizyka i laboratorium eksperymentu (FIZ)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami podstaw dotyczących zjawisk fizycznych związanych z wytwarzaniem (generacją), propagacją, przetwarzaniem i detekcją promieniowania elektromagnetycznego z zakresu optycznego. Wykład stanowi wstęp do przedmiotów z obszaru techniki laserowej, fotoniki światłowodowej, przetwarzania obrazu oraz elementów i układów optoelektronicznych rozwijanych w ramach specjalności.

Treść kształcenia:**WYKŁADY: (30h)**

25. **Wprowadzenie do Fotoniki** – efekty, materiały, aplikacje; relacje pomiędzy optyką geometryczną, falową, elektromagnetyczną i kwantową (2h)
26. **Emisja i generacja promieniowania** – promieniowanie niekoherentne i koherentne; źródła promieniowania niespójnego (w tym ciało doskonale czarne) i spójnego (laser); podstawowe parametry źródeł światła; podstawowe efekty oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z materią; podstawy działania wybranych źródeł promieniowania: źródła żarowe, wyładowcze i luminescencyjne, diody LED i OLED, lasery (półprzewodnikowe, ciała stałego, gazowe i ciekłowe); wyświetlacze 2D i 3D (6h).

27. **Propagacja światła** – propagacja promieniowania w wolnej przestrzeni i w strukturach o ograniczonej wymiarowości (falowody planarne, światłowody włóknowe); efekty ograniczające propagację (absorpcja, rozpraszanie Mie, Rayleigha, Ramana, Brillouina, dyspersja); odniesienia do efektów występujących w przyrodzie (tęcza, kolor nieba, czerwone zachody słońca, zjawisko halo, zorza polarna, widmo Brockenu) (6h).
28. **Przetwarzanie i modulacja światła** – modulacja amplitudy, fazy, częstotliwości i polaryzacji promieniowania; efekt elektrooptyczny, akustooptyczny, termooptyczny i magnetoptyczny; podstawowe parametry modulatorów światła; podstawowe efekty i zjawiska związane z przesyłaniem informacji w systemach światłowodowych i w wolnej przestrzeni; elementy bistabilne, tranzystory optyczne, nieliniowe bramki optyczne i inne (6h).
29. **Detekcja promieniowania** – zjawiska fotoelektryczne, fotowoltaiczne, fototermiczne; podstawy fotometrii; podstawowe parametry detektorów: pasmo, szумы, detekcyjność, czułość spektralna; techniki pomiarowe (korelacyjne, zliczania fotonów i inne); wybrane detektory promieniowania: fotorezystory, fotodiody, fotopowielacze, liczniki kwantowe (scyntylicyjne) (4h).
30. **Optyczny zapis i odczyt informacji** – materiały na pamięci optyczne, efekty fizyczne i techniki zapisu/odczytu informacji; pamięci optyczne jednokrotnego i wielokrotnego zapisu (w tym CD, DVD, bluray, pamięci holograficzne i inne), trendy rynkowe i perspektywy (3h)
31. **Nowe materiały foniczne** – kryształy foniczne 2D i 3D, kropki kwantowe, materiały hiperboliczne, nanomateriały, metamateriały (3h);

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. Bernard Ziętek, Optoelektronika, PWN, Warszawa, 2011
2. Bahaa E. A. Saleh and Malvin Carl Teich; Fundamentals of Photonics, Wiley Series in Pure and Applied Optics
3. Mirosław Karpierz, Podstawy fotoniki, CSZ PW, Warszawa, 2010

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	-	(30h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

- *liczba godzin kontaktowych –* 32 godz., w tym
 - obecność na wykładach* 30 godz..
 - konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe* 2 godz.
- *praca własna studenta –* 20 godz., w tym
 - powtórzenie materiału do wykładów* 5 godz.
 - przygotowanie do dwóch kolokwium wykładowych* 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 52 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 32 godz. kontaktowym.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W06
W2: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W07
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.	Wykład	Kolokwia	K1_U03
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	Wykład	Kolokwia	K1_K01

Zespół Autorski:
dr hab. Wojciech Zabołotny

Wstęp Do Systemów Wbudowanych (WSW) *Introduction to Embedded Systems*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Podstawy techniki cyfrowej (POCY),
Systemy cyfrowe i komputerowe (SCK), Podstawy techniki mikroprocesorowej (POMIK)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla
kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Przedstawienie podstawowych zagadnień związanych z systemami wbudowanymi i zaznajomienie z metodami projektowania, realizacji i uruchamiania prostych systemów wbudowanych ze szczególnym uwzględnieniem mikroprocesorów wykorzystujących architekturę Cortex- M. Po przedmiocie WSW student powinien rozumieć różnicę między zwykłym systemem komputerowym a systemem wbudowanym, powinien potrafić zaprojektować i zrealizować prosty system wbudowany wykorzystujący mikroprocesor ARM Cortex-M i komunikujący się z układami peryferyjnymi za pośrednictwem typowych interfejsów takich jak I2C, SPI, UART, 1-Wire itp. wykorzystując przerwania i DMA, powinien umieć przetestować pracę zaprojektowanego systemu przy pomocy dedykowanego oprogramowania. Powinien umieć zapewnić właściwe zasilanie systemu z uwzględnieniem trybów ograniczonego poboru mocy. Powinien umieć stworzyć proste oprogramowanie ten system używając języka C, a także powinien umieć, tam gdzie to możliwe, wykorzystać języki skryptowe dla systemów wbudowanych (micropython, eLua).

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Zajęcia będą obejmować klasyczne wykłady wprowadzające w zagadnienia ogólne oraz zajęcia zintegrowane, prowadzone w laboratorium, obejmujące wprowadzenie w postaci krótkiego wykładu, odwołującego się do rozszerzonych materiałów dostępnych dla studentów na ich stanowiskach. W ramach tych zajęć studenci powinni zrealizować:

- miniprojekt obejmujący zaplanowanie rozwiązania zadania postawionego przed studentem w ramach części laboratoryjnej (przesłany prowadzącemu)
- pracę laboratoryjną z wykorzystaniem dostępnego sprzętu i oprogramowania,
- przedstawienie prowadzącemu opracowanego rozwiązania zadania i zademonstrowanie jego działania.
- Przygotowanie raportu podsumowującego uzyskane wyniki (przesłany prowadzącemu)

Zajęcia podlegać będą ocenie wynikającej z jakości miniprojektu i raportu końcowego oraz przebiegu pracy w laboratorium.

Końcowe zajęcia laboratoryjne mogą być realizowane jako większy projekt zespołowy, wykonywane na kilku terminach laboratorium.

Opis wykładu:

- Wstęp, omówienie tematyki systemów wbudowanych, klasyfikacja systemów wbudowanych, schemat blokowy systemu wbudowanego
- Zagadnienia związane z zasilaniem systemu wbudowanego i podłączaniem układów zewnętrznych – analogowych i cyfrowych. Zagadnienia związane z odsprężeniem zasilania, prowadzeniem masy, barierami izolacyjnymi
- Omówienie architektury ARM
- Zagadnienia ekonomiczne związane z realizacją systemów wbudowanych – optymalizacja kosztów. Zagadnienia związane z certyfikacją systemów wbudowanych.

Laboratorium:

Zajęcia laboratoryjne pozwolą studentom zapoznać się w praktyce z następującymi zagadnieniami:

Środowisko do tworzenia oprogramowania dla używanych systemów, biblioteki

Uruchamianie i debugowanie oprogramowania na systemie wbudowanym

Konfiguracja i obsługa wewnętrznych zegarów i urządzeń peryferyjnych

Wykorzystanie przerwań i DMA

Zapewnienie niezawodności systemu

Obsługa interfejsów komunikacyjnych

Obsługa wejść i wyjść analogowych

Korzystanie z pamięci nieulotnej

Zarządzanie poborem mocy

Zajęcia projektowo/laboratoryjne:

Zajęcia (większy projekt grupowy obejmują następujące elementy:

Wybór zadania do rozwiązania, dobór właściwego procesora z wykorzystaniem CubeMX, wybór właściwego modułu mikroprocesorowego i płytek rozszerzających, opracowanie schematu zaprojektowanej platformy sprzętowej.

Stworzenie i uruchomienie oprogramowania diagnostycznego dowodzącego poprawnego działania opracowanej platformy sprzętowej.

Stworzenie i uruchomienie oprogramowania realizującego założoną funkcjonalność projektowanego systemu.

Egzamin: *NIE*

Literatura:

6. Mikrokontrolery STM32 w praktyce, Krzysztof Paparocki, BTC, 2011

7. Mikrokontrolery STM32 dla początkujących, Aleksander Kurczyk, BTC, 2019
8. Cortex-M3 Technical Reference Manual, ARM Infocenter
9. Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel - a Hands On Tutorial Guide
10. FreeRTOS V10.0.0 Reference Manual
11. Programming with MicroPython, Nicholas H. Tollervey, O'Reilly Media; September 2017

Oprogramowanie:

CubeMX, środowisko do tworzenia i uruchamiania oprogramowania dla procesorów ARM

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
1	1	1	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

*27. liczba godzin kontaktowych – 65 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15
godz obecność na laboratorium 15 godz
udział w konsultacjach 20 godz*

*28. praca własna studenta – 35 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 5 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 5 godz.,
przygotowanie do kolokwium 10 godz.,
wykonywania zadań projektowych 10 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,6 pkt ECTS, co odpowiada 65 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 15 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie informatyki i telekomunikacji	laboratorium	Projekt i raport	K1_W03
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów.	wykład / ćwiczenia	kolokwium	K1_W04
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru architektury i oprogramowania systemów mikroprocesorowych	laboratorium / projekt	raport	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	kolokwium	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
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	laboratorium / projekt	raport	K1_U04
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów i systemów elektronicznych stosując określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).	laboratorium / projekt	raport	K1_U13
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	laboratorium / projekt	raport	K1_U19
Potrafi tworzyć oprogramowanie systemów mikroprocesorowych w języku niskiego poziomu.	laboratorium / projekt	raport	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
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.	laboratorium / projekt / ćwiczenia	raport	K1_K02
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	laboratorium / projekt	raport	K1_K03

Autor:
dr hab. inż. Andrzej Pfitzner, prof. uczelni

Podstawy Mikroelektroniki (PMK) ***Introduction to Microelectronics***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wymagana znajomość podstaw elementów i układów elektronicznych, np. w ramach PPP, ELA1,2.*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie się z podstawami projektowania i realizacji układów i systemów elektronicznych w postaci układów scalonych. Wprowadzenie pojęcia specjalizowanych układów scalonych (*Application Specific Integrated Circuits - ASIC*), zapoznanie studentów z aspektami praktycznymi i ekonomicznymi projektowania i zamawiania produkcji tych układów. Przygotowanie do specjalistycznych przedmiotów obieralnych z projektowania zintegrowanych systemów cyfrowych, analogowych i mieszanych.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

Tematyka wykładów:

1. Wiadomości wstępne. Cele integracji mikroelektronicznej układów elektronicznych (złożoność funkcjonalna, pobór mocy, koszt, niezawodność, IP). Układy standardowe (katalogowe) a układy ASIC i programowalne. Płytki wieloprojektowe. Etapy tworzenia nowego układu/systemu. Systemy CAD.
2. Technologiczne uwarunkowania projektowania układów scalonych. Konstrukcje CMOS i BiCMOS. Operacje wytwarzania, dostęp do produkcji. Projektowanie topografii, maski produkcyjne. Możliwości i ograniczenia.
3. Problemy, metody i style projektowania. Etapy od opisu funkcjonalnego do projektu fizycznego. Automatyzacja projektowania. Od *full custom* do układów programowalnych, kryteria wyboru stylu projektowania. Uproszczenia procesu projektowania, maski abstrakcyjne, schemat kreskowy, standaryzacja. Bloki IP, SoC, NoC, PSoC.

4. Ekonomiczne aspekty mikroelektroniki, *design for manufacturability*. Rozrzuty produkcyjne, rodzaje i źródła. Zaburzenia parametryczne i katastroficzne. Reguły projektowania. Metody weryfikacyjne. TCAD, symulacja statystyczna.
5. Elementy czynne i bierne w układach scalonych. Podstawowe konstrukcje i charakterystyki tranzystorów MOS i bipolarnych, uwarunkowania topograficzne. Tranzystor bipolarny w układach CMOS i BiCMOS. Elementy pasożytnicze. Właściwości i ograniczenia realizacji elementów biernych.
6. Proste scalone bramki logiczne: podstawowe pojęcia i wymagania. Regeneracja poziomów logicznych, źródła i tłumienie zakłóceń, kierunkowość. Statyczny inwerter CMOS, bramki NAND i NOR: kształtowanie charakterystyk przełączania, czasów włączania, wyłączania i propagacji sygnału, poboru mocy. Ograniczenia liczby wejść.
7. Bramki kombinacyjne CMOS. Statyczne: składniki pojemności obciążającej, czasy przełączania, pobór mocy; kryteria wymiarowania tranzystorów w brankach złożonych, bramki transmisyjne i trójstanowe. Dynamiczne: bramki typu DOMINO; wymagania i ograniczenia. Porównanie bramek statycznych i dynamicznych.
8. Testowanie i testowalność układów cyfrowych. Defekty, uszkodzenia, ich modele. Wektory testowe, poziom wykrywalności uszkodzeń, wykrywalność i obserwowalność węzłów. Testowanie funkcjonalne i strukturalne. Testowanie prądowe. Układy łatwo testowalne, układ sekwencyjny z łańcuchem skanującym, krawędziowa ścieżka skanująca. Układy samotestujące się. Niezawodność układów do zastosowań krytycznych.
9. Przerzutniki, rejestry, komórki pamięci półprzewodnikowych. Przerzutnik Schmitta, wymiarowanie. Statyczny przerzutnik bistabilny: wymagania konstrukcyjne, realizacje z taktowaniem zegarem. Przerzutniki typu D. Generacja sygnałów zegarowych. Komórki pamięci półprzewodnikowych: statycznych i dynamicznych RAM, ROM o stałej zawartości i programowalne. Komórki SONOS.
10. Pamięci półprzewodnikowe. Ogólna struktura układów pamięci. Sterowanie działaniem pamięci, podstawowe zależności czasowe. Realizacje układów zapisu i odczytu. Realizacja pamięci nieulotnej „flash” typu NOR i NAND. Zastosowania pamięci ROM, układy kombinacyjne, programowalne układy cyfrowe.
11. Scalone układy analogowe: podstawowe problemy, bloki analogowe w układach cyfrowych. Porównanie układów analogowych i cyfrowych z punktu widzenia projektanta. Tranzystor MOS a bipolarny w zastosowaniach analogowych. Problemy specyficzne dla układów analogowych: zależności temperaturowe, rozrzuty produkcyjne tranzystorów MOS i bipolarnych oraz elementów biernych. Efekty pasożytnicze i przeciwdziałanie.
12. Realizacja układów źródeł prądowych i napięciowych. Minimalizacja wpływu zmian temperatury i rozrzutów produkcyjnych. Zespoły źródeł prądowych. Wymagania dla rodzajów źródeł napięciowych. Pierwotne źródła napięć odniesienia. Mnożnik U_{BE} w technologii CMOS. Układ PTAT. Regulacja układów przesuwania napięcia.
13. Wzmacniacze różnicowe i wybrane zagadnienia ich projektowania. Porównanie właściwości wzmacniaczy różnicowych bipolarnego i MOS. Reguły projektowania topografii dla minimalizacji systematycznego napięcia niezrównoważenia w układach CMOS. Wzmacniacz operacyjny a komparator. Komparator z pamięcią. Wzmacniacze w pamięciach dynamicznych RAM. Kompensacja niezrównoważenia losowego. Realizacja wzmacniaczy szerokopasmowych, układów o regulowanym wzmocnieniu.
14. Pobór mocy układów scalonych. Mechanizmy poboru mocy w układach cyfrowych i analogowych. Składniki mocy a wzrost skali integracji. Wpływ temperatury na niezawodność

układów scalonych, mechanizmy uszkodzeń. Składniki rezystancji termicznej. Chłodzenie układów scalonych. Uwarunkowania projektowania, stabilność elektryczno-ciepłna.

15. Przyszłość mikroelektroniki.

LABORATORIA:

Tematyka laboratorium stanowi wprowadzenie do projektowania, realizacji i testowania specjalizowanych układów scalonych, prezentuje wybrane aspekty praktyczne tych zagadnień: 1. Projektowanie i symulacja układu elektrycznego bramki cyfrowej 2. Projektowanie i weryfikacja topografii układu scalonego w stylu full-custom. 3. Projektowanie z wykorzystaniem komórek standardowych; wstęp do automatyzacji projektowania. 4. Zagadnienia projektowania analogowych układów CMOS z uwzględnieniem rozrzutów produkcyjnych. 5. Testowanie cyfrowych układów scalonych. 6. Pomiary ostrzowe prototypów.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The goal: Introduction to design and implementation of electronic circuits and systems as integrated circuits. Presentation of the concept of Application Specific Integrated Circuits - ASIC, practical and economical aspects of its design, prototyping and fabrication in the fabless design/silicon foundry business model. Preparation for advanced courses in design of integrated digital, analogue and mixed circuits and systems.

The following topics will be covered:

1. Introductory information
2. Manufacturing determinants of the IC design
3. Problems, methods and styles of the design
4. Economical aspects of microelectronics, design for manufacturability
5. Active and passive elements of the integrated circuits
6. Simple integrated logic gates
7. Combinational CMOS gates
8. Testing and testability of the integrated circuits
9. Flip-flops, registers, semiconductor memory cells
10. Semiconductor memories
11. Analogue integrated circuits
12. Implementation of the current and voltage source circuits
13. Differential amplifiers and selected problems of their design
14. Power consumption of the integrated circuits
15. Future of the microelectronics

Egzamin: *tak*

Literatura:

1. W. Kuźmich, A. Pfitzner, Podręcznik elektroniczny do przedmiotu dostępny z witryny www przedmiotu (w trakcie modyfikacji)
2. A. Gołda, A. Kos, "Projektowanie układów scalonych CMOS", WKŁ, W-wa 2010
3. M. J. Patyra, "Projektowanie układów MOS w technice VLSI", WNT, W-wa 1993
4. W. Kuźmich, "Projektowanie analogowych układów scalonych". wyd. 2, WNT, W-wa 1985
5. T. Łuba, B. Zbierzchowski, "Komputerowe projektowanie układów cyfrowych", WKiŁ, W-wa 2000
6. W. Mały, "Atlas of IC Technologies", Benjamin/Cummings, Menlo Park 1987.

Witryna www przedmiotu:

<http://vlsi.imio.pw.edu.pl/pmk/>

zawiera podręcznik, materiały do ćwiczeń laboratoryjnych, instrukcje obsługi narzędzi CAD

Oprogramowanie:

Narzędzia komputerowego wspomagania projektowania (jak edytor masek, symulatory, programy weryfikacyjne) wchodzące w skład oprogramowania własnego IMiOCAD Zakładu Metod Projektowania w Mikroelektronice oraz innych programów CAD (np. Mentor) w powiązaniu ze wzbogaceniem platformy komputerowej laboratorium.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2		(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4**Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu**

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w blokach trzygodzinnych (3x45min) pod opieką prowadzącego. Oprócz tego studenci mają do dyspozycji laboratorium z odpowiednim oprogramowaniem dostępne też w trybie otwartym oraz konsultacje. Mają też możliwość zapoznać się z pomiarami ostrzowymi struktur scalonych. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych następuje na podstawie wyników przedstawionych w formie raportów, częściowo w postaci projektów. Na ocenę ćwiczeń laboratoryjnych wpływa też stopień przygotowania do zajęć, wnioski i rozmowa zaliczeniowa.

Na ocenę końcową składają się: suma ocen z laboratoriów projektowych (max. 45 pkt) oraz przeliczona na punkty ocena z egzaminu ustnego (max. 55 pkt). Do uzyskania pozytywnej oceny końcowej konieczne jest spełnienie łącznie następujących warunków: uzyskanie zaliczenia co najmniej 8 ćwiczeń z 9 oraz zdanie egzaminu (ocena 3 odpowiadająca 25 punktom). Standardowe przeliczenie punktów na oceny końcowe.

Wiedza i umiejętności studenta przychodzącego na przedmiot: Oczekiwana znajomość podstaw elementów i układów elektronicznych oraz podstaw układów logicznych.

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

- liczba godzin kontaktowych: **64 godz.**, w tym:
 - obecność na wykładach: **30 godz.**
 - obecność na zajęciach laboratoryjnych i rozmowach zaliczeniowych: **30 godz.**
 - konsultacje wykładowe i laboratoryjne: **4 godz.**
- praca własna studenta: **50 godz.**, w tym:
 - praca w laboratorium otwartym (w tym opracowanie wyników): **20 godz.**
 - analiza materiału wykładowego, przygotowanie do laboratorium: **15 godz.**
 - przygotowanie do egzaminu: **15 godz.**

Łączny nakład pracy studenta wynosi 114 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.2 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. pracy studenta związanej z realizacją laboratorium i laboratoryjnych zadań projektowych.

Efekty uczenia się:

Efekty	forma zajęć	sposób weryfikacji	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
w1: ma ogólną wiedzę o wytwarzaniu układów scalonych	wykład	egzamin	K1_W12
w2: zna metody i style projektowania układów scalonych	wykład	egzamin	K1_W12
w3: zna pojęcie specjalizowanych układów scalonych oraz cel i zakres ich zastosowań	wykład	egzamin	K1_W12, K1_W13, K1_W14, K1_W15
w4: zna budowę i właściwości podstawowych bramek i bloków cyfrowych realizowanych mikroelektronicznie	wykład	wykonanie zadań laboratoryjnych egzamin	K1_W09, K1_W12
w5: zna zasady testowania systemów cyfrowych	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych egzamin	K1_W12, K1_W11
w6: zna zasady i problemy realizacji mikroelektronicznej układów analogowych	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych egzamin	K1_W08, K1_W12
w7: zna tendencje rozwojowe mikroelektroniki	wykład	egzamin	K1_W13, K1_W14, K1_W15
UMIĘJĘTNOŚCI			
u1: potrafi zaprojektować schemat i topografię prostego układu cyfrowego i analogowego korzystając z różnych technik	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U13, K1_U16, K1_U21
u2: potrafi zweryfikować prosty projekt układu scalonego	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U21
u3: potrafi scharakteryzować i przetestować prosty układ scalony	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U21, K1_U20
u4: potrafi przeanalizować prosty układ scalony pod kątem produkowalności	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U02, K1_U13
u5: potrafi udokumentować wykonany projekt	ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_U06
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_K01
ks2: ma świadomość ważności przestrzegania i propagowania zasad etyki zawodowej	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	wykonanie zadań laboratoryjnych	K1_K02
ks3: zna i rozumie związki mikroelektroniki z rozwojem gospodarczym i społecznym	wykład	egzamin	K1_K02

Zespół Autorski:

mgr inż. Krzysztof Anders

dr inż. Piotr Firek

dr inż. Anna Jusza

dr inż. Jerzy Kalenik

dr hab. inż. Robert Mroczyński

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof..

uczelnia dr inż. Stanisław Stopiński

Technologie Elektroniczne i Fotoniczne (TELFO) ***Electronic and Photonic Technologies***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: -

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami technologii elektronicznych i fotonicznych – metodami wytwarzania materiałów, ich właściwościami oraz sposobami modyfikacji tych właściwości do zastosowań w elementach i układach elektronicznych i fotonicznych.

Treść kształcenia:***Opis wykładu:***

1. Procesy technologiczne dla mikroelektroniki, mikrosystemów krzemowych i fotoniki. Czystość technologiczna i warunki wytwarzania przyrządów dla elektroniki i fotoniki zintegrowanej. Wytwarzanie warstw. Definiowanie kształtów. Modyfikowanie właściwości – domieszkowanie (implantacja, dyfuzja). Procesy wygrzewania i rekrytalizacji. (4)

2. Sekwencje procesów technologicznych. Kondensator MOS, tranzystor MOSFET, pod-stawowe bramki CMOS. (2)
3. Skalowanie, technologia SOI, nowe materiały i przyrządy oraz technologie niekrsz-mowe. (4)
4. Montaż struktur półprzewodnikowych. Montaż struktur półprzewodnikowych do obu-dów i w układach hybrydowych. Technologie drutowe i bezdrutowe. Montaż flip-chip. Wytwarzanie mikropołączeń – ultrakompresja i ultratermokompresja. (2)
5. Technologia hybrydowa. Pojęcie układu hybrydowego.
6. Przebieg i etapy procesu konstruowania. Koncepcja podziału modułowego sprzętu elektronicznego. Matematyczne podstawy i reguły projektowania układów hybrydo-wych. Podstawy techniki grubowarstwowej. Procesy formowania warstw grubych. (4)
7. Mikrosystemy. Sekwencje procesów w konstrukcji elementów mikrosystemów krze-mowych (belki, membrany, elementy ruchome, czujnik ciśnienia MEMS). (4)
8. Światłowody. Sposoby wytwarzania preform światłowodów pasywnych i aktywnych ze szkła krzemionkowego oraz szkieł wieloskładnikowych. Metody formowania włó-kien światłowodowych oraz światłowodów mikrostrukturalnych. Metody spajania światłowodów. Technologie wytwarzania wybranych elementów światłowodowych (sprzęgacze, sumatory mocy, siatki światłowodowe FGB i LPFG). Konstrukcja i wy-twarzanie telekomunikacyjnych kabli światłowodowych (6)
9. Układy fotoniki scalonej. Platforma krzemowa i fosforu indu - podstawowe procesy technologiczne i bloki funkcjonalne (building blocks); możliwości i ograniczenia po-szczególnych platform technologicznych. Technologie montażu i hermetyzacji ukła-dów (packaging) oraz technologie integracji z układami elektronicznymi (4)

Laboratorium:

Program laboratorium obejmuje pięć trzygodzinnych ćwiczeń dotyczących zagadnień:

1. Laboratorium clean-room – procesy dyfuzji.
2. Laboratorium clean-room – wytwarzanie metalizacji (rozpylanie magnetronowe, foto-litografia i trawienie).
3. Montaż struktur do podłoży i wytwarzanie połączeń elektrycznych.
4. Pomiar i analiza pracy ogniw słonecznych
5. Wytwarzanie anten grubowarstwowych.

Egzamin: *nie*

Literatura:

Stewart D. Personick, Fiber Optics - Technology and Applications, SPRINGER SCI-ENCE+BUSINESS MEDIA, LLC, ISBN 978-1-4899-3480-2

Abdul Al-Azzawi, Advanced Manufacturing for Optical Fibers and Integrated Pho-tonic Devices, CRC Press, ISBN 978-1-4987-2945-1

M. Smit et al., “An introduction to InP-based generic integration technology“, Journal of Semiconductor Science and Technology 29 (2014) 083001 (41pp)

L.M. Augustin, M.K. Smit, N. Grote, M.J. Wale and R. Visser, “Standardized process could revolutionize photonic integration”, Euro Photonics, 18, 30-34.

M.K. Smit et al., "Generic foundry model for InP-based photonics", IET Optoelectronics, vol. 5., no. 5, pp.187-194, 2011.

X. Leijtens, "JePPIX: the platform for InP-based photonics", IET Optoelectronics, vol. 5, no. 5, pp. 202–206, 2011.

R.B. Beck "Technologia krzemowa", PWN Warszawa

1991 Materiały do laboratorium – instrukcje

Tapan K, Gupta; Handbook of Thick - and Thin - Film Hybrid Microelectronics, J.

Wiley & Sons Inc, Publication, Hoboken, New Jersey, 2003.

Publikacje dostępne w czasopismach

Robert Doering and Yoshio Nishi "Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology", CRC Press 2008.

Gary S. May and Simon M. Sze "Fundamentals of Semiconductor Fabrication", John Wiley & Sons, 2002.

Stanley Wolf and Richard N. Tauber "Silicon Processing for the VLSI Era, Vol. 1: Process Technology", Lattice Press 2000.

Oprogramowanie:

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 56 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 11 godz.

2. praca własna studenta – 24 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwii 9 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań – laboratoria 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,1 pkt ECTS, co odpowiada 56 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,75 pkt ECTS, co odpowiada 20 godz. ćwiczeń laboratoryjnych

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Wykład Laboratorium	Laboratorium	K1_W11
W2: Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych.	Wykład Laboratorium	Kolokwium Laboratorium	K1_W12
W3: Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwium	K1_W13
W4: Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Kolokwium	K1_W14
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy elementów elektronicznych i fotonicznych.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U11
U2: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U12
U3: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Laboratorium	K1_K03
---	--------------	--------------	--------

Zespół autorski:

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz

dr hab. inż. Tomasz Osuch

dr inż. Alicja Anuszkiewicz

dr inż. Anna Jusza

dr inż. Stanisław Stopiński

mgr inż. Krzysztof Anders

Fotonika Światłowodowa (FOS) *Fiber optics*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *WDOF (Wstęp do fotoniki), ELFO (Elementy Fotoniczne)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi podstaw działania podstawowych elementów światłowodowych oraz systemów światłowodowych, zarówno w zastosowaniach telekomunikacyjnych jak i czujnikowych.*

Treść kształcenia:**WYKŁADY:**

1. Wprowadzenie do fotoniki światłowodowej: budowa i podstawowe parametry światłowodów falowodowych i włóknowych, mody światłowodowe, zjawiska ograniczające transmisję w światłowodzie, opis metodami optyki geometrycznej i falowej, równania Maxwella i równanie dyspersyjne światłowodu.
2. Modowość światłowodów: metody analizy teoretycznej rozkładu pola EM w światłowodach, teoretyczny model światłowodu jednomodowego i wielomodowego, modowa struktura pola EM prowadzonego falowodem, rozwiązanie równań Maxwella dla struktury wielomodowej i jednomodowej, planarnej i włóknowej, rozkład i aproksymacja natężenia pola modów.
3. Dwójłomność i polaryzacja: polaryzacyjne własności światłowodów, rodzaje dwójłomności wewnętrznej światłowodów, technologia wytwarzania światłowodów dwójłomnych, metody wymuszania dwójłomności.

4. Dyspersja: prędkość grupowa i fazowa, rodzaje i źródła dyspersji w światłowodach, ograniczenia wynikające z dyspersji.
5. Źródła strat w światłowodach: współczynnik tłumienności, absorpcja materiałowa, rozpraszanie, niedoskonałości technologiczne.
6. Zjawiska nieliniowe w światłowodach: zjawiska nieliniowe drugiego i trzeciego rzędu, wymuszone rozpraszanie Ramana, wymuszone rozpraszanie Brillouina, nieliniowa modulacja fazy (SPM, XPM), mieszanie czterofalowe.
7. Technologia wytwarzania światłowodów i kabli światłowodowych: materiały, metody wytwarzania. Metody łączenia światłowodów.
8. Elementy światłowodowe: podstawowe parametry i właściwości.
9. Czujniki światłowodowe: wiadomości podstawowe, klasyfikacja, wybrane aplikacje.
10. Światłowodowe siatki Bragga: rodzaje, technologie wytwarzania, właściwości, zastosowania.
11. Światłowodowy specjalne: światłowodowy aktywne, światłowodowy o kształtowanych charakterystykach dyspersyjnych i modowych, światłowodowy mikrostrukturalne, kilkumodowe etc.
12. Techniki pomiarów podstawowych parametrów światłowodów i elementów światłowodowych.
13. Elementy prostego toru telekomunikacyjnego – nadajnik, odbiornik (de)multiplexer, wprowadzenie do systemów TDM i WDM.
14. Wzmacniacze światłowodowe: SOA, REDFA, REDWA, RFA - podstawy działania i podstawowe parametry pracy.
15. Wprowadzenie do laserów światłowodowych - rodzaje, parametry i zastosowania.

LABORATORIA:

1. **Światłowodowy pasywne.** Badanie podstawowych parametrów pasywnych światłowodów telekomunikacyjnych (charakterystyka spektralna tłumienia, pomiar tłumienności metodą reflektometryczną OTDR, pomiar strat zgięciowych). (4h)
2. **Światłowodowy aktywne - światłowodowy wzmacniacz optyczny EDFA.** Badanie poszczególnych elementów wzmacniacza EDFA (charakterystyka tłumienności światłowodu aktywnego, charakterystyka prądowo-mocowa diody pompującej). Badanie charakterystyk wzmocnienia wzmacniacza. (4h)
3. **Światłowodowe siatki Bragga.** Badanie właściwości i podstawowych parametrów siatek Bragga (charakterystyka spektralna, długość fali Bragga, szerokość spektralna, wyznaczanie chirpu, amplitudy modulacji współczynnika załamania). Zastosowanie siatki Bragga jako zwierciadła laserowego / filtru optycznego. Wpływ czynników zewnętrznych na widmo siatki. (4h)
4. **Dwójłomność i polaryzacyjne właściwości światłowodów.** Badanie dwójłomności światłowodu utrzymującego polaryzację. Pomiar dyspersji polaryzacyjnej oraz dyspersji chromatycznej światłowodów. (4h)

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. M. Szustakowski, Elementy techniki światłowodowej, WNT, 1992
2. A. Majewski, Podstawy techniki światłowodowej, OWPW, 2000
3. J. Hecht, Understanding Fiber Optics (5th Edition), Prentice Hall, 2005
4. John Crisp and Barry Elliott, Introduction to Fiber Optics, Elsevier, 2005

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):**

1. liczba godzin kontaktowych – obecność na wykładach	49 godz., w tym 30 godz.
obecność na laboratorium	15 godz.
konsultacje wykładowe i ćwiczeniowe	4 godz.
2. praca własna studenta – powtórzenie materiału do wykładów	28 godz., w tym 3 godz.
przygotowanie do dwóch kolokwiów wykładowych	10 godz.
przygotowanie do laboratorium	15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 77 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,92 pkt. ECTS, co odpowiada 49 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 15 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metrologii, systemów pomiarowych oraz zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów.	Laboratorium	Laboratorium	K1_W11
W2: Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład Laboratorium	Kolokwia Laboratorium	K1_W12
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wykorzystać poznane zasady i	Laboratorium	Laboratorium	K1_U03

metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z mechaniki, termodynamiki, fizyki statystycznej, elektryczności, magnetyzmu, optyki i podstaw mechaniki kwantowej.			
U2: Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy: - elementów elektronicznych i fotonicznych	Laboratorium	Laboratorium	K1_U11
U3: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar charakterystyk elektrycznych i optycznych elementów elektronicznych i fotonicznych oraz prostych układów i systemów elektronicznych, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U12
U4: Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Laboratorium	K1_U20
U5: Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi wyznaczenie podstawowych wielkości charakteryzujących elementy elektroniczne i fotoniczne, a także opracować i przedstawić ich wyniki oraz wyciągnąć właściwe wnioski	Laboratorium	Laboratorium	K1_U21
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1: Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Laboratorium	Laboratorium	K1_K03

Zespół Autorski:

Dr inż. Piotr Firek

Dr inż. Jerzy Kalenik

Mgr inż. Maciej Radtke

Dr hab. inż. Piotr Wieczorek

Materiały i Konstrukcje (MAKO)
Materials and constructions

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *POMAK*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest, aby po jego zaliczeniu student:

posiadał wiedzę z zakresu metod konstruowania prostych i modułowych urządzeń elektronicznych z uwzględnieniem ergonomii oraz aspektów ekologicznych, potrafił zaproponować zarys technologii montażu prostych urządzeń elektronicznych i ocenić wpływ przyjętej technologii montażu na koszt, funkcjonalność, na środowisko i możliwość recyklingu materiałów użytych do produkcji.

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

1. Ogólne zasady konstruowania aparatury elektronicznej (2h-W1)

Decyzja o podjęciu procesu konstruowania. Struktura procesu konstruowania: formułowanie zadania, wymagania konstrukcyjne, poszukiwanie wariantów rozwiązania, czynniki decydujące o wyborze rozwiązania, wybór rozwiązania. Kryteria oceny konstrukcji.

2. Materiały stosowane w konstrukcjach aparatury elektronicznej (6 h)

Właściwości mechaniczne materiałów konstrukcyjnych: metali, ceramik i szkła, polimerów oraz materiałów kompozytowych (2h-W8). Właściwości termiczne materiałów stosowanych

w konstrukcjach aparatury elektronicznej (2h-W9). Właściwości elektryczne materiałów stosowanych w konstrukcjach aparatury elektronicznej (2h-W10)

3. **Elementy, obudowy, architektura wyprowadzeń (2h-W4)**
Elementy czynne i bierne do montażu przewlekane. Elementy bierne do montażu powierzchniowego. Obudowy układów scalonych.
4. **Poziomy i technologie montażu aparatury elektronicznej (4 h)**
Montaż drutowy, montaż flip chip z wykorzystaniem lutów i klejów (2h- W11). Podstawy procesu lutowania, stopy i pasty lutownicze (2h-W12)
5. **Moduły i standardy w konstruowaniu aparatury elektronicznej (2h-W3)**
Koncepcja podziału modułowego i poziomy montażu. Modularyzacja w sprzęcie konsumentskim oraz profesjonalnym. Systemy modułowe.
6. **Chłodzenie aparatury elektronicznej (2 h-W6)**
Źródła ciepła w urządzeniach elektronicznych. Podstawowe mechanizmy transportu ciepła naturalne i wymuszone. Wybór sposobu chłodzenia.
7. **Aspekty ergonomiczne w konstruowaniu aparatury (2h-W5)**
Operator jako część systemu elektronicznego. Odbiór informacji, czas reakcji. Sterowanie – obszar pracy, czynności sterownicze.
8. **Niezawodność konstrukcji aparatury elektronicznej. (2h-W7)**
Podstawowe pojęcia. Testy niezawodności, testy przyspieszone. Procedury i standardy w ocenie niezawodności
9. **Projektowanie proekologiczne. Recykling (4 h)**
Materiały niebezpieczne w aparaturze elektronicznej. Projektowanie proekologiczne. Cykl życia wyrobu (2h-W13). Recykling. Stopnie recyklingu. Demontaż aparatury elektronicznej. Odzysk materiałów i surowców (2h-W14)
10. **Komputerowe wspomaganie procesu konstruowania (2 h- W2)**
Komputerowe wspomaganie projektowania rozwiązania, numeryczna ocena niezawodności. Projektowanie numeryczne elementów lub zespołów, wytwarzanie komputerowo zintegrowane.
11. **Kolokwia zaliczeniowe (2h)**

Laboratorium:

(5 ćwiczeń 3 godzinnych, 15 h)

1. Projekt obwodu drukowanego cz. I (3h)
2. Projekt obwodu drukowanego cz. II (3h)
3. Montaż elementów w obudowie i mikropołączenia (3 h)
4. Montaż obwodu drukowanego (3h).
5. Testy zmontowanego układu (3h)

Laboratoria stanowią logiczny ciąg, na który składa się wykonanie projektu obwodu drukowanego, montaż elementu do obudowy i wykonanie mikropołączeń, a na kolejnym etapie montaż elementów do wykonanego obwodu drukowanego i jako końcowa część – testowanie wykonanego układu.

Projekt:

Projekt stanowi część uzupełniająca do laboratorium i je poprzedza. Pozwala na opracowanie treści związanych indywidualnym zadaniem rozwiązywanym przez studenta. Ponadto umożliwia rozwiązywanie powstających problemów, uzupełnienie wiedzy, naukę w grupach i dzielenie się doświadczeniem z pozostałymi studentami. Szczególnie ważną częścią

projektową jest przygotowanie praktyczne do realizowanego laboratorium. Pozwala to na optymalne wykorzystanie czasu podczas dostępu do sprzętu.

Egzamin: *NIE*

Literatura:

1. J. Felba, R. Kisiel, "Podstawy konstrukcji aparatury elektronicznej" Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2015
2. R. Kisiel „Podstawy technologii montażu dla elektroników” Wydawnictwo BTC, Legionowo 2012
3. J. Felba „Montaż w elektronice” Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011
4. Z. Celiński „Materiałoznawstwo elektrotechniczne” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011
5. R. Kisiel, A. Bajera „Podstawy konstruowania urządzeń elektronicznych” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999

Materiały dedykowane (w tym elektroniczne),

Opracowane materiały do wykładu w PowerPoincie

Oprogramowanie: *Altium Designer*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	1	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym
*obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium i projekcie 30 godz.,
udział w konsultacjach 4 godz.*
2. praca własna studenta – 61 godz., w tym
*przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 10 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 15 godz.,
wykonywania zadań projektowych 20 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 16 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 godz., co odpowiada 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,56 pkt ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 30 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W07
Ma szczegółową wiedzę w obszarze elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych	Wykład	Kolokwia	K1_W12
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	Wykład	Kolokwia	K1_W13
Ma podstawową wiedzę na temat cyklu życia technologii i urządzeń elektronicznych.	Wykład	Kolokwia	K1_W14
Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej.	Wykład	Kolokwia	K1_W15
UMIĘTNOŚCI			
Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne i probabilistyczne do analizy podstawowych zagadnień fizycznych i technicznych oraz do obróbki danych doświadczalnych.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U02
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.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U04
Potrafi przygotować w języku polskim dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U06
Ma umiejętność samokształcenia się.	Wykład/ Projekt	Kolokwia/ Ocena z Projektu	K1_U08
Potrafi porównać konstrukcje elementów i prostych układów elektronicznych stosując	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium	K1_U13

określone kryteria użytkowe (np. Szybkość działania, pobór mocy).		/Projektu	
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi obwody i elementy elektryczne.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U16
Potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego układu lub systemu elektronicznego.	Laboratorium/ Projekt	Ocena z Laboratorium /Projektu	K1_U19
Stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	Laboratorium	Ocena z laboratorium	K1_U20
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Projekt	Ocena z projektu	K1_K03
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.	Wykład/ Projekt	Kolokwia/ Ocena z Projektu	K1_K07

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Janusz Marzec, prof. uczelni

Detektory promieniowania jonizującego (DETPJ) *Ionizing Radiation Detectors*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *5*

Minimalny numer semestru: *5*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Radiologia i nukleonika (RN)*

Limit liczby studentów: *24*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych detektorów promieniowania jonizującego, w szczególności tych, które znajdują zastosowanie w medycznej aparaturze diagnostycznej, w technikach medycyny nuklearnej i wykorzystywanych dla potrzeb medycznych technik analitycznych. Prezentowane są także rozwiązania układów elektronicznych współpracujących z detektorami, specyficzne dla tzw. elektroniki jądrowej.*

Treść kształcenia:

Opis wykładu:

Wprowadzenie - źródła promieniowania jonizującego i oddziaływanie promieniowania z materią (2h)

Statystyka pomiarów - poissonowski ciąg zdarzeń losowych, rozkład czasu między zdarzeniami i rozkład liczby zliczeń (2h)

Ogólny model detektora promieniowania jonizującego - tryb prądowy i impulsowy, widmo energetyczne, statystyka generowania ładunku (współczynnik Fano), energetyczna zdolność rozdzielcza, wydajność detektora, czas martwy (2h)

Spektrometryczny tor pomiarowy – przedwzmacniacz ładunkowy i jego szumy, impulsowy wzmacniacz kształtujący, odtwarzacz składowej stałej, wielokanałowe analizatory amplitudy (2h)

Detektory gazowe - jonizacja gazu, zjawiska związane z procesem migracji i zbierania jonów (2h)

Komory jonizacyjne - komora prądowa, dozymetria z wykorzystaniem komory prądowej, komora impulsowa, odpowiedź impulsowa komory i jej zdolność rozdzielcza (2h)

Liczniki proporcjonalne - wzmacniacze powielające (licznik proporcjonalny, fotodioda lawinowa, fotopowielacz), konstrukcje liczników, wypełnienia gazowe, wzmocnienie gazowe i jego statystyka, odpowiedź impulsowa licznika proporcjonalnego (2h)

Liczniki Geigera-Mullera - mechanizm gaszenia, wypełnienia gazowe, zastosowania (1h)

Detektory półprzewodnikowe - wybrane właściwości półprzewodników, materiały o wysokiej czystości i samoistne, półprzewodniki ciężkie i o dużej przerwie zabronionej, prąd wsteczny, efekt pułapkowania, napięcie robocze detektora (3h)

Zastosowania detektorów półprzewodnikowych - spektrometria promieniowania alfa (elektronika współpracująca i zdolność rozdzielcza), spektrometria miękkiego promieniowania X (detektory Si(Li), chłodzenie detektorów i przedwzmacniacze, rozwiązania konstrukcyjne), spektrometria twardego promieniowania X i gamma (detektory HpGe i Ge(Li), wydajność całkowitej absorpcji) (2h)

Detektory scyntylacyjne - mechanizm scyntylacji, scyntylatory organiczne i nieorganiczne, przesuwniki widma, wydajność scyntylacji, odpowiedź czasowa, ciężkie scyntylatory nieorganiczne (2h)

Odbiór sygnału świetlnego ze scyntylatora - tryb prądowy i impulsowy, fotodiody, diody MPPC (SiPM), fotopowielacze (2h)

Fotopowielacze - konstrukcja, wydajność fotokatody, statystyka powielania, materiały na fotokatodę i dynody, zasilanie fotopowielaczy (2h)

Scyntylacyjne detektory twardego promieniowania X i gamma - struktura widma energetycznego, czynniki wpływające na zdolność rozdzielczą (2h)

Laboratorium: *Laboratorium zawiera 8 ćwiczeń plus ćwiczenie kontrolne na którym sprawdzany jest stopień przyswojenia wiedzy i umiejętności w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych. Tematy ćwiczeń:*

*Statystyka pomiarów promieniowania jonizującego
Przedwzmacniacz ładunkowy
Tor spektrometryczny
Detektory dozymetryczne
Promieniowanie X
Detektory półprzewodnikowe
Detektory scyntylacyjne
Pomiar skażeń promieniotwórczych
Ćwiczenie kontrolne*

Warunki zaliczenia: *Warunkiem zaliczenia laboratorium jest uzyskanie ocen pozytywnych z 8. na 9 ćwiczeń laboratoryjnych. Aby zaliczyć przedmiot należy uzyskać ponad 50% punktów*

możliwych do zdobycia. Punktacja: 1/3 punktów za Laboratorium, 2/3 punktów za egzamin pisemny.

Egzamin: *tak*

Literatura:

1. G. F. Knoll, *Radiation Detection and Measurements*, John Wiley and Sons, New York, 1989.
2. G. Shani, *Electronics for Radiation Measurements*, CRC Press, 1996
3. Rozdział Particle Detectors w *Review of Particle Physics*, publikowany przez Particle Data Group, dostępny na <http://pdg.lbl.gov>

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na laboratorium 30 godz., obecność na egzaminie 2 godz.*
2. *praca własna studenta – 65 godz., w tym przygotowanie do laboratorium 45 godz., przygotowanie do egzaminu 20godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 127 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,44 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,95 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 45 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza W01	<i>Zna procesy losowe i potrafi opisać zmienne losowe występujące w procesie rejestracji promieniowania jonizującego</i>	I.P6S_WG.o	K_W01
W02	<i>Zna zjawiska fizyczne i rodzaje oddziaływań promieniowania jonizującego z materią wykorzystywane w detektorach promieniowania jonizującego</i>	I.P6S_WG.o	K_W02
W03	<i>Zna podstawowe parametry detektorów promieniowania jonizującego decydujące o ich przydatności do danego zastosowania</i>	I.P6S_WG.o III.P6_WG	K_W12
Umiejętności U01	<i>Potrafi dokonać wyboru właściwego rodzaju detektora do realizacji zadania pomiarowego</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U02	<i>Potrafi dokonać oceny przydatności detektora na podstawie znajomości jego parametrów użytkowych</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U03	<i>Potrafi zestawić spektrometryczny tor pomiarowy</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U04	<i>Potrafi dokonać interpretacji wyników pomiaru i oszacowania niepewności pomiarowej</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U02
Kompetencje społeczne K01	<i>Potrafi współdziałać i pracować w grupie</i>	I.P6S_UO	K_K03
K02	<i>Jest świadomy wagi rezultatów pomiarów promieniowania jonizującego dla zdrowia społeczeństwa</i>	I.P6S_KK I.P6S_KR	K_K02

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	wykład, ćwiczenia laboratoryjne	Egzamin, ćwiczenie kontrolne
U01, U02, U03, U04	Ćwiczenia laboratoryjne, wykład	Ocena aktywności na ćwiczeniach laboratoryjnych
K01, K02		

Autor/Zespół Autorski:
dr inż. Andrzej Rychter

Elektroniczna Aparatura Medyczna (EAME) *Electronic medical equipment*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *5*

Minimalny numer semestru:

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *30*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawową aparaturą medyczną. Prezentowane są różne metody pomiarowe podstawowych funkcji życiowych człowieka. Wykład ma dostarczyć podstawowej wiedzy o dziedzinach, w których stosowany jest elektroniczny sprzęt medyczny, o zasadach stosowania tego sprzętu, a także o rozwiązaniach technicznych i układowych wybranych grup elektronicznego sprzętu diagnostycznego i terapeutycznego.

Treść kształcenia:

Elektroniczna aparatura medyczna - wprowadzenie (0,5 h)

Pomiary sygnałów bioelektrycznych (3,5 h)

- Aktywność elektryczna komórek (1 h)
- Elektrody (1 h)
- Wzmacniacze oraz filtracja (1,5h)

Przetwarzanie analogowo-cyfrowe (4 h)

- Wprowadzenie
- Przetwornik Flash, całkujący, z sukcesywną aproksymacją.
- Nieliniowość całkowa oraz różniczkowa
- Przetwornik $\Delta\Sigma$

Pomiary elektryczne in-vivo (5 h)

- Elektrokardiografia (2 h)

- Elektroencefalografia (0,5 h)
 - Elektromiografia (0,5 h)
 - Inne zastosowania pomiarów elektrycznych (0,5 h)
 - Pomiar magnetyczny (1 h)
 - Pomiar bioimpedancji (0,5 h)
 - Stymulacja elektryczna tkanek (2,5 h)
 - Podstawy stymulacji elektrycznej, klasyfikacja (0,5 h)
 - Stymulacja elektryczna serca (1 h)
 - Stymulacja elektryczna mięśni i układu nerwowego (0,5 h)
 - Stymulacja elektryczna w rehabilitacji (0,5h)
 - Ultrasonografia (1 h)
 - Podstawy fizyczne ultrasonografii
 - Konstrukcja i zasada działania głowicy ultrasonograficznej
 - Metody uzyskiwania i prezentacji informacji
 - Techniki dopplerowskie
- Pulsoksymetria (1 h)
 Automatyczny pomiar ciśnienia krwi (0,5 h)
 Normy i bezpieczeństwo eksploatacji elektronicznej aparatury medycznej (2 h)

Laboratorium:

Cel to zapoznanie studentów z wybranymi podstawowymi urządzeniami elektronicznymi stosowanymi w medycynie. Szczególny nacisk położony jest na zagadnienia związane z rejestracją sygnałów bioelektrycznych.

Tematy ćwiczeń:

1. Badanie sygnałów biomedycznych;
Elektrody;
2. Reografia;
3. Polifizjograf / Spirometr;
4. Przetworniki piezoelektryczne;
5. Techniki dopplerowskie w ultrasonografii

Projekt:

Projekt realizowany jest w kilkusobowych grupach (które mogą być tożsame z grupami laboratoryjnymi) w trakcie trwania semestru. Zadanie projektowe polega na zestawieniu aparatury pomiarowej z gotowych podzespołów i opracowaniu specjalistycznego oprogramowania do tej aparatury (jego zadaniem może być np. automatyzacja operacji wykonywanych w ramach ćwiczeń laboratoryjnych). Szczegóły implementacji i język(i) programowania określają studenci. Grupa indywidualnie ustala z prowadzącym zasady i godziny korzystania z laboratorium oraz formę zaliczenia.

Studenci mają prawo zaproponować własną tematykę projektu. Muszą zrobić to najpóźniej na ostatnich zajęciach wykładowych. Ostateczna decyzja co do tematyki projektu należy do prowadzącego przedmiot.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Essential knowledge about the nature of biomedical signals and Electronic medical equipment is introduced into the lecture. Next the bioelectrical activity of a cell, parameters and measuring bioelectric signals and electrical measurements of in-vivo are discussed. Examples of applied system solutions are presented. Next part of the lecture is about the analogue to digital conversion. ADC converters: flash, integrating, successive-approximation and $\Delta\Sigma$ are discussed. The following biosignal measurement techniques are discussed: Electrocardiography (ECG), Electroencephalography (EEG) Electromyography (EMG). Specificity of bioimpedance measurements of tissue is explained. Techniques of electrical stimulation of tissue including electrical stimulation of the heart, muscles and the nervous system in rehabilitation are introduced. Next part of the lecture is devoted to physical basis of ultrasound, the construction and operation of the head ultrasound, Doppler technique and methods for obtaining and presenting information. Various continuous monitoring techniques in medicine such as pulse oximetry and automatic blood pressure are discussed. The lecture is finalized with standards and safety of operation of electronic medical equipment.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. Keller J i inni, Elektronika medyczna, WKŁ, Warszawa 1974.
2. J. G. Webster, E. P. Jacobson, Medicine and clinical engineering, Prentice Hall, 1977.
3. J. G. Webster, Medical instrumentation - application and design, Houghton Mifflin, Boston 1978.
4. Problemy Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej, t.2 Biopomiary, WKiŁ, Warszawa, 1990.

Wymiar godzinowy zajęć:

Należy podać liczbę godzin w semestrze:

W C L P

4/3 - 8/5 16/15 (60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

1. liczba godzin kontaktowych – 66 godz., w tym
obecność na wykładach 20 godz.,
obecność na konsultacjach wykładowych 6 godz.,
obecność na konsultacjach projektowych 6 godz.,
obecność na zaliczeniu projektu 3 godz.,
obecność na laboratorium 24 godz.,
obecność na konsultacjach przed egzaminem 3 godz.,
obecność na egzaminie 4 godz.
2. praca własna studenta – 75 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 24
godz., przygotowanie do wykładów 20
godz. wykonanie projektów 16 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 141 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,34 pkt. ECTS, co odpowiada 66 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,27 pkt. ECTS, co odpowiada 24 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 24 godz. przygotowań do laboratorium, 16 godz. wykonanie projektów.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku Elektronika
Wiedza			
W01	<i>Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie teorii obwodów elektronicznych stosowanych w elektronice medycznej.</i>	I.P6S_WG.o	K_W05
W02	<i>Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów analogowych stosowanych w aparaturze medycznej.</i>	I.P6S_WG.o	K_W08
W03	<i>Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie sygnałów bioelektrycznych i metod ich analizy i przetwarzania.</i>	I.P6S_WG.o	K_W10
W04	<i>Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych aparatury medycznej.</i>	I.P6S_WG.o	K_W13
W05	<i>Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia ekonomicznych i prawnych uwarunkowań działalności inżynierskiej w projektowaniu aparatury medycznej.</i>	I.P6S_WK	K_W15
Umiejętności			
U01	<i>Ma umiejętność samokształcenia się.</i>	I.P6S_UU	K_U08
U02	<i>Potrafi porównać konstrukcje</i>	I.P6S_UW.o	K_U13

	<i>przetworników analogowo-cyfrowych stosując określone kryteria użytkowe (np. szybkość działania, rozdzielczość czy pobór mocy).</i>	III.P6S_UW.o	
U03	<i>Potrafi dokonać analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów bioelektrycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując techniki analogowe i cyfrowe oraz odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe.</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U15
U04	<i>Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi układy analogowe i cyfrowe do rejestracji sygnałów bioelektrycznych.</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U16
U05	<i>Potrafi projektować układy odbiorcze i przeprowadzać rejestrację sygnałów bioelektrycznych;</i>	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U21
U06	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole	P6S_KK P6S_KO	K_K03
Kompetencje społeczne			
K01	<i>Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z projektowaniem aparatury medycznej.</i>	I.P6S_KR	K_K05
K02	<i>Jest świadomy roli społecznej absolwenta uczelni technicznej</i>	P6S_KO	K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03, W04, W05, U02, U04, K01, K02	wykład	kolokwium zaliczeniowe
U01, U03, U06	zajęcia projektowe	ocena z projektu
U03, U05, U06	laboratoria	ocena z laboratoriów

Autor/Zespół Autorski:

dr inż. Piotr Brzeski

Podstawy Technik Obrazowania Medycznego (PTOM) *Basis of medical imaging technics*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i informatyka w medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *5*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Radiologia i nukleonika (RN)*

Limit liczby studentów: *36*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest teoretyczne i praktyczne zapoznanie studentów z rodzajami obrazów medycznych i zjawiskami fizycznymi, na podstawie których są tworzone. Omówione zostaną: radiografia, scyntygrafia, tomografie: rentgenowska, NMR i izotopowe oraz ultrasonografia.

Treść kształcenia:

Treść wykładu:

1. Powstawanie obrazu w ujęciu systemowym. Związki między właściwościami obiektu a parametrami obrazu. Odpowiedź impulsowa źródła punktowego. Modulacyjna funkcja przenoszenia (4h).
2. Obrazy endoskopowe. Obrazowanie warstwowe. Akwizycja danych i metody rekonstrukcji obrazu w tomografii komputerowej. Metody rekonstrukcji obrazu dwu- i trójwymiarowego (6h).
3. Wykorzystanie izotopów promieniotwórczych do wizualizacji czynności narządów wewnętrznych. Scyntygrafia. Tomografia emisyjna (8h).
4. Wizualizacja za pomocą promieniowania niejonizującego (3h).
5. Magnetyczny rezonans wodorowy - fizyczne podstawy obrazowania. Zasady lokalizacji źródeł sygnału obrazowego (8h).
6. Obrazowanie multimodalne (1h).

Treść laboratorium:

- o Radiografia rentgenowska wysokorozdzielcza i fluoroskopia (2 ćwiczenia).
Zależności geometryczne, wyznaczenie warstwy połowicznego osłabiania, szacowanie wielkości ogniska, ocena jakości obrazu, wyznaczenie MTF.

Przedmiotem ćwiczeń jest proces powstawania obrazów planarnych, uzyskiwanych w wyniku prześwietlania obiektów promieniami rentgenowskimi. Analizowane są czynniki wpływające na parametry charakteryzujące jakość obrazowania: kontrast, rozmycie krawędzi i rozdzielczość przestrzenna. W ćwiczeniach wykorzystywany jest aparat rentgenowski wyposażony w analogowy tor obrazujący z przetwornikiem obrazu i kamerą tv oraz wysokorozdzielczą lampę rentgenowską z cyfrowym torem akwizycyjnym. Struktury prześwietlanego obiektu można bezpośrednio obserwować na monitorze telewizyjnym. Sygnał wideo z kamery przechwytywany jest przez rejestrator obrazów (frame grabber) współpracujący z systemem komputerowym. Umożliwia to zapamiętywanie i analizę uzyskiwanych obrazów.

- o Gammakamera (zasada działania, konstrukcja, obsługa, pomiar i ocena jakości odwzorowań, wyznaczenie MTF).

Program ćwiczenia obejmuje: akwizycję dwuwymiarowych odwzorowań planarnych przy różnej całkowitej liczbie zliczeń. Oceniana będzie jakość uzyskanych odwzorowań wg zaleceń podawanych w normach międzynarodowych. Wyznaczana będzie rozdzielczość energetyczna, czasowa i przestrzenna gammakamery.

- o System ultrasonograficzny (obsługa, akwizycja danych, tryby wizualizacji).

Celem ćwiczenia jest praktyczne zapoznanie się z obsługą systemu ultrasonograficznego i różnymi technikami obrazowania. Dla prezentacji typu B obserwowany jest wpływ ustawień warunków pracy głowicy ultradźwiękowej na możliwości obrazowania. Wykorzystywany jest fantom żelowy. Studenci zapoznają się także z obsługą aparatu USG przy badaniach z wykorzystaniem prezentacji typu M. W dalszej części ćwiczenia studenci poznają sposoby prowadzenia pomiarów technikami dopplerowskimi oraz prezentacjami typu: kolor i angio.

- o Rentgenowska tomografia komputerowa (akwizycja danych, metody rekonstrukcji obrazów tomograficznych).

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawami fizycznymi i matematycznymi obrazowania CT oraz obsługą i wyznaczeniem parametrów technicznych tomografu rentgenowskiego. W trakcie ćwiczenia dokonywana jest akwizycja projekcji kilku fantomów fizycznych oraz rekonstrukcja ich przekrojów. Na podstawie uzyskanych obrazów wyznaczane są podstawowe parametry systemu tomograficznego.

- o Tomografia NMR (bezpieczeństwo pracy, podstawy fizyczne obrazowania, metody detekcji sygnału magnetycznego rezonansu wodorowego).

Podstawowym celem dydaktycznym ćwiczenia jest przekazanie praktycznej wiedzy na temat doboru parametrów sekwencji spin-echo (SE) w zależności od czasów repetycji T1 i T2 oraz gęstości protonowej (PD) badanej substancji. W ćwiczeniu wykorzystany zostanie program komputerowy MRSym umożliwiający symulację badania MR. Podczas ćwiczenia przewidziano również zapoznanie się z metodami detekcji sygnału magnetycznego rezonansu wodorowego. Zostanie również wyznaczona charakterystyka częstotliwościowa rzeczywistego układu detekcji tomografu NMR.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The lecture aims to explain the main rules of creating medical images, with the use of both: traditional and modern techniques, such as: radiography, scintigraphy, NMR (MRI), X-ray and isotope tomography, or ultrasonography. The lecture discusses the influence of physical factors and technical parameters of the imaging equipment on medical images quality is discussed. The rules of multimodal images creation are also presented. Within the laboratory students are to obtain practical knowledge on modern techniques of mapping the internal structures of a human body and the influence of physical parameters on the imaging quality.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. P. Sprawls, Physical Principles of Medical Imaging, Aspen Publ., 1987.
2. C-N. Chen, D. I. Hoult, Biomedical Magnetic Resonance Technology, Adam Hilger, 1989.
3. M. Krzemińska-Pakuła, Metody obrazowe w diagnostyce układu krążenia, PZWL, 1991.
4. T. D. Craddock, Digital Networks and Communications in Nuclear Medicine, The Michener Institute, Toronto, Canada, 1993.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na laboratorium 30 godz., obecność na egzaminie 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 66 godz., w tym przygotowanie do kolokwium 15 godz., przygotowanie do laboratorium 36 godz., przygotowanie do egzaminu 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 130 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 36 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku Elektronika
Wiedza			
W01	Ma szczegółową wiedzę w zakresie tworzenia obrazów: w tomografii rentgenowskiej, magnetycznego rezonansu jądrowego, pozytonowej i pojedynczego fotonu	PS6_WG	K_W10 K_W11
W02	Ma szczegółową wiedzę w zakresie tworzenia obrazów: scyntygraficznych i ultradźwiękowych	PS6_WG	K_W10 K_W11
W03	ma podstawową wiedzę o cechach charakterystycznych obrazów medycznych i ocenie ich jakości.	PS6_WG	K_W10 K_W11
Umiejętności			
U01	Potrafi przeprowadzić pomiar i ocenić jakość odwzorowań scyntygraficznych.	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U2, K_U9, K_U10, K_U20
U02	Potrafi przeprowadzić pomiar	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U2, K_U9, K_U10, K_U19

	i zanalizować obraz ultrasonograficzny.		
U03	Potrafi przeprowadzić pomiar i zanalizować obrazy radiologiczne.	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U2, K_U9, K_U10, K_U20
U04	Potrafi otrzymywać obrazy NMR z różnymi sekwencjami pomiarowymi	PS6_UW, PS6_UK PS6_UO	K_U17
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi pracować w zespole laboratoryjnym	PS6_KK, PS6_KR	K_K02, K_K03, K_K07
K02	Rozumie skutki zastosowań promieniowania jonizującego i ma świadomość odpowiedzialności za jakość używanego w badaniach medycznych sprzętu	PS6_KK, PS6_KO PS6_KR	K_K02, K_K03, K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	wykład	Kolokwia, egzamin
U01, U02, U03, U04	ćwiczenia laboratoryjne	Ocena z ćwiczeń
K01, K02	ćwiczenia laboratoryjne	Ocena z ćwiczeń

Autor/Zespół Autorski:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Radiologia z nukleoniką (RN) ***Radiology and nucleonics***

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami radiologii i nukleoniki oraz ochrony radiologicznej, przede wszystkim w aspekcie zastosowań w technikach medycznych (diagnostyka rentgenowska, radioterapia, sterylizacja radiacyjna).

Treść kształcenia:

Wykład zapoznaje studentów z podstawami radiologii i nukleoniki oraz ochrony radiologicznej, przede wszystkim w aspekcie zastosowań w technikach medycznych (diagnostyka rentgenowska, radioterapia, sterylizacja radiacyjna).

Treść wykładu

Rodzaje promieniowań jonizujących i ich parametry charakterystyczne. Promieniowania jądrowe. Jądro atomowe jako źródło promieniowania. Wzór Weizsäckera, linia równowagi, przemiany promieniotwórcze. Stała rozpadu. Aktywność. Przekrój czynny, współczynnik osłabienia, warstwa połówkowa, zasięg średni, średni czas życia, okres połówkowy. Rodziny promieniotwórcze, równowaga promieniotwórcza. Źródła radioizotopowe i ich parametry. Neutrony i ich źródła (6h).

Oddziaływanie promieniowania z materią. Powłoka elektronowa atomu. Hamowanie czastek ciężkich. Potencjał jonizacji, średnia praca jonizacji. Wzór Bethego. Zasięg

ciężkich cząstek, krzywa Bragga. Hamowanie cząstek beta, straty radiacyjne, zasięg cząstek beta. Oddziaływanie promieniowania X i gamma z materią. Rozpraszanie klasyczne. Efekt Comptona, zależność energii fotonów rozproszonych i elektronów wtórnych od kąta rozproszenia. Zjawisko tworzenia par. Zjawisko fotoelektryczne (8h).

Promieniowanie rentgenowskie. Promieniowanie hamowania - podstawy emisji. Wzór Kramersa, Kuhlenkampfa. Widmo energetyczne promieniowania, sprawność generacji, rozkład kątowy, polaryzacja. Źródła promieniowania rtg. Zależność natężenia promieniowania rtg. od napięcia na lampie. Filtracja promieniowania rentgenowskiego. Efektywna długość fali. Efektywność filtracji. Promieniowanie charakterystyczne - podstawy emisji. Prawo Moseley'a. Elektrony Augera, analogia z elektronami konwersji wewnętrznej. Klasyczna teoria pochłaniania. Współczynniki pochłaniania. Efektywna liczba atomowa (8h).

Dozymetria. Dawka ekspozycyjna, pochłonięta, biologiczna. Rzeczywisty współczynnik pochłaniania. Stała jonizacyjna. Jednostki dozymetryczne. Zasada ALARA. Poziomy napromieniowań: narażenia naturalne i zawodowe. Obowiązujące limity (2h).

Skuteczność biologiczna promieniowań jonizujących. Modele radiologiczne. Względna skuteczność radiologiczna WSB. Współczynnik jakości Q. Współczynnik liniowego przekazywania energii. Współczynnik wzmożenia tlenowego. Związek między dawką ekspozycyjną i dawką pochłoniętą dla różnych tkanek w zależności od jakości promieniowania. Dawka całkowita. Dawka skórna, dawka głęboka (2h).

Obliczenia dawki pochłoniętej i maksymalnej. Zewnętrzne napromieniowanie cząstkami beta. Rozkład dawki głębokiej. Porównanie rozkładów dawki głębokiej przy naświetlaniu promieniami rentgenowskimi, elektronami i hadronami. Dawka pochłonięta od neutronów. Osłony przed promieniowaniem (4h).

Zakres projektu

W projektach, wykonywanych w grupach kilkusobowych, realizowane będą obliczenia praktyczne z zakresu metod aktywacji neutronowej, napromieniowań i obróbek radiacyjnych oraz projektowania osłon przed promieniowaniem jonizującym. Zadania projektowe będą obejmowały: opracowanie odpowiednich algorytmów, wykonanie obliczeń oraz ich weryfikację, a także analizę uzyskanych wyników z odpowiednimi wnioskami.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	Ma wiedzę w zakresie podstaw fizyki relatywistycznej i kwantowej: jądro atomowe jako źródło promieniowania.	I.P6S_WG.o	K_W02
W02	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych, w szczególności promieniowania jonizującego oraz oddziaływania z materią.	I.P6S_WG.o	K_W06
W03	Ma szczegółową wiedzę w zakresie aparatury do generacji promieniowania jonizującego.	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	K_W12
Umiejętności			
U01	Potrafi wykorzystać poznane zasady i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych zadań z podstaw radiologii.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U03
U02	Ma umiejętność samokształcenia się.	I.P6S_UU	K_U08
U03	Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do: praktycznych symulacji oddziaływania promieniowania jonizującego z materią oraz projektowania osłon przed promieniowaniem jonizującym.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U11
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi współdziałać i pracować w grupie	I.P6S_UO	K_K03
K02	Jest świadomy wagi rezultatów pomiarów	I.P6S_KK I.P6S_KR	K_K07

	promieniowania jonizującego dla zdrowia społeczeństwa		
--	---	--	--

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>
U01, U02, U03, K01, K02	<i>Zajęcia projektowe</i>	<i>ocena projektu</i>

Autor:

dr inż. Rafał Józwiak

Wprowadzenie do nauk medycznych (WNM)

Introduction to medical sciences

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *4*

Minimalny numer semestru:

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów:

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami, problemami i współczesnymi wyzwaniem wybranych działów medycyny. Zajęcia wykładowe o charakterze seminaryjnym, kształtują świadomość roli inżyniera biomedycznego we współczesnej medycynie oraz prezentują model interdyscyplinarnej współpracy inżynierów z lekarzami.

Treść kształcenia:

Treść wykładu obejmuje podstawowe zagadnienia z zakresu wybranych działów współczesnej medycyny. Prezentowane są podstawowe zagadnienie teoretyczne, nowoczesne rozwiązania technologiczno – sprzętowe oraz istniejące problemy i wyzwania. Zajęcia wykładowe mają charakter seminaryjny, umożliwiającą szeroką dyskusję oraz pogłębianie wiedzy studentów w zakresie szczególnie interesującej ich tematyki. Wykładowcami są zaproszeni lekarze, wybitni specjaliści w swoich dziedzinach, ludzie o szerokim horyzoncie i wielkiej pasji do swojego zawodu. Przyjęty charakter zajęć pozwala na kształtowanie świadomości roli, znaczenia i miejsca inżyniera we współczesnych naukach medycznych. Bezpośredni i swobodny kontakt z lekarzami umożliwia stworzenia modelowej, interdyscyplinarnej współpracy inżynierów z lekarzami.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The content of the lecture covers the basic issues of selected branches of modern medicine. The basic theoretical issue, modern technological and hardware solutions as well as existing problems and challenges are presented. Lectures are seminar, enabling a broad discussion and deepening students' knowledge. The lecturers are invited doctors, outstanding specialists in their fields, people with a wide horizon and great passion for their profession. The adopted

nature of the course allows shaping awareness of the role, significance and place of an engineer in contemporary medical sciences. Direct and free contact with doctors makes it possible to create model, interdisciplinary cooperation between engineers and doctors.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. R. W. Gutt, Propedeutyka medycyny;
2. T. Kielanowski, Propedeutyka medycyny;
3. W. Z. Traczyk, A. Trzebski, Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej klinicznej, PZWL, 1990.

Wymiar godzinowy zajęć:

	W	C	L	P	
<i>Należy podać liczbę godzin w semestrze:</i>	3	-	-	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym obecność na wykładach 45 godz., obecność na egzaminie 2 godz.*
2. *praca własna studenta – 10 godz., w tym przygotowanie do kolokwium 4 godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 57 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,6 pkt. ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0.

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	ma wiedzę dotyczącą podstawowych zagadnień wybranych działów współczesnej medycyny	P6U_W	K_W15
W02	zna, rozumie i ma świadomość istnienia określonych problemów i wyzwań, specyficznych dla wybranych działów współczesnej medycyny	P6U_W	K_W15
Umiejętności			
U01	potrafi pracować indywidualnie, korzysta z materiałów dostępnych w internecie	P6U_U	K_U04, K_U08
Kompetencje społeczne			
K01	ma świadomość roli i znaczenia inżyniera w medycynie	P6U_K	K_K02, K_K05

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, U01	wykład	kolokwium, dyskusja na zajęciach
K01	wykład	kolokwium, dyskusja na zajęciach

Autor:

dr inż. Sławomir Wronka

Akceleratory Biomedyczne (ABM)
Biomedical particle accelerators

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupy przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *4*

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie słuchaczy z zagadnieniem zastosowań akceleratorów cząstek naładowanych w naukach biomedycznych, ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń do radioterapii.

Treść kształcenia:

Sposoby przyspieszania cząstek.

Transport i zakrzywianie wiązki.

Główce radioterapeutyczne.

Akceleratory do terapii rutynowej, elektronowej i fotonowej: układy podstawowe.

Parametry jakościowe akceleratorów.

Układy do napromieniowań śródoperacyjnych i napromieniowań radiochirurgicznych oraz całego ciała.

Akceleratory do terapii niekonwencjonalnych: protonowej, neutronowej, wiązkami jonów.

Elektroniczne źródła do brachyterapii.

Promieniowanie synchrotronowe.

Produkcja radioizotopów medycznych. Inne zastosowania akceleratorów.

Perspektywy rozwoju technik akceleratorowych.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The aim of the course is to familiarize students with the basic issues related to the applications of charged particle accelerators in biomedical sciences, with particular focus on radiotherapy equipment.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

W. Scharf, Akceleratory biomedyczne, PWN, Warszawa, 1993.

W. Scharf, Akceleratory cząstek naładowanych: zastosowania w nauce i w technice, PWN, Warszawa, 1989.

W. Scharf, Biomedical Particle Accelerators, American Institute of Physics Press, New York 1994.

Wieszczycka W., W.Scharf W.: Proton Radiotherapy Accelerators, World Scientific, Singapore 2001;

U.Amaldi: Particle Accelerators: from Big Bang Physics to Hadron Therapy, Springer 2015

E. Podgoršak, Radiation Physics for Medical Physicists pp 609-643: Particle Accelerators in Medicine, Springer, 2009

Wymiar godzinowy zajęć:

	W	C	L	P	
<i>Należy podać liczbę godzin w semestrze:</i>	2	-	-	-	<i>(30h/sem.)</i>

Wymiar w jednostkach ECTS: 2**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:**

- 1. liczba godzin kontaktowych – 32 godz., w tym obecność na wykładach 30 godz., obecność na egzaminie 2 godz.*
- 2. praca własna studenta – 20 godz., w tym przygotowanie do egzaminu 20 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 52 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,2 pkt. ECTS, co odpowiada 32 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0

Efekty uczenia się:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
ABM_W01	Zna metody przyspieszania cząstek naładowanych	P6S_WG	K_W12
ABM_W02	Zna zasadę działania akceleratorów do terapii rutynowej: elektronowej i fotonowej	P6S_WG	K_W12
ABM_W03	Zna zastosowania akceleratorów do terapii niekonwencjonalnych: protonowej, neutronowej, wiązkami jonów	P6S_WG	K_W12
ABM_W04	Zna perspektywy rozwoju technik akceleratorowych	P6S_WG	K_W12, KW_13
Kompetencje społeczne			
ABM_K01	Zdobywa świadomość wpływu rozwiązań technicznych z zakresu budowy akceleratorów na jakość życia pacjenta	P6S_UO	K_K02

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
<i>ABM_W01</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>

Autor:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Sieci neuronowe w zastosowaniach Biomedycznych(SNB) *Neural Networks in Biomedical Applications*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarne*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Algebra liniowa i analiza I*

Limit liczby studentów: *40*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest przedstawienie istniejących i perspektywicznych zastosowań sztucznych sieci neuronowych w zagadnieniach specyficznych dla Inżynierii Biomedycznej, takich jak np. systemy wspomaganie diagnostyki, kompresja danych medycznych czy wspomaganie terapii, a także w badaniach neurofizjologicznych.

Treść kształcenia:

- o Historia badań nad sztucznymi sieciami neuronowymi.
Biologiczne wzorce sieci neuronowych: neuron, połączenia synaptyczne, sieci nerwowe, system nerwowy.
Modele podstawowych jednostek przetwarzających (sztucznych neuronów) i połączeń sieciowych. Klasyfikacja topologii i metod uczenia sieci.
- o Liniowe sieci neuronowe (Adaline, Madaline).
Proste sieci jednokierunkowe, wsteczna propagacja błędów, metoda gradientów sprzężonych.
Probabilistyczne sieci neuronowe. Uczenie bez nadzoru.
- o Sieci CP (Counterpropagation Networks).
Pamięci asocjacyjne, sieci Hopfielda, sieci Boltzmanna. Sieci rezonansowe (ART1, ART2).
- o Techniki realizacji sieci neuronowych.
Przykłady zastosowań sieci neuronowych we wspomaganie diagnostyki i terapii medycznej oraz w badaniach Neurofizjologicznych.

Perspektywy rozwoju zastosowań sztucznych sieci neuronowych w medycynie

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

History of research on artificial neural networks. Biological patterns of neural networks: neuron, synaptic connections, neural networks, nervous system. Models of basic processing units (artificial neurons) and network connections. Classification of topologies and methods of network learning. Linear neural networks (Adaline, Madaline). Simple one-way networks, backward error propagation, conjugate gradients method. Probabilistic neural networks. Unattended learning. CP (Counterpropagation Networks) networks. Associative memories, Hopfield networks, Boltzmann networks. Resonance networks (ART1, ART2). Techniques for implementing neural networks. Examples of applications of neural networks in supporting diagnostics and medical therapy as well as in neurophysiological research. Prospects for the development of applications of artificial neural networks in medicine

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

J. Hertz, K. Anders, R. G. Palmer, Wstęp do teorii obliczeń neuronowych, WNT, Warszawa, 1993. R.

Tadeusiewicz, Sztuczne sieci neuronowe, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa, 1993.

J. A. Freeman, D. M. Skapura, Neural Networks, Algorithms, Applications and Programming Techniques, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, Parallel Distributed Processing : Explorations in the Microstructure of Cognition, vol.1, MIT Press, 1986.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
5 godz. konsultacje wykładowe,
15 godz. konsultacje projektowe,
2. praca własna studenta – 20 godz., w tym
15 godz. przygotowanie projektu,
5 godz. przygotowanie do egzaminu

Łączny nakład pracy studenta wynosi 70 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 (50 godzin).

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1 (30 godzin)

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku
Wiedza			
W01	Zna podstawowe pojęcia dotyczące konstrukcji, topologii i metod uczenia sztucznych sieci neuronowych.	I.P6S_WGo	K_W10
W02	Zna modele podstawowych jednostek przetwarzających (sztucznych neuronów) i połączeń sieciowych.	I.P6S_WGo	K_W10
W03	Zna podstawowe techniki realizacji sztucznych sieci neuronowych.	I.P6S_WGo	K_W10
Umiejętności			
U01	Potrafi dokonać symulacji komputerowej sieci neuronowych w zastosowaniach typowych dla zagadnień medycznych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U01 K_U02
U02	Potrafi dobrać właściwą topologię i metodę uczenia sieci w zależności od jej zadania.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U04
U03	Potrafi zaplanować i wykonać eksperymenty zmierzające do optymalizacji struktury i parametrów sieci neuronowych.	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o	K_U01 K_U02
Kompetencje społeczne			
K01	Rozumie wagę i złożoność prób realizacji systemów naśladujących działanie mózgu ludzkiego.	I.P6S_KK I.P6S_KR	K_K02
K02	Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	I.P6S_UO	K_K03

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	wykład	egzamin
U01, U02, U03, K01, K02	zajęcia projektowe	ocena projektu

Autor/Zespół Autorski:
dr inż. Robert Kurjata,
mgr inż. Wojciech Obrębski

Urządzenia IoT w opiece medycznej (UIOM) *IoT systems in healthcare*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *podstawowa znajomość
technik mikroprocesorowych i programowania*

Limit liczby studentów: *20*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów
dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest praktyczne zapoznanie studentów z realizacją urządzeń pomiarowych szeroko pojętego Internetu rzeczy w zastosowaniach związanych z opieką medyczną poprzez samodzielną realizację systemu gromadzącego dane medyczne.

Treść kształcenia:

Przedmiot ma charakter praktyczny. W części wykładowej student uzyskuje podstawową wiedzę niezbędną do efektywnej pracy na laboratorium. Obejmuje ona architekturę procesorów ARM, opis urządzeń peryferyjnych procesorów wykorzystywanych w ćwiczeniach laboratoryjnych, podstawy komunikacji, architekturę systemu FreeRTOS, środowisko programistyczne.

W trakcie zajęć laboratoryjnych w formule „hands-on” studenci poznają proces tworzenia systemu IoT służącego gromadzeniu i przesyłaniu typowych danych pomiarowych wykorzystywanych w nadzorze medycznym np. EKG, puls, saturacja krwi tlenem, temperatura, aktywność ruchowa. W ramach zajęć uzyskują wiedzę o funkcjonowaniu oraz praktyczne umiejętności wykorzystania:

- szeregowych magistral komunikacyjnych (SPI, I2C, UART, 1Wire)
- wykorzystywanych do komunikacji z czujnikami,
- przetworników A/C,
- interfejsów bezprzewodowych – Bluetooth Low Energy, WiFi,

interfejsu USB,
mikrokontrolerów ARM oraz systemu FreeRTOS,
komunikacji sieciowej w oparciu o protokoły z rodziny IP,
podstawowych narzędzi ochrony kryptograficznej przesyłanych
danych, REST API oraz baz danych typu Time-Series.

Do realizacji prac studenci wykorzystają zestawy uruchomieniowe, moduły czujnikowe ,
moduły komunikacyjne, oraz dedykowaną infrastrukturę bezprzewodową.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

This course has a practical nature. In the lecture part, the student gains the basic knowledge necessary for effective work in the laboratory. It includes the architecture of ARM processors, description of processor peripheral devices used in laboratory exercises, the basics of communication, FreeRTOS system architecture, programming environment. During laboratory classes in the "hands-on" formula, students discover the process of creating an IoT system for collecting and sending typical measurement data used in healthcare applications, such as ECG, pulse, oxygen saturation, temperature, and physical activity. As part of the course, they will gain knowledge about functioning and practical skills to use:

- serial communication buses (SPI, I2C, UART, 1Wire) used for communication with sensors,
- A/D converters,
- wireless interfaces - Bluetooth Low Energy, WiFi,
- USB interface,
- ARM microcontrollers and FreeRTOS system,
- network communication based on protocols from the IP family,
- basic cryptographic methods for protecting data in transit,
- REST API and Time-Series databases.

To carry out the work, students will use development kits, sensor modules,
communication modules, and dedicated wireless infrastructure.

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

Mukhopadhyay, Subhas Chandra and Islam, Tarikul *Wearable Sensors*, IOP Publishing, 2017, doi:10.1088/978-0-7503-1505-0,

Kurczyk Aleksander, *Mikrokontrolery STM32 dla początkujących*, BTC, 2019, ISBN: 9788364702167

Gamewski Marek, *STM32. Aplikacje i ćwiczenia w języku C z biblioteką HAL*, BTC, 2019, ISBN: 9788364702174

Davidson Robert, Akiba Carles Cufí, Townsend Kevin, *Getting Started with Bluetooth Low Energy*, O'Reilly, 2014, ISBN: 9781491900550

Wymiar godzinowy zajęć:

	W	C	L	P	
Należy podać liczbę godzin w semestrze, np.:	1	-	2	-	(45h/sem.)

Realizacja w 5 spotkaniach wykładowych po 3 godziny w pierwszej części semestru w dalszej części semestru 10 spotkań laboratoryjnych po 3 godziny.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się (opis): np.:

1. liczba godzin kontaktowych – 45 godz., w tym
obecność na wykładzie 15 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.
2. praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 45 godz.,
przygotowanie do kolokwium 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,8 pkt. ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. ćwiczeń laboratoryjnych plus 45 godz. przygotowań do laboratorium.

Efekty uczenia się:

Efekty uczenia się dla modułu	Opis efektów uczenia się	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku
Wiedza			
W01	Ma podstawową wiedzę w zakresie wykorzystania technik telekomunikacyjnych w systemach monitorowania pacjenta.	P6S_WG	K_W03, K_W12
W02	Ma podstawową wiedzę w zakresie programowania systemów mikroprocesorowych	P6S_WG	K_W04
W03	Ma podstawową wiedzę w zakresie magistral cyfrowych w systemach mikroprocesorowych	P6S_WG	K_W10, K_W12
Umiejętności			
U01	Umie zaprojektować i wykonać system mikroprocesorowy o niewielkim stopniu złożoności	P6U_U	K_U16, K_U19, K_U21
U02	Umie napisać oprogramowanie układowe prostego systemu mikroprocesorowego	P6U_U	K_U18, K_U21
U03	Potrafi wykorzystać techniki sieciowe do transmisji danych pomiarowych	P6U_U	K_U14, K_U18

Kompetencje społeczne			
K01	ma świadomość ważności i rozumie skutki opracowanego programu do analizy danych medycznych	P6S_KO	K_K05, K_K11
K02	potrafi pracować w grupie przy rozwiązywaniu postawionego zadania	P6S_KO	K_K04, K_K03

Formy weryfikacji efektów uczenia się:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03	wykład	Kolokwium
W01, W02, W03, U01, U02, U03, K01, K02	laboratorium	Oceny ćwiczeń laboratoryjnych, ocena aktywności studentów

Autor/Zespół Autorski
dr inż. Bogumił Konarzewski

Analiza Danych Pomiarowych w Medycynie (ADP) *Measurement Data Analysis in Medicine*

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *średniozaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: *4*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *Wstęp do statystyki i stochastyki, Wstęp do metod numerycznych*

Limit liczby studentów: *36*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami przetwarzania i analizy danych pomiarowych w naukach biomedycznych, w szczególności mającymi zastosowanie w diagnostyce medycznej. Przedmiot ma ugruntować wiedzę studentów (nabytą w ramach przedmiotu Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka) nt. metod statystycznych w analizie danych pomiarowych. Ma również ukształtować podstawowe umiejętności w zakresie tworzenia algorytmów przetwarzania i analizy danych pomiarowych we wspomaganii komputerowym diagnoz.

Treść kształcenia:

Treść wykładu:

1. Proces pomiaru i błędy pomiarowe (b.przypadkowy, b. systematyczny, b. grube), model b. przypadkowych – postulat Gaussa, propagacja błędów w pomiarach pośrednich, eliminacja błędów grubych przy pomocy kryterium Chauveneta.
2. Modele statystyczne emisji promieniowania jonizującego (rozkład dwupunktowy, Bernoulliego, Poissona) metody pomiaru aktywności źródła/radiofarmaceutyku z uwzględnieniem biegu własnego.
3. Podstawy teorii estymacji, własności estymatorów, metoda największej wiarygodności wyznaczania estymatorów, średnia i wariancja z próby dla b. długiego ciągu danych, estymacja punktowa w analizie prążka widma spektrometrycznego (wyznaczenie energii prążka oraz energetycznej zdolności rozdzielczej spektrometru)

4. Estymacja przedziałowa (rozkłady jednowymiarowe) dla wartości średniej i wariancji – wyznaczanie przedziału w którym zawiera się wartość mierzona w badaniach laboratoryjnych (np. stężenie glukozy) lub pomiarach promieniowania jonizującego (np. liczba zliczeń).
5. Korelacja zmiennych losowych – estymacja współczynnika korelacji w analizie danych w naukach biomedycznych (np. liczba wypalanych papierosów i umieralność na raka płuc).
6. Testy istotności w analizie danych biomedycznych dla wartości średniej, wariancji i współczynnika korelacji.
7. Estymacja przedziałowa (rozkłady wielowymiarowe) dla wartości średniej (np. analiza wagi i wzrostu noworodków).
8. Metody regresji w analizie danych biomedycznych, regresja wielomianowa, aproksymacja danych eksperymentalnych założoną zależnością funkcyjną (np. dopasowanie rozkładu Gaussa do prążka widma spektrometrycznego).
9. Testy istotności w analizie danych biomedycznych dla dwóch wartości średnich, dwóch wariancji i dwóch frakcji (np. analiza ujemnych skutków hormonalnej terapii zastępczej).
10. Analiza wariancji w analizie danych biomedycznych (np. badanie wpływu podawania leków na wyniki morfologii krwi).
11. Dyskryminacja i klasyfikacja w analizie danych biomedycznych – wielowymiarowa miara dyskryminacyjna, test statystyczny metody diagnostycznej, krzywe ROC.
12. Zastosowanie tw. Bayesa w interpretacji wyników diagnostycznych (paradoks AIDS).
13. Klasyfikacja we wspomaganiu diagnostyki medycznej - teoria decyzji i klasyfikacji Bayesa, klasyfikator Bayesa (dla różnych postaci macierzy kowariancji), liniowy klasyfikator Fishera, metody selekcji i ekstrakcji cech.
14. Metody estymacji widmowej gęstości mocy sygnałów w analizie danych biomedycznych – metody klasyczne (periodogram, korelogram) i parametryczne (estymacja metodą AR, MA i ARMA) oraz ich zastosowanie w analizie sygnału EKG wysokiej rozdzielczości, sygnału fonokardiograficznego, sygnału EEG.

Zakres projektu:

Projekt polega na rozwiązaniu (w zespołach kilkusobowych) trzech zestawów zadań problemowych. Ocena każdego zestawu zadań odbywa się podczas prezentacji audytoryjnej (w obecności całej grupy studenckiej).

Projekt 1. Metody estymacji punktowej i estymacji przedziałowej.

Projekt 2. Metody regresji liniowej i wielomianowej (aproksymacja danych eksperymentalnych zależnością funkcyjną), testy istotności dla współczynnika korelacji.

Projekt 3. Analiza wariancji w analizie danych pomiarowych, metody selekcji cech.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. H. Ahrens, J. Läuter „Wielowymiarowa analiza wariancji” PWN, Warszawa 1979
2. J. Arendarski „Niepewność pomiarów” Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2003
3. A. Bielski, R. Ciuryło „Podstawy metod opracowywania pomiarów”, Wyd. II poprawione i częściowo zmienione, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2001

4. S. Brandt „Analiza danych. Metody statystyczne i obliczeniowe” PWN, Warszawa 1998
5. J. Józwiak, J. Podgórski „Statystyka od podstaw”, Wyd. V zmienione, PWE, Warszawa 1997
6. W. Klonecki „Statystyka dla inżynierów” PWN, Warszawa 1999
7. Z. Kotulski, W. Szczepański „Rachunek błędów dla inżynierów” WNT, Warszawa 2004
8. J. Koronacki, J. Mielniczuk „Statystyka dla studentów kierunków technicznych i przyrodniczych” WNT, Warszawa 2001
9. J. Koronacki, J. Ćwik „Statystyczne systemy uczące się” WNT, Warszawa 2005
10. R. Nowak „Statystyka dla fizyków” PWN, Warszawa 2002
11. A. Petrie, C. Sabin „Statystyka medyczna w zarysie” PZWL, Warszawa 2006
12. J. T. Taylor „Wstęp do analizy błęd pomiarowego” PWN, Warszawa 1999
13. T. Zieliński „Pierwsza pomoc dla lekarzy czyli Medice, statistice te ipsum” Mikom 1996
14. S. L. Marple „Digital spectral analysis with applications” Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1987
15. S. M. Kay „Modern spectral estimation: Theory and application” Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988
16. P. Stoica, R. L. Moses „Introduction to Spectral Analysis” Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997

Do przetwarzania danych wykorzystuje się pakiet MATLAB lub Octave.

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

1. liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na konsultacjach wykładowych 6 godz.,
obecność na konsultacjach projektowych 6 godz.,
obecność na zaliczeniu projektu 3 godz., obecność na konsultacjach przed egzaminem 3 godz., obecność na egzaminie 4 godz.
2. praca własna studenta – 50 godz., w tym
przygotowanie do wykładów 20 godz.
wykonanie projektów 15 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 102 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,04 pkt. ECTS, co odpowiada 52 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0,94 pkt. ECTS, co odpowiada 6 godz. konsultacji projektowych, 15 godz. wykonania projektów, 3 godz. zaliczenia projektów.

Efekty kształcenia:

Efekty kształcenia dla modułu	Opis efektów kształcenia	Odniesienie do charakterystyk II stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku Elektronika
Wiedza			
W01	<i>Ma wiedzę nt. błędów pomiarowych (przypadkowy/systematyczny/gruby) oraz metod ich redukcji/eliminacji</i>	P6S_WG.o	K_W11
W02	<i>Zna własności estymatorów (nieobciążony/zgodny/efektywny) oraz ma wiedzę nt. metod estymacji punktowej i przedziałowej - wyznaczenie przedziału zawierającego mierzoną wartość</i>	P6S_WG.o	K_W01 K_W11
W03	<i>Ma wiedzę nt. zastosowania testów istotności do oceny wiarygodności otrzymanych wyników</i>	P6S_WG.o	KW_01
W04	<i>Zna metody selekcji i ekstrakcji cech we wspomaganiu diagnostyki medycznej</i>	P6S_WG.o	K_W10
W05	<i>Zna podstawowe klasyfikatory liniowe stosowanych w diagnostyce medycznej oraz metody oceny ich dokładności</i>	P6S_WG.o	K_W10
W06	<i>Zna podstawowe estymatory widma gęstości mocy sygnałów biomedycznych</i>	P6S_WG.o	K_W10
Umiejętności			
U01	<i>Umie wykorzystać metody estymacji punktowej (np. w pomiarach aktywności źródeł izotop.) i estymacji przedziałowej (np. analiza prążka widma spektrometrycznego)</i>	P6S_UW.o	K_U01 K_U02
U02	<i>Potrafi dokonać oceny otrzymanych wyników pomiarowych przy pomocy testów statystycznych oraz analizy wariancji</i>	P6S_UW.o	K_U01 K_U02
U03	<i>Umie przeprowadzić (wybraną metodą) selekcję cech dla dostępnych danych pomiarowych</i>	P6S_UW.o	K_U01 K_U02
Kompetencje społeczne			
K01	<i>Potrafi pracować indywidualnie i w zespole</i>	P6S_UO	K_K03
K02	<i>Jest świadomy roli społecznej absolwenta uczelni technicznej</i>	P6S_KO	K_K07

Formy weryfikacji efektów kształcenia:

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03, W04, W05, W06 K01, K02	<i>wykład, zajęcia projektowe</i>	<i>egzamin</i>
U01, U02, U03, K01, K02	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>ocena projektu</i>