

Nazwa wydziału	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Nazwa kierunku	Automatyka i Robotyka
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Język prowadzenia studiów	polski
Dyscypliny naukowe, do których przypisany jest kierunek (udział procentowy) (w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny, wskazuje się dyscyplinę wiodącą, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa efektów uczenia się)	Nauki inżynieryjno-techniczne - dyscypliny: Informatyka techniczna i telekomunikacja - 10,00% automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne - 90,00%
W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia (opis standardów kształcenia (w przypadku zawodów uwzględniających standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia ePW)	Nie dotyczy
Liczba semestrów studiów	4
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom	magister inżynier
Kierunkowe efekty uczenia się	<b>patrz tabela z efektami uczenia się</b>
Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia (należy uwzględnić również praktyki zawodowe, jeśli praktyka jest przewidziana)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• egzamin pisemny</li> <li>• egzamin ustny</li> <li>• kolokwium pisemne</li> <li>• kolokwium ustne</li> <li>• test</li> <li>• sprawozdanie/raport pisemny</li> <li>• wykonanie i/lub obrona projektu</li> <li>• prezentacja</li> <li>• praca domowa</li> <li>• ocena aktywności w trakcie zajęć</li> <li>• konsultacje</li> <li>• ocena z pracy dyplomowej</li> <li>• ocena z egzaminu dyplomowego</li> <li>• samoocena</li> </ul>
Łączna liczba godzin zajęć	1650

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów (wraz z obowiązkowymi praktykami)	120
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	61 (51%)
Liczba punktów ECTS jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej	0
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie)	116 (97%)
Dla studiów o profilu praktycznym: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach przedmiotów/zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie)	Nie dotyczy
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie), z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności	92 (77%)

Liczba punktów ECTS, jaka może być uzyskana w ramach kształcenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: (liczba punktów ECTS nie może być większa niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu praktycznym albo 75% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim).	0 ECTS (0%)
Łączna liczba godzin z matematyki	0 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/ L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba punktów ECTS z matematyki	0 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/ L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba godzin z fizyki	0 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/ L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba punktów ECTS z fizyki	0 - zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/ L/2020 z dnia 25 listopada w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS zrealizowano na pierwszym stopniu studiów.
Łączna liczba godzin z języków obcych	30
Łączna liczba punktów ECTS z języków obcych	2
Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	20
WYMIAR, ZASADY, FORMA PRAKTYK ZAWODOWYCH	Nie dotyczy

Opis przedmiotów obieralnych	<p>Przedmioty zaawansowane kierunku:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>W trakcie trzech pierwszych semestrów student musi uzyskać 30 ECTS z grupy przedmiotów zaawansowanych kierunku AR . 7 ECTS w sem. I, 16 ECTS w sem. III i 7 ECTS w sem. 7. W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</li> </ul> <p>Przedmioty obieralne uzupełniające kierunku:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>W trakcie pierwszych dwóch semestrów student musi uzyskać 30 ECTS z grupy przedmiotów uzupełniających. 20 ECTS w sem. I i 10 ECTS w sem. II. W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</li> </ul> <p>Przedmioty obieralne o różnym charakterze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>W trakcie ostatnich dwóch semestrów student musi uzyskać 21 ECTS z grupy przedmiotów obieralnych technicznych . 13 ECTS w sem. III i 8 ECTS w sem. IV. W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</li> </ul> <p>Przedmioty obieralne o różnym charakterze w języku obcym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Do końca III semestru student musi uzyskać 2 ECTS z języka obcego. W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</li> </ul> <p>W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</p>
------------------------------	---

#### EFEKTY UCZENIA SIĘ

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

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

Kod efektu	Opis efektu	Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk PRK	Odniesienie do charakterystyk II stopnia PRK
<b>Wiedza</b>			
W01	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu wybranych działów matematyki i fizyki, przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu automatyki i robotyki, w tym wiedzę niezbędną do opracowania modeli procesów oraz optymalizacji.	P7U_W	III_P7S_WG I_P7S_WG_O
W02	Ma ogólną wiedzę w zakresie informatyki, w stopniu umożliwiającym implementacją programową projektowanych algorytmów.	P7U_W	I_P7S_WG_O
W03	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu automatyki i robotyki, umożliwiającą formułowanie i rozwiązywanie złożonych zadań z zakresu automatyki i robotyki.	P7U_W	III_P7S_WG I_P7S_WG_O
W04	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu automatyki i robotyki, umożliwiającą formułowanie i rozwiązywanie złożonych zadań z zakresu automatyki i robotyki.	P7U_W	I_P7S_WG_O
W05	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu automatyki i robotyki.	P7U_W	I_P7S_WG_O

W06	Zna podstawowe metody i techniki stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu automatyki i robotyki oraz narzędzia komputerowe wspomagające projektowanie.	P7U_W	III_P7S_WG I_P7S_WG_O
W07	Zna metody projektowania różnych algorytmów, np. algorytmów regulacji, co umożliwia formułowanie i rozwiązywanie złożonych zadań z zakresu automatyki i robotyki.	P7U_W	I_P7S_WG_O
W08	Zna techniki soft computing, np. sieci neuronowe i systemy rozmyte, oraz możliwości ich zastosowania, co umożliwia formułowanie i rozwiązywanie złożonych zadań z zakresu automatyki i robotyki.	P7U_W	I_P7S_WG_O
W09	Zna podstawowe klasy sprzętu stosowanego w systemach sterowania.	P7U_W	III_P7S_WG I_P7S_WG_O
W10	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej.	P7U_W	III_P7S_WK I_P7S_WK
<b>Umiejętności</b>			
U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	P7U_U	I_P7S_UK
U02	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu automatyki i robotyki.	P7U_U	I_P7S_UK
U03	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia	P7U_U	I_P7S_UU
U04	Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla kierunku „Automatyka i Robotyka”, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7U_U	I_P7S_UK
U05	Potrafi posługiwać się technikami i narzędziami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej w zakresie automatyki i robotyki.	P7U_U	I_P7S_UK
U06	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U07	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U08	Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla automatyki i robotyki oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne, w tym ekonomiczne.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U09	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U10	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w zakresie automatyki i robotyki.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U11	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie automatyki i robotyki, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O

U12	Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych w zakresie automatyki i robotyki.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U13	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich, charakterystycznych dla automatyki i robotyki, w tym zadań nietypowych, uwzględniając wymagania poza-funkcjonalne.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U14	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego z zakresu automatyki i robotyki, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; Potrafi – stosując także koncepcyjnie nowe metody – rozwiązywać złożone zadania inżynierskie z zakresu automatyki i robotyki, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U15	Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą wymagania poza-funkcjonalne – zaprojektować złożone urządzenie, obiekt, system lub proces, w zakresie automatyki i robotyki, oraz zrealizować, przetestować i zainstalować ten projekt –co najmniej w części – używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzi.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U16	Potrafi opracować szczegółową dokumentację zadania projektowego lub badawczego z zakresu automatyki i robotyki, potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników.	P7U_U	I_P7S_UK
U17	Potrafi pracować w zespole.	P7U_U	I_P7S_UO
<b>Kompetencje społeczne</b>			
K01	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P7U_K	I_P7S_KO
K02	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	P7U_K	I_P7S_KK I_P7S_KR
K03	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych; jest gotów do stałego aktualizowania i wzbogacania posiadanej wiedzy.	P7U_K	I_P7S_KK

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-ISR
Nazwa przedmiotu	Inteligentne systemy robotyczne
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

## Część I

Cel przedmiotu	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie z zaawansowanymi problemami planowania działań, programowania i sterowania autonomicznych robotów. Wykład składa się z dwóch części. W pierwszej części omawiane są metody konstruowania oprogramowania sterującego tego typu robotami oraz ogólne metody programowania robotów. Omawiane są zarówno specjalizowane języki programowania robotów jak i programowe struktury ramowe (biblioteki modułów programowych wraz ze wzorcem ich użycia). Przedstawiana jest metodyka projektowania układów sterowania robotów wykorzystująca podejście wieloagentowe. Każdy agent składa się z podsystemu sterowania oraz wirtualnych efektorów, oddziałujących na silniki i siłowniki, oraz receptorów wirtualnych realizujących percepcję z wykorzystaniem czujników. Pojedyncze zachowanie każdego z wymienionych podsystemów opisywane jest wzorcem zachowania sparametryzowanego funkcją przejścia oraz warunkiem końcowym. Wybór zachowania dokonywany jest na podstawie warunku początkowego. Warunki początkowe etykietują łuki grafu, którego węzły reprezentują zachowania. W ten sposób działanie każdego podsystemu opisywane jest jako działanie automatu skończonego. Poszczególne podsystemy porozumiewają się ze sobą poprzez bufor komunikacyjny. Ich zawartość oraz zawartość pamięci wewnętrznej tworzą argumenty wspomnianych funkcji przejścia oraz warunków początkowych i końcowych. Ten sposób specyfikacji układu sterowania zostanie zaprezentowany dla systemów: reaktywnych, rozmytych, deliberatywnych oraz niedeterministycznych. Poruszane są także zagadnienia związane z implementacją takich systemów. Wykład teoretyczny uzupełniony jest licznymi przykładami rzeczywistych systemów skonstruowanych na bazie agentów upostaciowionych. W drugiej części wykładu są omawiane zagadnienia związane z autonomiczną nawigacją robotów. Omawiane są wybrane metody lokalizacji robota mobilnego przy założeniu znajomości map otoczenia, budowy map na podstawie danych pomiarowych z różnych czujników przy złożeniu znajomości pozycji robota oraz jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. Przedstawiane są główne podejścia zakładające niepewność danych pomiarowych - wykorzystujące modele i metody probabilistyczne oraz stochastyczne. Formułowane są probabilistyczne modele ruchu robota oraz modele obserwacji. Omawiane jest zastosowanie algorytmów filtru Bayesa, w tym rozszerzonego filtru Kalmana i filtrów cząsteczkowych, w zadaniu jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. W dalszej kolejności są omawiane metody planowania ścieżek ruchu oraz unikania kolizji. Przedstawiane są wybrane metody planowania ścieżek polegające na przeszukiwaniu dyskretnej i ciągłej przestrzeni stanu, w tym metody probabilistycznych map drogowych, sztucznych pól potencjału, diagramu Woronoja, grafu widoczności.</p>
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

## 02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>



## Część I

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

### 03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt polega na wyspecyfikowaniu oprogramowania sterującego robotem wykonującym konkretne zadanie. Struktura sprzętowa robota, a więc jego efektory oraz receptory rzeczywiste są określone a priori, tak jak i zadanie, które ma zostać zrealizowane przez robota. Na tej podstawie należy zaproponować strukturę systemu, a w szczególności dekompozycję na agenty oraz ich wewnętrzną strukturę (wirtualne efektory i receptory). Następnie dla każdego z wymienionych tworów należy określić jego bufor wewnętrzny, funkcje przejścia warunki początkowe i końcowe oraz strukturę automatu skończonego.
---------	---

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktura robota: efektory, receptory, układ sterowania, zadania robotów, ontologie; Metody programowania robotów ogólne wprowadzenie; metody off-line, on-line i hybrydowe.</li> <li>2. Specjalizowane języki programowania robotów. Języki programowania robotów przemysłowych. Języki programowania robotów usługowych i terenowych różnych poziomów ontologicznych.</li> <li>3. Programowe struktury ramowe. Przegląd zagadnień i struktur tego typu. Sposoby przetwarzania programowych struktur ramowych i języków programowania. Formalizacja specyfikacji oprogramowania sterującego. Powtórne użycie oprogramowania tego typu.</li> <li>4. Systemy wieloagentowe. Struktura agenta upostaciowionego; dekompozycja na efektory rzeczywiste i wirtualne, receptory rzeczywiste i wirtualne oraz podsystem sterowania; typy agentów; formalizacja opisu działania podsystemów agenta za pomocą funkcji przejścia i warunków końcowych.</li> <li>5. Systemy reaktywne. Agenty współdziałające i agenty rywalizujące, implementacja. Systemy rozmyte. Zbiory rozmyte, wykorzystanie do sterowania agentów upostaciowionych. Agenty deterministyczne i niedeterministyczne.</li> <li>6. Definicja zachowania oraz sterujący automat skończony.</li> <li>7. Ogólna metoda projektowania układów sterowania robotami. Przykład współdziałających autonomicznych agentów (zbiorowe pchanie pudła do celu). Przykład agenta obdarzonego wzrokiem (serwomechanizm wizyjny z przełączanymi kamerami).</li> <li>8. Przykłady systemów skonstruowanych na bazie agentów różnego typu.</li> <li>9. Nawigacja - podstawowe pojęcia matematyczne. Prawdopodobieństwo warunkowe, reguła Bayesa, zmienne losowe, procesy Markowa.</li> <li>10. Zadanie nawigacji robota mobilnego. Sformułowanie problemów: lokalizacji robota, budowy mapy otoczenia, jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy oraz planowania ścieżki ruchu.</li> <li>11. Probabilistyczne modele ruchu (akcji) robota i modele obserwacji (czujnika). Modele ruchu robota - odometryczny i bazujący na prędkościach. Modele obserwacji - modele bazujące na wiązce i skanie.</li> <li>12. Lokalizacja robota. Ogólny algorytm filtru Bayesa. Implementacje filtru Bayesa. Dyskretny filtr Kalmana. Rozszerzony filtr Kalmana. Filtr cząsteczkowy - algorytm Monte Carlo.</li> <li>13. Budowa mapy otoczenia. Mapy metryczne, topologiczne, hybrydowe, semantyczne. Metody i algorytmy tworzenia map środowiska.</li> <li>14. Jednoczesna lokalizacja i budowa mapy (Simultaneous Localisation and Mapping - SLAM). Sformułowanie zadania SLAM. Klasyfikacja zadań SLAM. Rozszerzony filtr Kalmana w zadaniu SLAM (EKF-SLAM). Algorytm FastSLAM.</li> <li>15. Planowanie ruchu robota i unikanie kolizji. Sformułowanie problemu planowania. Metody i algorytmy planowania ścieżki ruchu: metody geometryczne i topologiczne.</li> </ol>
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

## Część I

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu kluczowych zagadnień z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu podstawowych metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim a ponadto umiejętność integrowania informacji, dokonywania ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność określania kierunków dalszego uczenia się i realizacji procesu samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność integracji wiedzy z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla robotyki oraz stosowania podejścia systemowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania złożonego urządzenia lub systemu w zakresie robotyki, oraz realizacji tego projektu – co najmniej w części przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U08, U15
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-MI
Nazwa przedmiotu	Metody identyfikacji
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie i przybliżenie liniowych metod identyfikacji procesów dynamicznych w dziedzinie czasu i częstotliwości. Jednocześnie studenci mają możliwość wykorzystać dotychczas posiadana wiedzę (również z innych dziedzin) i znalezienie jej połączenia z zagadnieniem identyfikacji. Przedmiot jest ilustrowany praktycznymi przykładami przemysłowymi.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cele identyfikacji. Różnice względem modelowania i symulacji. Pojęcia podstawowe: odpowiedź impulsowa, skokowa oraz częstotliwościowa, stacjonarne procesy stochastyczne.</li> <li>2. Metody korelacyjne.</li> <li>3. Metody analizy spektralnej dla sygnałów okresowych i nieokresowych.</li> <li>4. Wyznaczanie odpowiedzi częstotliwościowych dla sygnałów nieokresowych.</li> <li>5. Wyznaczanie odpowiedzi częstotliwościowych dla okresowych sygnałów testowych.</li> <li>6. Analiza częstotliwościowa, transformata Fouriera, szybka transformata Fouriera (FFT), periodogram.</li> <li>7. Sygnały pseudolosowe (PRBS i inne).</li> <li>8. Identyfikacja modeli parametrycznych, tj. modele regresyjne, modele regresyjne z całkowaniem, metody dwuetapowe, metody rekurencyjne, rozszerzenia metody najmniejszych kwadratów (GLS, ELS i TLS).</li> <li>9. Sygnały sezonowe. Usuwanie trendów. Modele Wienera i Hammersteina.</li> <li>10. Filtr Kalmana w wersji podstawowej i z rozszerzeniami.</li> <li>11. Zasady projektowania eksperymentu identyfikacyjnego, dobór sygnału identyfikacyjnego, zasady doboru okresu próbkowania. Metody walidacji. Traktowanie i usuwanie zakłóceń. Interpretacja wyników.</li> <li>12. Przedstawienie różnych przykładów praktycznych.</li> </ol>
Projekt	<p>Projekt: Zespół projektowy (2 osoby) otrzymuje prawdziwe dane z obiektu przemysłowego. Jego celem jest identyfikacja obiektu w jak najszerszym sensie, tj. walidacja danych, trendy czasowe, identyfikacja charakterystyk statycznych, identyfikacja struktury, identyfikacja dynamiczna, walidacja, interpretacja wyników i prezentacja zespołu na forum całej grupy studenckiej. Studenci nie mają żadnych ograniczeń w oborze metod tudzież podejścia. Preferowane jest samodzielne myślenie, analiza oraz łączenie wiedzy z różnych dziedzin. W trakcie prac wykorzystuje się dowolne preferowane środowisko, np. MATLAB/Simulink lub Octave.</p>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu identyfikacji modeli regresyjnych przy wykorzystaniu rozszerzonych metod najmniejszych kwadratów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat identyfikacji modeli regresyjnych metodami rekurencyjnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu identyfikacji oraz adaptacji modeli w dziedzinie funkcji bazowych oraz metod kernelowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza z zakresu zasad pracy i cech filtru Kalmana.

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli regresyjnych przy wykorzystaniu rozszerzonych metod najmniejszych kwadratów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli regresyjnych metodami rekurencyjnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność identyfikacji oraz adaptacji modeli w dziedzinie funkcji bazowych oraz metod kernelowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zastosowania filtru Kalmana.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-INISY-MSP-MODA
Nazwa przedmiotu	Modelowanie danych
Wersja przedmiotu	2021Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Wytwarzanie )-Inteligentne systemy-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot omawiać będzie na poziomie zaawansowanym cele oraz różne metodyki i „filozofie” modelowania. Przypomniane i znacząco rozwinięte zostaną zagadnienia modelowania za pomocą technik UML i ERD. Szczegółowo przedstawione zostaną modele bardziej zaawansowane, np. z użyciem klas potęgowych, wraz z ich nietrywialnymi implementacjami. Omawiane modele dotyczyć będą zarówno systemów transakcyjnych jak i hurtowni danych. Przedstawione zostaną różne implementacje modeli, np.: relacyjna, obiektowa, relacyjno-obiektowa, XML, JSON, ewentualnie związane z tzw. bazami No-SQL. Część projektowa polegać będzie na stworzeniu w UML modelu danych dla niebanalnego problemu oraz zaprojektowaniu kilku jego różnych implementacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	2.20
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	

**Część I**

Razem	55
-------	----

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	Wykład: 1. Cele i zasady modelowania danych. 2. Paradygmaty, „filozofie” i metodyki modelowania. 3. Zaawansowane modelowanie danych w UML. 4. Modele hurtowni danych. 5. ERD i zaawansowane modele relacyjne. 6. Nierelacyjne implementacje modeli danych.
Projekt	W pierwszej części zajęć tworzony będzie model danych dla postawionego niebanalnego problemu. Wymagane będzie zaawansowane użycie modelu klas UML, z możliwie dużym wykorzystaniem jego siły wyrazu oraz w znacznej zgodności z założeniami paradygmatu obiektowego. W drugiej części zajęć stworzony i zweryfikowany model będzie przekształcany na kilka różnych implementacji, w tym obowiązkowo na reprezentację relacyjną (z pośrednictwem modelu ERD) i XML (z tworzeniem XML Schema). Projekt wykonywany będzie jako praca zespołowa, z dobrze określonymi rolami i odpowiedzialnościami poszczególnych członków zespołu.

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej w zakresie modelowania danych i baz danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w systemach informatycznych z bazami danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu projektowania, wytwarzania i integracji systemów informatycznych przechowujących dane
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	W pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu analizy i modelowania danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01



Część I	
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, prowadzić debatę
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi kierować pracą zespołu oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi planować i realizować uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania z zakresu modelowania systemów informacyjnych, przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji, - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich z zakresu modelowania systemów informacyjnych oraz ich rozwiązywaniu: - wykorzystywać metody analityczne, - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych z zakresu systemów informacyjnych przechowujących i przetwarzających dane oraz oceniać te rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U07
Opis	Potrafi projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonywać systemy informatyczne przechowujące dane, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do przewodzenia grupie i ponoszenia odpowiedzialności za nią.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych i rozwijania dorobku zawodu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-MORO
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i sterowanie robotów
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Wykład przedstawia podstawy modelowania robotów, a w szczególności manipulatorów o szeregowej strukturze kinematycznej. Przedmiotem rozważań są modele geometryczne, modele kinematyki oraz dynamiki tego typu robotów. Stanowi wstęp do sterowania robotami, a więc przedstawia również sposoby generacji trajektorii zadanej oraz podstawowe struktury układów sterowania.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**

**Część I**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pojęcia podstawowe związane z modelowaniem robotów. Przestrzenie reprezentacji. Położenie i orientacja.</li> <li>2. Przekształcenie jednorodne.</li> <li>3. Opis modelu kinematyki robota z wykorzystaniem zmodyfikowanej notacji Denavita-Hartenberga.</li> <li>4. Proste i odwrotne zagadnienie kinematyki.</li> <li>5. Prędkość i macierz Jacobiego, statyka.</li> <li>6. Formalizm Newtona-Eulera w zastosowaniu do tworzenia modelu dynamiki robota.</li> <li>7. Formalizm Eulera-Lagrange'a w zastosowaniu do tworzenia modelu dynamiki robota.</li> <li>8. Generacja trajektorii.</li> <li>9. Podstawowe architektury układów sterowania robotów</li> </ol>
Projekt	Projekt polega na opracowaniu matematycznego modelu kinematycznego rzeczywistego robota przemysłowego o 6 stopniach swobody oraz jego weryfikacji za pomocą odpowiadającego mu programu komputerowego.

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu modelowania robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu kluczowych zagadnień z zakresu robotyki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu modelowania i sterowania robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza z zakresu podstawowych metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu robotyki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim oraz integracji uzyskanych informacji, dokonywania ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność określania kierunków dalszego uczenia się i realizacji procesu samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03

**Część I**

Opis	Umiejętność wykorzystania metod analitycznych do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność formułowania hipotezy związanych z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność opracowania dokumentacji zadania projektowego lub badawczego z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-MISK
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i symulacja komputerowa
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty obieralne )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Wykład jest poświęcony modelowaniu i symulacji komputerowej systemów fizycznych. Obejmuje szerokie spektrum zagadnień od budowy modeli formalnych, konstruowania modeli symulacyjnych, środowisk informatycznych do symulacji, po konkretne aplikacje. Celem wykładu jest przedstawienie różnych technik symulacji komputerowej, możliwości i obszaru zastosowań współczesnych narzędzi do symulacji, pokazanie ich różnorodności oraz przygotowanie słuchaczy do właściwego wykorzystywania, stosowania i prowadzenia eksperymentu symulacyjnego. W czasie wykładu prezentowane są liczne przykłady zastosowań symulacji komputerowej do rozwiązania zadań projektowania i zarządzania systemami oraz przykłady komercyjnych i niekomercyjnych środowisk informatycznych do symulacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	75	3.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	125	5.00

## Część I

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	15
Razem	75

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykład składa się z czterech części. Część pierwsza dotyczy zagadnień ogólnych modelowania matematycznego, tworzenia modeli systemów oraz budowy modeli symulacyjnych, bliźniaków cyfrowych i emulatorów. Szczególna uwaga jest zwrócona na modelowanie systemów zdarzeń dyskretnych. Przedstawione są trzy sposoby prezentacji graficznej układów dynamicznych. Część druga jest poświęcona technikom symulacji. Omówione są różne techniki symulacyjne, etapy tworzenia i weryfikacji modeli symulacyjnych, metody wnioskowania statystycznego, planowania eksperymentu, symulacja metodą Monte Carlo oraz metoda bootstrap. Zaprezentowane są techniki projektowania symulatorów w wersji równoległej i rozproszonej. Część trzecia jest poświęcona prezentacji przykładowych zastosowań symulacji komputerowej w projektowaniu, optymalizacji, komputerowej analizie systemów sterowania oraz systemach wspomagania decyzji i planowania. Uwaga koncentruje się na przykładach zastosowań w złożonych strukturach sterowania systemem wodnym, systemach kolejkowych, sieciach komputerowych, w tym mobilnych sieciach ad hoc, sieciach społecznych i innych. Przedstawione jest zastosowanie modeli symulacyjnych w złożonych zadaniach optymalizacji. Omówiony jest schemat symulator-optymalizator oraz podstawowe algorytmy do rozwiązywania tak sformułowanych problemów, w tym heurystyki i metaheurystyki. Część czwarta wykładu jest poświęcona architekturze blockchain, krypto walucie Bitcoin oraz wybranym technologiom blockchain.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie do modelowania i symulacji.</li><li>2. Klasyfikacja modeli i metody opisu.</li><li>3. Budowa modeli symulacyjnych.</li><li>4. Techniki symulacyjne.</li><li>5. Rozproszona symulacja zdarzeń dyskretnych.</li><li>6. Wnioskowanie statystyczne w badaniach symulacyjnych</li><li>7. Modelowanie eksperymentów losowych i ocena wyników symulacji.</li><li>8. Symulacja komputerowa w projektowaniu układów sterowania i sterowaniu operacyjnym.</li><li>9. Układ symulator-optymalizator – metody obliczeniowe.</li><li>10. Symulacyjna analiza systemów kolejkowych.</li><li>11. Metody analityczne i symulacja analiza sieci społecznych.</li><li>12. Modelowanie i symulacja sieci ad hoc.</li><li>13. Technologia Blockchain. Krypto waluta Bitcon.</li></ol>
Projekt	<p>Wykonanie symulatora dla zadanego przykładu (np. systemy robotyczne, inteligentne miasto, sieci mobilne ad hoc, sieci bezprzewodowych czujników, klastry obliczeniowe). Aplikacja będzie mogła być zrealizowana w jednym z wybranych języków programowania bądź z wykorzystaniem udostępnionego lub wybranego przez studenta środowiska do symulacji.</p>

## Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat modelowania i symulacji komputerowej systemów fizycznych, w tym na temat budowy modeli formalnych, konstruowania modeli symulacyjnych, środowisk informatycznych do symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03, W04, W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość różnych technik symulacji komputerowej, możliwości i obszaru zastosowań współczesnych narzędzi do symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza jak opracować oraz przeprowadzić eksperyment symulacyjny i przedstawić jego wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury krajowej i zagranicznej oraz dostępnych baz danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność sformułowania modelu formalnego i przygotowania projektu modelu symulacyjnego procesów zachodzących w systemie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U13, U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaprojektowania i wykonania systemu oprogramowania do symulacji komputerowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U15
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność przeprowadzenia eksperymentu symulacyjnego, dokonania analizy wyników i udokumentowania ich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-TAP
Nazwa przedmiotu	Technika automatyzacji procesów
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest nauczenie studentów rozumienia działania i projektowania struktur i algorytmów automatycznej regulacji typowych dla zastosowań przemysłowych. W szczególności algorytmów zaawansowanych (ACS - Advanced Control Systems) obiektów technicznych i procesów przemysłowych, z naciskiem na obiekty wielowymiarowe.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	1.80
Razem	125	4.60 ( 5.00)
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	70	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Warstwowa struktura sterowania. Schemat podstawowy i rozbudowany, dekompozycja procesu. Przykład modelowania, dekompozycji, optymalizacji i regulacji nadrzędnej. Funkcje poszczególnych warstw sterowania.</li><li>2. Regulacja standardowa i zaawansowana PID. Regulatory PID: struktury, anti-windup, antialiasing. Standardowe modele procesów i ich identyfikacja. Strojenie parametrów regulatorów PID, regulacja IMC. Regulacja feedback-feedforward, kaskada, gain scheduling, PID rozmyty.</li><li>3. Regulacja wielopętlowa PID: Struktura połączeń, analiza SVD i metoda RGA, dobór nastaw regulatora diagonalnego PID. Odprężanie pętli regulacyjnych.</li><li>4. Regulacja predykcyjna MPC. Rys historyczny, aktualne aplikacje MPC. Ogólna zasada działania regulacji MPC, zadanie optymalizacji MPC z modelem nieliniowym i liniowym. Algorytm numeryczny i zapewnianie niepustego zbioru rozwiązań, algorytm analityczny (jawny) i uwzględnianie ograniczeń. Regulacja zakresowa. Uwarunkowanie zadania optymalizacji.</li><li>5. Regulacja predykcyjna DMC. Predykcja wyjść modelem odpowiedzi skokowych, modele SISO i MIMO. Wielowymiarowy algorytm numeryczny. Algorytm analityczny, struktura prawa regulacji. Kompensacja zakłóceń mierzonych.</li><li>6. Regulacja predykcyjna GPC. Równania różnicowe jako model procesu SISO i MISO. Predykcja wyjść, algorytm numeryczny. Algorytm analityczny, struktura prawa regulacji.</li><li>7. Regulacja predykcyjna z równaniami stanu (MPCS). Predykcja stanu i wyjść liniowymi równaniami stanu. Algorytmy MPCS numeryczny i analityczny z pomiarem stanu, struktura prawa regulacji. Estymacja stanu: obserwatory Luenbergera, filtr Kalmana niestacjonarny i stacjonarny. Algorytmy MPCS z estymacją stanu.</li><li>8. Regulacja predykcyjna nieliniowa. Struktury i algorytmy MPC-NO, MPC-NSL, MPC-NPL. Zastosowanie modeli neuronowych. Realizacje szybkich algorytmów nieliniowych MPC.</li><li>9. Podstawy ogólnej analizy algorytmów predykcyjnych. Stabilność, dopuszczalność, strojenie parametrów. Zakres i realizacja odporności na awarie.</li><li>10. Optymalizacja punktu pracy. Struktura i algorytmy bieżącego (on-line) dostrajania punktu pracy regulatorów.</li></ol>
Projekt	<p>Projekt (zespołowy) zakłada implementację i testowanie regulatorów wielopętlowego PID i wielowymiarowego MPC, w środowisku MATLAB/Simulink, następnie z implementacją w przemysłowym środowisku SCADA. Zespół studencki (student) dostaje równania modelu nieliniowego wielowymiarowego procesu dynamicznego (z ograniczeniami i zakłóceniami) i ma za zadanie:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• symulację procesu nieliniowego,</li><li>• linearyzację w zadanym punkcie pracy,</li><li>• zaprojektowanie regulatora dwupętlowego PID (ew. z odsprężaniem), zaprojektowanie regulatora MPC w wersji numerycznej i analitycznej,</li><li>• implementację zaprojektowanych układów środowiskach MATLAB/Simulink, porównanie jakości regulacji i odporności.</li><li>• implementację w środowisku przemysłowym SCADA</li></ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

**Część I**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza dotycząca warstwowej struktury sterowania procesami przemysłowymi, zaawansowanych struktur regulacji PID jedno- i wielopętlowych, projektowania układów regulacji predykcyjnej wielowymiarowej analitycznych i numerycznych, dla różnych postaci liniowych modeli procesów i dla modeli nieliniowych, układów regulacji z optymalizacją punktu pracy i tolerancją awarii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość sprzętu stosowanego w systemach sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W09
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania zaawansowanych układów regulacji PID procesów jedno i wielowymiarowych, weryfikowanie projektu metodą symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność projektowania i analizy układów regulacji predykcyjnej procesów jedno i wielowymiarowych, liniowych i nieliniowych, weryfikowanie projektu metodą symulacji komputerowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność programowania systemu SCADA.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność wykonania złożonego zadania projektowania i weryfikacji projektu w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103D-ARxxx-MSP-TST
Nazwa przedmiotu	Teoria sterowania
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Cel przedmiotu: nauczanie studentów rozumienia i projektowania nieliniowych systemów sterowania.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	70

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe struktury systemów sterowania. Transmitancje systemów sterowania z czasem ciągłym lub dyskretnym. Systemy z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, systemy z kompensacją oddziaływań zewnętrznych (feedforward systems).</li> <li>2. Układy dynamiczne. Zbiory niezmiennicze i punkty równowagi układów dynamicznych (UD). Definicje stabilności: zbiorów niezmienniczych wg Lapunowa, rozwiązania równania różniczkowego wg. Lapunowa, stabilności wykładniczej, stabilności względem pobudzenia.</li> <li>3. Kryteria stabilności liniowych systemów sterowania.</li> <li>4. Badanie stabilności systemów nieliniowych. Pierwsza metoda Lapunowa. Druga metoda Lapunowa. Stabilność wykładnicza. Stabilność względem pobudzenia.</li> <li>5. Stabilność absolutna. Definicja. Kryteria stabilności: Popova, Cypkina.</li> <li>6. Podstawy wyznaczania sterowania optymalnego. Typowe zadania sterowania optymalnego: zadanie z ograniczeniami całkowymi, zadanie Bolzy, zadanie wyznaczenia sterowania czasoptymalnego Optymalne sterowanie w układzie otwartym a optymalne prawo sterowania. Prezentacja zasady maksimum Pontrjagina, programowania dynamicznego Bellmana.</li> <li>7. Zastosowanie zasady maksimum. Wyznaczenie liniowo-kwadratowego (LQ) regulatora optymalnego.</li> <li>8. Sterowanie obiektami z niepewnością. Wrażliwość systemów sterowania. Jakościowa i ilościowa odporność (robustness) algorytmów sterowania. Wprowadzenie do projektowania odpornych systemów sterowania metodą minimalizacji normy Hinf</li> </ol>
Projekt	<p>Studenci otrzymują do wykonania dwa projekty realizowane w środowisku MATLAB/SIMULINK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza stabilności, łącznie z portretem fazowym, dwuwymiarowego, nieliniowego układu regulacji.</li> <li>2. Projekt czaso-optymalnego systemu sterowania, albo regulatora LQ, albo regulatora Hinf dla podanego obiektu.</li> </ol>
Ćwiczenia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przypomnienie podstawowych metod opisu UD z czasem ciągłym lub dyskretnym.</li> <li>2. Przykłady różnych zachowań UD, ich zbiorów niezmienniczych i punktów równowagi.</li> <li>3. Elementarne wprowadzenie do projektowania systemów sterowania drogą linearyzacji przez sprzężenie zwrotne.</li> <li>4. Konstruowanie funkcji Lapunowa.</li> <li>5. Projektowanie układów stabilnych absolutnie.</li> <li>6. Metoda znajdowania sterowań optymalnych przez sprowadzenie do zadania programowania matematycznego.</li> <li>7. Systemy sterowania czaso-optymalnego</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zaawansowana wiedza na temat teorii stabilności układów dynamicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02

**Część I**

Opis	Uporządkowana wiedza dotycząca teorii projektowania nieliniowych i optymalnych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Uporządkowana wiedza na temat projektowania odpornych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania nieliniowych i optymalnych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność projektowania prostych odpornych systemów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U14, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-MSP-SZAU
Nazwa przedmiotu	Sztuczna inteligencja w automatyce
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zastosowaniami sztucznej inteligencji (podejścia określane wspólną nazwą "soft computing") w automatyce. W szczególności, zostaną omówione sztuczne sieci neuronowe oraz systemy rozmyte w problemach modelowania i sterowania. Ponadto, przedstawione zostaną algorytmy genetyczne i ich zastosowanie do projektowania układów regulacji automatycznej. Zajęcia pozwalają na nabycie umiejętności wykorzystania sieci neuronowych i systemów rozmytych do modelowania procesów nieliniowych oraz projektowania nieliniowych algorytmów regulacji bazujących na tych modelach.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Projekt	30.00 h	
Wykład	30.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	

**Część I**

Razem	70
-------	----

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

Projekt	Integralną częścią przedmiotu są trzy projekty realizowane w środowisku MATLAB/Simulink. Polegają one na twórczym użyciu omawianych podczas wykładu zagadnień do projektowania nieliniowych układów regulacji.
Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>Umiejętność wykorzystania algorytmu genetycznego do modelowania obiektów nieliniowych i do projektowania algorytmów regulacji.</li> <li>Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu algorytmów regulacji automatycznej oraz optymalizacji punktu pracy (2 godz.):</li> <li>Sztuczne sieci neuronowe – zagadnienia podstawowe (3 godz.)</li> <li>Zastosowanie sieci neuronowych do modelowania nieliniowych zależności statycznych i dynamicznych (2 godz.).</li> <li>Wykorzystanie sieci neuronowych w automatyce (4 godz.): układ regulacji z modelem odwrotnym, układ regulacji typu IMC, linearyzacja w pętli sprzężenia zwrotnego, regulatory predykcyjne bazujące na modelach neuronowych.</li> <li>Systemy rozmyte – zagadnienia podstawowe (2 godz.): pojęcia: zbioru rozmytego, funkcji przynależności, schematu wnioskowania, wnioskowanie Mamdaniego, modele Takagi-Sugeno.</li> <li>Zastosowanie systemów rozmytych do modelowania nieliniowych zależności statycznych i dynamicznych (3 godz.): metody doboru parametrów modeli rozmytych, dostrajanie modeli rozmytych z wykorzystaniem rozmytych sieci neuronowych.</li> <li>Wykorzystanie systemów rozmytych w automatyce (3 godz.): regulator regułowy PID, regulator obszarowy PID, regulator obszarowy ze sprzężeniem od stanu, regulatory predykcyjne bazujące na modelach rozmytych.</li> <li>Algorytmy genetyczne - zagadnienia podstawowe (4 godz.): pojęcia: chromosom, osobnik, populacja, operatory genetyczne, selekcja, zasada działania algorytmów genetycznych</li> <li>Zastosowanie algorytmów genetycznych do projektowania algorytmów regulacji (2 godz.).</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu modelowania obiektów nieliniowych za pomocą modeli rozmytych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat zastosowania modeli rozmytych obiektów nieliniowych do zaprojektowania regulatora.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03



**Część I**

Opis	Wiedza z zakresu modelowania obiektów nieliniowych za pomocą sieci neuronowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza na temat zastosowania modeli neuronowych obiektów nieliniowych do zaprojektowania regulatora.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Wiedza na temat zastosowania algorytmów genetycznych do modelowania obiektów nieliniowych i projektowania algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność modelowania obiektu nieliniowego za pomocą modelu rozmytego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność zaprojektowania algorytmu regulacji bazującego na rozmytym modelu obiektu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność modelowania obiektu nieliniowego za pomocą sieci neuronowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania algorytmu regulacji bazującego na neuronowym modelu obiektu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność wykorzystania algorytmu genetycznego do modelowania obiektów nieliniowych i do projektowania algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	65	2.60

**Część I**

Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	60	2.40
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	65

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	60
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>WYKŁAD</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego</li><li>• <b>OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ</b></li><li>• Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej.</li><li>• Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych.</li><li>• Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)</li><li>• Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych</li><li>• <b>PROGRAMOWANIE LINIOWE</b></li><li>• Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej.</li><li>• Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M").</li><li>• <b>OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI</b></li><li>• Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności.</li><li>• Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępstwa dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego</li><li>• <b>PROGRAMOWANIE KWADRATOWE</b></li><li>• Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami.</li><li>• Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami.</li><li>• <b>METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI</b></li><li>• Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego.</li><li>• Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary.</li><li>• Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea.</li></ul>
--------	---

## Część I

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego</li> </ul>
Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL. Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania.</p> <p>Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników</p>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość metody sprowadzania zadania programowania liniowego do postaci standardowej oraz metody sympleks do rozwiązywania zadania w postaci standardowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość teorii dualności Lagrange'a dla zadań programowania liniowego oraz ogólnych zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość warunków koniecznych i dostatecznych optymalności dla różniczkowalnych zadań optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość postawowych metod gradientowych i bezgradientowych poszukiwania minimum bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość metod ograniczeń aktywnych oraz funkcji kary do rozwiązywania zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność sprowadzenia zadania programowania liniowego do postaci standardowej i jego rozwiązania za pomocą metody sympleks.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność znajdowania minimum/maksimum funkcji nieliniowej metodami gradientowymi albo bezgradientowymi
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność sprawdzenia czy dany punkt jest rozwiązaniem różniczkowalnego zadania optymalizacji bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność sformułowania dualnego zadania Lagrange'a do danego zadania programowania liniowego albo kwadratowego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność znajdowania rozwiązanie zadania z ograniczeniami za pomocą metod ograniczeń aktywnych oraz metod funkcji kary
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Umiejętność sprawdzenia czy dany punkt jest rozwiązaniem regularnego, różniczkowalnego zadania optymalizacji z ograniczeniami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U07
Opis	Umiejętność formułowania modelu optymalizacyjnego (liniowego albo nieliniowego), opisującego pewne typowe problemy praktyczne, zapis model matematyczny w języku pakietu AMPL albo w języku pakietu MATLAB
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U08
-------------------	-----

**Część I**

Opis	Umiejętność znajdowania rozwiązania zadania optymalizacji za pomocą narzędzi ze skrzynki narzędziowej MATLAB-a, albo odpowiedniego, dołączonego do AMPL solwera (MINOS lub CPLEX).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-DPZ
Nazwa przedmiotu	Doskonała praca zespołowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	85	3.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	30	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	40	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**



## Część I

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

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie proces budowania zespołu i pracy zespołowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Skutecznie komunikuje się w zespole i działalność zespołu z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U17
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi w sposób kreatywny pracować w zespole i rozwiązywać zagadnienia związane z obszarem pracy zespołowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Ma świadomość jak istotna jest skuteczna komunikacja z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-SPOPT
Nazwa przedmiotu	Spoleczne oblicza przemian technologicznych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	35	1.40
Razem	75	3.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	40

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	35
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

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

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie wpływ techniki i technologii, działalności inżynierskiej na społeczeństwo.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie

#### Kompetencje społeczne

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

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PAPS
Nazwa przedmiotu	Prawne aspekty prowadzenia startupu
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	45	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	30	1.80
Razem	75	3.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	30	
Inne godziny kontaktowe	15	

## Część I

Razem	45
-------	----

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	30
---	----

### 03. Treści kształcenia

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

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie ekonomiczne, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności StartUp'u
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności intelektualnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób pobudzający przedsiębiorczość w warunkach podwyższonego ryzyka
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**Część I**

Metody weryfikacji	zaliczenie
--------------------	------------

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-STUP
Nazwa przedmiotu	Przedsiębiorczość startupowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedsiębiorczość )--mgr.-EITI,( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

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

Cel przedmiotu	Zdobycie wiedzy i umiejętności na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	20.00 h
Wykład	10.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	30	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	25	1.00
Razem	55	2.20 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	30

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	25
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<p><b>Wykład:</b> Zdobycie wiedzy na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>W1: Różne formy przedsiębiorczości we współczesnym świecie. Przedsiębiorczość innowacyjna a inne formy przedsiębiorczości. Startupy jako szczególne formy organizacji aktywności przedsiębiorczej;</li> <li>W2: Lean Startup jako metodyka zarządzania startupem i jej składowe: zwinny rozwój produktu (agile development), odkrywanie klienta (customer development) i modelowanie biznesowe; triada: klient-problem- rozwiązanie (CPS);</li> <li>W3: Modelowanie biznesowe na bazie kanwy modelu biznesowego oraz kanwy propozycji wartości wg Osterwaldera; formułowanie hipotez biznesowych;</li> <li>W4: Weryfikowanie hipotez biznesowych w procesie modelowania biznesowego; odkrywanie klienta – zasady projektowania i przeprowadzania wywiadów z interesariuszami projektu; prototypowanie, koncepcja MVP;</li> <li>W5: Zasady prawidłowego „pitchu” projektu, prezentacji pomysłu i pracy nad jego weryfikacją i rozwojem.</li> </ul>
Projekt	<p><b>Projekt:</b> Praca nad realizacją startupu – co najmniej zakończenie etapu Customer Discovery - na projekcie własnym (w grupach):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>P0: Selekcja pomysłów na projekty, elementy debaty;</li> <li>P1: Sformułowanie hipotez biznesowych: CPS i archetypu klienta (persony),</li> <li>P2-P3: Kanwa propozycji wartości i kanwa modelu biznesowego – warsztaty nad projektami w grupach,</li> <li>P4: Zaprojektowanie wywiadów i przeprowadzenie ich,</li> <li>P5: Weryfikacja hipotez biznesowych,</li> <li>P6: Zajęcia mentoringowe</li> <li>P7: Ochrona własności przemysłowej i prawa autorskiego, jak korzystać z zasobów informacji patentowej</li> <li>P8-P9: Prezentacja końcowa projektu (w obecności gości spoza uczelni – inwestorzy, przedsiębiorcy, specjaliści).</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form pisemne, indywidualnej przedsiębiorczości – odnośnie do przedsięwzięć ambitnych i innowacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, wie jak korzystać z zasobów informacji patentowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie

### Umiejętności



**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi identyfikować i interpretować podstawowe zjawiska i procesy społeczne z wykorzystaniem wiedzy z zakresu przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem kreowania postaw przedsiębiorczych i podejmowania wyzwań związanych z rozwojem przedsiębiorczości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi komunikować się i prezentować wyniki swojej pracy zróżnicowanemu kręgowi odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student jest gotowy do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-ANRO
Nazwa przedmiotu	Anatomia robotów
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z anatomią robotów, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem wykładu jest zapoznanie studentów z konstrukcją, sposobem sterowania, metodami opisu sterowników zróżnicowanych robotów oraz podstawami matematycznymi niezbędnymi do budowy modelu kinematycznego manipulatora o strukturze szeregowej. Umożliwia to stworzenie prostego układu sterowania dla takiego manipulatora. Przedstawiona jest metoda określania parametrów Denavit-Hartenberga oraz proste i odwrotne zagadnienie kinematyki dla odpowiednio skonstruowanych manipulatorów szeregowych. Studenci uczą się różnorodnych metod sterowania robotami z naciskiem na wykorzystanie komponentowych struktur ramowych na przykładzie ROS. Metody opisu sterowników czerpią z rodziny języków UML/SysML. Laboratorium kładzie nacisk na praktyczne formy wykorzystania wiedzy z użyciem rzeczywistego robota manipulacyjnego wyposażonego w podsystem wizyjny.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

**Część I**

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

**03. Treści kształcenia**

Laboratorium	<p>W ramach laboratorium jest 6 zajęć:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zapoznanie z manipulatorem Dobot Magician, sterowanie i programowanie za pomocą oprogramowania producenta robota.</li> <li>2. Struktura ramowa ROS oraz węzeł sterowania robotem w zadaniu paletyzacji.</li> <li>3. Narzędzie RViz do wizualizacji robota oraz kinematyka prosta manipulatora.</li> <li>4. Kinematyka odwrotna manipulatora.</li> <li>5. Dokumentacja systemów opartych o ROS w MeROS.</li> <li>6. Zadanie paletyzacji ze sprzężeniem wizyjnym.</li> </ol>
Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dydaktyczne roboty manipulacyjne – platforma sprzętowa laboratorium.</li> <li>2. Omówienie komponentowych systemów sterowania robotów na przykładzie Robot Operating System (ROS).</li> <li>3. Roboty manipulacyjne – wprowadzenie.</li> <li>4. Roboty manipulacyjne – ćwiczenia praktyczne w zakresie modelowania struktur kinematycznych.</li> <li>5. Metody opisu systemów komponentowych - wprowadzenie do SysML.</li> <li>6. Metody opisu systemów sterowania na bazie ROS w oparciu o metamodel MeROS.</li> <li>7. Roboty mobilne o zmiennym sposobie lokomocji – ilustracja na przykładzie robota MiniRyś</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu układu sterowania robota, jego elementów konstrukcyjnych oraz podstawowych pojęć związanych z modelowaniem, sterowaniem i programowaniem robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu trendów rozwojowych w robotyce.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność planowania i przeprowadzania eksperymentów symulacyjnych w robotyce oraz interpretowania uzyskanych wyników i wyciągania wniosków.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06

**Część I**

Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność wykorzystywania metod analitycznych i symulacyjnych w robotyce.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność projektowania prostych urządzeń robotyki przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania struktury prostego układu sterowania robota oraz rozwiązania prostego i odwrotnego zagadnienia kinematyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność pracy w grupie, umiejętność pełnienia różnych ról podczas pracy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-APA
Nazwa przedmiotu	Aparatura automatyki i robotyki
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z aparaturą automatyki i robotyki, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest zaprezentowanie aparatury stosowanej w układach automatyki. Wykład kładzie nacisk na praktyczne zastosowania prezentowanych urządzeń oraz uczy sposobów projektowania układów automatyki. Wykład podzielony jest na dwa główne działy, związane z trzema głównymi elementami układu automatyki – urządzeniach wykonawczych, urządzeniach pomiarowych oraz urządzeniach sterujących. W ramach wykładu omawiane są również kwestie bezpieczeństwa, w szczególności normy, z którymi każdy inżynier automatyk powinien być zaznajomiony. Celem zajęć laboratoryjnych jest zapoznanie studentów z najważniejszymi urządzeniami aparatury automatyki i robotyki. Laboratoria podzielone są na część eksperymentalną oraz część, podczas której studenci prezentują przygotowane przez siebie referaty związane z zakresem przedmiotu.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

**Część I**

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

**03. Treści kształcenia**

Laboratorium	Wykład uzupełniony jest przez laboratorium, które jest wprowadzeniem do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Zajęcia laboratoryjne podzielone są na dwa bloki. W pierwszym bloku studenci zapoznają się z podstawowymi urządzeniami aparatury automatyki i robotyki: czujnikami oraz silnikami. Natomiast w ramach drugiego bloku, studenci przygotowują prezentacje oraz artykuły popularnonaukowe związane z zakresem przedmiotu
--------------	---

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie: automatyka - pojęcia podstawowe i definicje; sterowanie w układzie zamkniętym i otwartym, przykłady takich układów. Układy regulacji automatycznej - pojęcia podstawowe i definicje. Punkt PA (pomiarowy i/lub układ sterowania automatycznego).</li><li>2. Urządzenia wykonawcze: rola i miejsce elementów wykonawczych w systemie pomiarów i automatyki, Silnik mechaniczny, Elektromagnes, Elektryczny silnik liniowy, Elektryczny silnik obrotowy, Silnik prądu stałego.</li><li>3. Silniki prądu przemiennego: porównanie cech użytkowych silników prądu przemiennego i ich zastosowania, Silniki indukcyjne (asynchroniczne), Porównanie cech użytkowych silników skokowych (krokowych) i ich zastosowania.</li><li>4. Przekładnie, Siłowniki pneumatyczne i hydrauliczne, nastawniki - zawory: przekładnie mechaniczne, zębate, śrubowa-toczna, wielostopniowa, planetarna, ślimakowa, falowa, siłowniki pneumatyczne i hydrauliczne, Zawory przelotowe, Charakterystyki otwarcia zaworów, Kształty grzybków zaworów.</li><li>5. Bezpieczeństwo, standardy, urządzenia pomocnicze: wprowadzenie, cele związane z bezpieczeństwem urządzeń elektrycznych (UEL) i drogi prowadzące do tych celów, środki minimalizujące zagrożenie; Normy dotyczące bezpieczeństwa UEL, przekaźnik, stycznik, podstawowe charakterystyki, właściwości czasowe, zasady stosowania</li><li>6. Mikrokontrolery: Własności mikrokontrolerów; Architektura mikrokontrolerów; Pamięć mikrokontrolerów; Urządzenia peryferyjne mikrokontrolerów; Przykłady mikrokontrolerów</li><li>7. Urządzenia pomiarowe - wprowadzenie: rola zmysłów u zwierząt, zadania czujników i przetworników pomiarowych w układach regulacji automatycznej, klasyfikacja urządzeń pomiarowych, wyjaśnienie podstawowych pojęć, klasyfikacja pomiarów i metod pomiarowych.</li><li>8. Urządzenia pomiarowe - pomiary temperatury: definicja, jednostki i skale temperatury, klasyfikacja i omówienie termometrów, ich budowy i cech, przykłady urządzeń obecnych na rynku.</li><li>9. Urządzenia pomiarowe - pomiary ciśnienia: definicja i jednostki ciśnienia, działanie ciśnieniomierzy ze względu na rodzaj wykorzystywanych zjawisk, omówienie urządzeń obecnych na rynku.</li><li>10. Urządzenia pomiarowe - pomiary poziomu: omówienie cech oraz zasad działania poziomomierzy zastosowanie, przykłady.</li><li>11. Urządzenia pomiarowe - pomiary parametrów przepływu: metrologia przepływów, klasyfikacja przepływomierzy, charakterystyczne wartości przepływomierzy, cechy, zasady działania, przykłady.</li><li>12. Urządzenia pomiarowe - czujniki robotów: cel stosowania czujników w robotyce, klasyfikacja układów sensorycznych robotów, przykłady czujników w robotach usługowych i autonomicznych samochodach, proprioreceptory, telereceptory, kontaktoreceptory.</li></ol>
--------	---

**Część I**

	<p>13. Serwowzmacniacze i serwofalowniki (falowniki): funkcja serwowzmacniacza w systemie sterowania silnikiem, Pomocnicze urządzenia elektroniczne stosowane w serwonapędach: enkodery, czujniki hallotronowe, prądnice tachometryczne. Schemat blokowy i konfiguracja falownika.</p> <p>14. Urządzenia pomiarowe - pomiar lepkości, gęstości, wilgotności, przewodności cieczy, pH i zawartości tlenu w cieczy.</p>
--	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość urządzeń wykonawczych, pomiarowych i sterujących, stosowanych w układach automatyki i robotach, znajomość kwestii bezpieczeństwa i odpowiednich norm.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość trendów rozwojowych z zakresu automatyki i robotyki, elektroniki oraz informatyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość wiedzy o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość podstawowych metod, technik, narzędzi i materiałów stosowanych przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu automatyki i robotyki oraz programów komputerowych wspomagających projektowanie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – dostrzegania ich aspektów systemowych i pozatechnicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność dokonania wstępnej oceny ekonomicznej podejmowanych działań Inżynierskich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność dobrania odpowiedniego sprzętu automatyki i robotyki do realizacji rozwiązywanego zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04



**Część I**

Opis	Umiejętność oceny przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym, charakterystycznego dla automatyki i robotyki oraz wybrania i zastosowania właściwej metody i narzędzia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność pracy w grupie, umiejętność pełnienia różnych ról podczas pracy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-DIPR
Nazwa przedmiotu	Diagnostyka procesów przemysłowych
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z diagnostyką procesów, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych metod diagnostyki procesów przemysłowych oraz sterowania w sytuacji awarii. Studenci zostają zapoznani z zagadnieniami modelowania obiektów na potrzeby metod detekcji, lokalizacji oraz rozróżnialności uszkodzeń. Przybliżona jest koncepcja struktur rekonfigurowalnych i tolerujących uszkodzenia. Przedstawiona jest diagnostyka urządzeń inteligentnych oraz powiązanie diagnostyki z systemami automatyki DCS i SCADA, a także systemami utrzymania ruchu.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>Zajęcia laboratoryjne stanowią wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Pięć zadań laboratoryjnych (wszystkie ćwiczenia trwają po 3h, punktowane są w skali 0- 10pkt.), których celem jest zaprojektowanie i przebadanie wskazanych metod diagnostycznych, zbudowanie układu regulacji tolerującego awarię czujnika pomiarowego, zaznajomienie z obsługą sytuacji awaryjnych w systemach automatyki SCADA i DCS. W trakcie pracy wykorzystywany jest pakiet MATLAB oraz obiekty laboratoryjne automatyki.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Laboratorium 1: Detekcja sytuacji awaryjnych – zaprojektowanie algorytmów detekcji.</li><li>2. Laboratorium 2: Opracowanie, implementacja i weryfikacja modeli diagnostycznych.</li><li>3. Laboratorium 3: Problem sterowania w sytuacji awarii czujnika pomiarowego – zastosowanie modelu (z ćwiczenia 2) do odtwarzania pomiaru i sterowanie w oparciu o model.</li><li>4. Laboratorium 4: Monitorowanie pracy urządzeń – implementacja wskaźników w systemie automatyki DCS i SCADA.</li><li>5. Laboratorium 5: System alarmowania – implementacja alarmów, archiwizacja, obsługa zdarzeń.</li></ol>
--------------	--

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wstęp – przegląd dziedziny. Procesy ciągłe jako obiekty diagnostyki. Zakres i obszar diagnostyki procesów przemysłowych. Diagnostyka pomiarów, układów regulacji, procesów i systemów sterujących. Bezpieczeństwo, stany awaryjne i ich obsługa w systemach sterowania. Metody predykcji i zapobiegania. Systemy wspierające.</li><li>2. Modelowanie obiektów na potrzeby diagnostyki. Rola modelu w procesie diagnostyki. Przegląd struktur modeli oraz metody identyfikacji. Sposoby wykorzystania (przykłady) modeli w metodologii diagnostyki przemysłowej.</li><li>3. Detekcja uszkodzeń. Detekcja uszkodzeń na podstawie modeli. Metody kontroli prostych zależności i ograniczeń.</li><li>4. Lokalizacja uszkodzeń. Binarne macierze diagnostyczne. Wnioskowanie równoległe i szeregowe, uszkodzenia pojedyncze i wielokrotne. Klasyfikatory, metody statystyczne, rozpoznawanie obrazów.</li><li>5. Rozróżnialność uszkodzeń. Binarne macierze diagnostyczne i tablice stanów. Metoda analizy dynamiki powstawania symptomów.</li><li>6. Metody analizy sygnałów. Klasyfikacja sygnałów. Metody przetwarzania i wyznaczania cech w dziedzinie czasu i częstotliwości. Metody parametryczne i nieparametryczne. Diagnostyka w oparciu o cechy sygnałów.</li><li>7. Struktury i algorytmy tolerujące uszkodzenia. Regulacja wielowymiarowa, rekonfigurowalna. Metody postępowania w przypadku uszkodzenia torów pomiarowych i wykonawczych.</li><li>8. Diagnostyka inteligentnych urządzeń automatyki. Diagnostyka on-line i off-line. Diagnostyka rozproszona i wbudowana. Funkcje wbudowane w inteligentne urządzenia. Inteligentne przetworniki tolerujące uszkodzenia. Inteligentne urządzenia wykonawcze. Alarmowanie i sytuacje awaryjne.</li><li>9. Systemy informatyczne a diagnostyka. Systemy informatyczne przedsiębiorstw. Powiązanie systemy automatyki DCS i SCADA z systemami Utrzymania ruchu. Systemy CMMS, RPM, koncepcja TPM (Total Preventive Maintenance), koncepcja Predictive Maintenance.</li><li>10. Zastosowania przemysłowe. Przykładowe zastosowanie diagnostyki w dużych obiektach przemysłowych.</li></ol>
--------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat najważniejszych metody diagnostyki stosowanych we współczesnych systemach automatyki, zarówno klasyczne, jak i oparte na sztucznej inteligencji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat metod, technik i narzędzi stosowanych przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu diagnostyki procesowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

### Umiejętności

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność dokonania identyfikacji i sformułowania specyfikacji prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym, charakterystycznych dla problemów diagnostyki w systemach automatyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U13
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność oceny przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym z obszaru diagnostyki w systemach sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność projektowania i realizacji prostych algorytmów diagnostycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność analizy pracy metod diagnostycznych uruchomianych w systemach sterowania procesów przemysłowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-STERO
Nazwa przedmiotu	Sterowanie i symulacja robotów
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest wprowadzenie studentów w systemy sterowania robotami oraz metody symulacji robotów wraz z ich środowiskiem. Przedmiot dotyczy zarówno robotów manipulacyjnych jak i mobilnych. Studenci zapoznają się z metodami strukturyzacji systemów sterowania robotami, a także formułowania i implementacji zadań robotów. Istotnym aspektem przedmiotu jest opanowanie metod dokumentacji systemów sterowania robotami. W części poświęconej manipulatorom nacisk położony jest na opanowanie zadawania ruchu w różnych trybach (w przestrzeni konfiguracyjnej, operacyjnej, z wykorzystaniem sprzężenia od dodatkowych czujników). Przewiduje się uruchamianie zadań zarówno w środowisku symulacyjnym jak i opcjonalnie na rzeczywistym sprzęcie. Część poświęcona robotom mobilnym koncentruje się na praktycznych zagadnieniach nawigacji, w szczególności planowaniu ścieżki oraz samolokalizacji z wykorzystaniem odpowiednich czujników.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze**

Laboratorium	30.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	75	3.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	125	5.00

**Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:**

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
---	----

Część I	
Inne godziny kontaktowe	15
Razem	75

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

### 03. Treści kształcenia

Ćwiczenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blok manipulacyjny: Omówienie zagadnień poruszanych na laboratoriach i istotnych z punktu widzenia realizacji projektów. W szczególności obejmuje to metody syntezy sterowników robotów, bezpieczeństwa badań, metody sterowania robotami manipulacyjnymi, metod i narzędzi niezbędnych w realizacji projektu.</li> <li>Blok mobilny: Omówienie robota usługowego TIAGo Omówienie zagadnień poruszanych na laboratoriach i istotnych z punktu widzenia realizacji projektów. W szczególności obejmuje to metody syntezy sterowników robotów, bezpieczeństwa badań, metody sterowania robotami mobilnymi oraz nawigację robotami.</li> </ul>
Laboratorium	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blok manipulacyjny: Laboratorium 1: Uruchomienie symulowanego systemu sterowania robota manipulacyjnego, zadanie prostych trajektorii, zapoznanie się z narzędziami do wizualizacji stanu robota oraz jego ograniczeń, zapoznanie się z ograniczeniami robota i możliwym zakresem ruchu. Laboratorium 2: Zademonstrowanie i rozwinięcie rezultatów uzyskanych podczas projektu pierwszego. Laboratorium 3: Zademonstrowanie i rozwinięcie rezultatów uzyskanych podczas projektu drugiego.</li> <li>Blok mobilny: Laboratorium 4: Uruchomienie środowiska symulacji robota mobilnego, podstawy nawigacji. Laboratorium 5: Budowa i wykorzystanie własnych środowisk symulacji robota mobilnego Laboratorium 6: Badanie metod lokalizacji robota.</li> </ul>
Projekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blok manipulacyjny: Projekt 1: Program sterujący robotem manipulacyjnym, który spowoduje, że robot chwyci, przeniesie i odłoży obiekt w wybrane miejsce. Projekt 2: Programu sterujący robotem manipulacyjnym, w celu manipulacji obiektami o wewnętrznych stopniach swobody - otwieranie drzwi szafki.</li> <li>Projekt 3: Program sterujący robotem mobilnym, badający jakość odometrii robota mobilnego. Projekt 4: Program integrujący popularne algorytmy wykorzystywane w nawigacji robota mobilnego. Program ten realizuje system nawigacji robota poruszającego się w dynamicznym środowisku.</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień związanych ze sterowaniem robotami mobilnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień związanych ze sterowaniem manipulatorami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień związanych z symulacją struktur mechanicznych w ruchu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność programowania robotów mobilnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność programowania robotów manipulacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentów, przedstawienia wyników badań w formie sprawozdania, umiejętność uczestniczenia w dyskusji na temat wykonanej pracy i umiejętność przekonującego przedstawienia zalet i wad zastosowanego rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05, U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność wykorzystania symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Świadomość odpowiedzialności w działalności inżynierskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-STP
Nazwa przedmiotu	Sterowanie procesami
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane ze sterowaniem automatycznym, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych oraz bardziej zaawansowanych struktur i algorytmów sterowania ciągłymi obiektami dynamicznymi o jednym wejściu i jednym wyjściu (SISO – ang. Single Input Single Output), w tym procesami przemysłowymi. Rozważa się algorytmy regulacji z czasem ciągłym, ich dyskretne (cyfrowe) realizacje oraz algorytmy projektowane z czasem dyskretnym. Omawiane są: metoda sprzężenia od stanu, algorytmy i struktury regulacji PID, algorytmy regulacji predykcyjnej DMC (ang. Dynamic Matrix Control) i GPC (ang. Generalized Predictive Control), algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyty algorytm regulacji predykcyjnej), warstwowa struktura sterowania przemysłowego z nadrzędną warstwą optymalizacji ekonomicznej. Ilustrację wykładu stanowią liczne przykłady przedstawiane w trakcie zajęć. Do syntezy układów regulacji wykorzystuje się pakiet MATLAB/Simulink.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Wykład	30.00 h	
Projekt	15.00 h	
Ćwiczenia	15.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	60	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	40	1.60
Razem	100	4.00

## Część I

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	60

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	40
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wstęp: Procesy dynamiczne jako obiekty sterowania, klasy modeli procesów dynamicznych (liniowe/ nieliniowe, równania stanu/transmitancje), przegląd metod projektowania układów regulacji. Przykłady wykorzystania algorytmów regulacji: sterowanie satelity telekomunikacyjnego, sterowanie samolotu o pionowym starcie (VTOL - ang. Vertical Take-off and Landing), sterowanie pojazdu marsjańskiego, sterowanie kolumny destylacyjnej. Prezentacja pakietu MATLAB/Simulink: modelowanie procesów, synteza i symulacji układów sterowania.</li><li>2. Metody przestrzeni stanów: Modele ciągłych procesów dynamicznych w przestrzeni stanów i w postaci transmitancji, sterowalność i obserwowalność, przechodzenie od modelu w przestrzeni stanów do transmitancji (i odwrotnie), wybór zmiennych stanu - modelowanie.</li><li>3. Przesuwanie biegunów za pomocą sprzężenia od stanu: projektowanie układu regulacji metodą przesuwania biegunów układu zamkniętego, dobór biegunów układu zamkniętego, wielokryterialna ocena jakości regulacji, niezerowe punkty pracy.</li><li>4. Estymacja wartości niedostępnych pomiarowo zmiennych stanu: Projektowanie obserwatorów pełnego i zredukowanego rzędu, dobór biegunów obserwatora, zasada separowalności, wymuszanie zerowego uchybu ustalonego (układy regulacji z całkowaniem).</li><li>5. Dyskretne (cyfrowe) układy regulacji: Pośrednie (emulacja) oraz bezpośrednie metody projektowania dyskretnych algorytmów regulacji, cyfrowe realizacje algorytmu PID, transmitancja dyskretna, modele ARX, symulacja dyskretnych algorytmów regulacji.</li><li>6. Opis procesu dyskretnego w przestrzeni stanów: sterowalność i obserwowalność procesów dyskretnych, przechodzenie od modelu dyskretnego w przestrzeni stanów do transmitancji dyskretniej (i odwrotnie), wybór zmiennych stanu - modelowanie, przechodzenie od ciągłych równań stanu do dyskretnych.</li><li>7. Projektowanie dyskretnych układów regulacji metodą sprzężenia od stanu: dyskretnie obserwatory stanu pełnego i zredukowanego rzędu.</li><li>8. Regulacja PID: wielokryterialna ocena jakości regulacji (konflikt między dokładnością i odpornością), uwzględnianie ograniczeń sygnału sterującego w algorytmie PID, kompensacja wpływu mierzonych zakłóceń w regulacji PID (układy otwarto-zamknięte), regulacja kaskadowa.</li><li>9. Regulacja predykcyjna: zasada regulacji predykcyjnej, klasy algorytmów regulacji predykcyjnej, model odpowiedzi skokowych, związek między transmitancją a modelem odpowiedzi skokowej, algorytm DMC w wersji analitycznej bez ograniczeń, strojenie algorytmu DMC.</li><li>10. Uwzględnianie ograniczeń w analitycznej wersji algorytmu DMC, wersja numeryczna (z ograniczeniami) algorytmu DMC.</li><li>11. Algorytm GPC w wersji analitycznej i numeryczne</li><li>12. Nieliniowa regulacja rozmyta: systemy rozmyte typu Takagi-Sugeno, rozmyty algorytm regulacji PID, rozmyty algorytm regulacji ze sprzężeniem od stanu, rozmyty algorytm regulacji predykcyjnej DMC, rozmyty algorytm regulacji predykcyjnej GPC.</li></ol>
--------	---

**Część I**

	13. Warstwowa struktura sterowania przemysłowego z nadrzędną warstwą optymalizacji ekonomicznej.
Projekt	Projekt stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. W trakcie projektu studenci wykonują dwa projekty. Tematyka pierwszego projektu związana jest z algorytmami regulacji w przestrzeni stanów oraz estymacją stanu, natomiast celem drugiego projektu jest zaprojektowanie algorytmów regulacji predykcyjnej. W trakcie prac wykorzystuje się pakiet MATLAB/Simulink.
Ćwiczenia	Celem ćwiczeń jest omówienie na przykładach skuteczności metod i algorytmów prezentowanych na wykładach. Wykorzystywany jest pakiet MATLAB/Simulink.

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość najważniejszych klas modeli dynamicznych: modele liniowe i nieliniowe, modele z czasem ciągłym i dyskretnym, modele w przestrzeni stanu i modele transmitancyjne, znajomość metod konwersji najważniejszych klas modeli.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość podstawowych metod syntezy układów regulacji (zarówno procesów ciągłych jak i dyskretnych): regulator PID i jego modyfikacje, regulator ze sprzężeniem od stanu, znajomość metod projektowania obserwatorów stanu pełnego i zredukowanego rzędu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość zaawansowanych metod syntezy układów regulacji (procesów dyskretnych): algorytmy regulacji predykcyjnej DMC i GPC, algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyte algorytmy regulacji predykcyjnej).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość metod wielokryterialnej oceny jakości regulacji układu regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość programów komputerowych służących do projektowania i symulacji algorytmów regulacji (np. MATLAB/Simulink).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
-------------------	-----

**Część I**

Opis	Umiejętność konwersji najważniejszych klas modeli dynamicznych (przejście od modelu w przestrzeni stanu do modelu transmitancyjnego i odwrotnie, dyskretyzacja modeli ciągłych).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność zaprojektowania podstawowych układów regulacji (zarówno procesów ciągłych jak i dyskretnych): regulator PID i jego modyfikacje, regulator ze sprzężeniem od stanu, umiejętność zaprojektowania obserwatorów stanu pełnego i zredukowanego rzędu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaprojektowania zaawansowanych układów regulacji (procesów dyskretnych): algorytmy regulacji predykcyjnej DMC i GPC, algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyte algorytmy regulacji predykcyjnej).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność wielokryterialnej oceny jakości regulacji układu regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność posługiwania się programami komputerowymi służącymi do projektowania i symulacji algorytmów regulacji (np. MATLAB/Simulink), umiejętność napisania własnych programów do symulacji dyskretnych algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-SP
Nazwa przedmiotu	Sterowniki programowalne
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane ze sterownikami programowalnymi, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest prezentacja możliwości sterowników programowalnych - najpopularniejszych urządzeń sterujących współczesnej automatyki. Rozważane są przede wszystkim zagadnienia dotyczące języków programowania i algorytmów sterowania, w mniejszym stopniu - zagadnienia sprzętowe. Działanie sterowników jest prezentowane w kontekście ich współpracy z najczęściej stosowanymi w przemyśle urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi w rozproszonych systemach automatyki.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	100	4.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	0	0.00
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	55	
Razem	100	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	0	

## Część I

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sterowanie binarne. Wyjaśnienie pojęcia. Potrzeba i ograniczenia sterowania binarnego. Sterowanie binarne a sterowanie ciągłe.</li><li>2. Historia i ewolucja układów sterowania binarnego (przełączniki, cyfrowe układy scalone, mikroprocesory).</li><li>3. Zalety i wady programowalnych układów sterowania w porównaniu z klasycznymi układami sprzętowymi.</li><li>4. Budowa sterowników. Sterowniki wielo- i jednomodułowe, programatory, pulpity operatorskie, wyświetlacze.</li><li>5. Współpraca sterowników z obiektami. Układy wejść i wyjść. Rodzaje czujników pomiarowych i elementów wykonawczych.</li><li>6. Podstawowe cechy systemu operacyjnego sterownika. Pętla programowa. Szeregowość pracy programu a szybkość reakcji sterownika. Obraz procesu.</li><li>7. Typy zmiennych i zasady adresowania.</li><li>8. Przegląd języków programowania sterowników. Geneza, zalety i wady różnych typów języków. Norma IEC 1131.</li><li>9. Język drabinkowy jako najprostszy i najpopularniejszy język programowania sterowników. Podstawowe symbole. Zasada konstruowania schematu stykowego.</li><li>10. Programowanie zadań sekwencyjnych.</li><li>11. Układy licznikowe i uzależnień czasowych jako elementy programu.</li><li>12. Przykłady typowych, przemysłowych zadań sterowania.</li><li>13. Specyfika współpracy sterowników z elektropneumatycznymi elementami wykonawczymi.</li><li>14. Języki wyższego poziomu. Tekst strukturalny. Język funkcji sekwencyjnych.</li><li>15. Programy wielomodułowe i wieloprogramowość.</li><li>16. Przykłady złożonych zadań sterowania - systemy mechatroniki.</li><li>17. Sieci przemysłowe. Sieci polowe. Standard PROFIBUS. Sieci "inteligentnych" czujników i elementów wykonawczych - ASI.</li></ol>
Laboratorium	<p>Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. W ćwiczeniach są wykorzystywane stanowiska laboratoryjne wyposażone w sterowniki S7-200 współpracujące z oprogramowaniem narzędziowym MicroWin i wizualizacyjnym ProToolPro (wyroby firmy SIEMENS).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ćwiczenie 1 (2h). Zadanie kombinacyjne. Prosty problem sekwencyjny. (symulowane obiekty sterowania)</li><li>• Ćwiczenie 2 (4h). Złożony problem sekwencyjny. (symulowane obiekty sterowania)</li><li>• Ćwiczenie 3 (4h). Problem sekwencyjny angażujący układy licznikowe i uzależnienia czasowe. (symulowane obiekty sterowania)</li><li>• Ćwiczenie 4 (5h). Sterowanie rzeczywistym obiektem - manipulatorem elektropneumatycznym. Programowanie złożonej sekwencji ruchów.</li></ul>

#### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat roli, jaką pełnią sterowniki programowalne w systemach automatyzacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W09
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość sposobu działania systemu operacyjnego sterownika programowalnego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość stosowanych języków programowania sterowników programowalnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność korzystania ze środowiska programowania sterowników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność programowania kombinacyjnych i sekwencyjnych zadań sterowania binarnego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność planowania złożonego zadania sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność pracy w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-SMS
Nazwa przedmiotu	Systemy mikroprocesorowe w sterowaniu
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	<p>Przedmiot prezentuje treści związane z systemami mikroprocesorowymi w sterowaniu, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie metodyki projektowania, programowania i testowania systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu i automatyce (w czasie rzeczywistym), przy uwzględnieniu obowiązujących standardów przemysłowych oraz norm bezpieczeństwa. W trakcie wykładu omawiane są bloki funkcjonalne współczesnych systemów mikroprocesorowych oraz sposób ich wykorzystania w projektowanym systemie sterującym. Omawia się wszystkie etapy prac: sformułowanie problemu, opracowanie wstępnej koncepcji systemu, projekt sprzętowy systemu, przygotowanie oprogramowania, uruchamianie sprzętu i oprogramowania, testy środowiskowe, wdrożenie produkcyjne, certyfikację, wprowadzenie na rynek i walidację. Podczas opracowania systemu uwzględnia się wymogi technologii produkcji, systemu zapewnienia jakości oraz wymogi prawne Ustawy o Ocenie Zgodności (oznaczanie znakiem CE). W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci mają możliwość zaprojektowania mikroprocesorowego systemu sterowania procesem laboratoryjnego działającego w czasie rzeczywistym. W trakcie wykładu i zajęć laboratoryjnych wykorzystuje się współcześnie produkowane mikroprocesory wbudowane 32 bitowe o architekturze ARM Cortex.</p>
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b> <b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:	

## Część I

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	70

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

### 03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. 10 zajęć laboratoryjnych (każde zajęcia trwają 3h), które składają się z 4 ćwiczeń punktowanych w skali 0-5 pkt. oraz trzech zadań projektowych punktowanych w skali 0-10 pkt. Ćwiczenia laboratoryjne odbywają się w ramach pierwszych 4 zajęć. Zadania projektowe są realizowane w trakcie kolejnych 6 zajęć. W trakcie pracy wykorzystywane są płytki z mikroprocesorami (z rdzeniem M3 i M7), a także wiele sprzętu dodatkowego (czujniki, wyświetlacze, klawiatury) oraz obiekty laboratoryjne automatyki.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ćwiczenie 1. Praca z zestawem uruchomieniowym, praca krokowa, debugowanie. Przygotowywanie i uruchomienie prostych programów: obsługa portów wejścia-wyjścia, obsługa wyświetlacza tekstowego LCD, sterowanie szerokością impulsu, przetwornik analogowo-cyfrowy.</li><li>• Ćwiczenie 2. Wykorzystanie systemu przerwań. Timery. Obsługa prostych czujników i urządzeń wykonawczych mikroprocesorowego systemu automatyki przy wykorzystaniu systemu przerwań.</li><li>• Ćwiczenie 3. Obsługa złożonych czujników i urządzeń wykonawczych mikroprocesorowego systemu automatyki (standard komunikacyjny I<sup>2</sup>C lub SPI). Pętla prądowa 4-20 mA. Transmisja szeregową - standard Modbus RTU.</li><li>• Ćwiczenie 4. Obsługa wyświetlacza graficznego LCD (panelu dotykowego). Wykorzystanie jednostki zmiennopozycyjnej do przetwarzania sygnałów.</li><li>• Projekt 1. Implementacja algorytmów regulacji PID i DMC prostego procesu dynamicznego. Interfejs użytkownika. Archiwizacja pomiarów. Dobór nastaw algorytmów. Badania porównawcze</li><li>• Projekt 2. Identyfikacja modeli (typu odpowiedzi skokowej) procesu laboratoryjnego. Implementacja algorytmu regulacji DMC. Dobór nastaw algorytmu. Badania porównawcze.</li><li>• Projekt 3. Konfiguracja systemu operacyjnego czasu rzeczywistego FreeRTOS oraz implementacja dwóch algorytmów regulacji działających współbieżnie.</li></ul>
--------------	--

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie. Specyfika i struktura systemu mikroprocesorowego automatyki przeznaczonego do sterowania w czasie rzeczywistym.</li><li>2. Specyfika i etapy projektowania systemu mikroprocesorowego automatyki: sformułowanie problemu, opracowanie wstępnej koncepcji systemu, projekt sprzętowy systemu, przygotowanie oprogramowania, uruchamianie sprzętu i oprogramowania, testy środowiskowe, wdrożenie produkcyjne, certyfikacja, wprowadzenie na rynek i walidacja.</li><li>3. Przegląd współcześnie dostępnych platform sprzętowych pod kątem zastosowania w systemie automatyki. Wybór platformy.</li><li>4. Architektura rdzenia Cortex-M. Tryby adresowania, lista rozkazów.</li><li>5. Zestaw uruchomieniowy, złącze JTAG. Oprogramowanie narzędziowe. Przygotowywanie, uruchamianie i testowanie programów.</li><li>6. Bloki funkcjonalne mikroprocesora oraz ich wykorzystanie w budowanym systemie sterującym automatyki. Sygnały zegarowe, układy czasowe, watchdog.</li><li>7. Przerwania maskowalne i niemaskowalne oraz ich wykorzystanie w budowanym systemie sterującym automatyki, blok NVIC, priorytety przerwania, tablica wektorów przerwania, program obsługi przerwania.</li><li>8. Porty wejścia-wyjścia, obsługa podstawowych urządzeń wejścia-wyjścia: klawiatura, wyświetlacz LED/LCD, odczyt stanów, wyjście z otwartym kolektorem, problemy praktyczne (np. odbicia styków).</li><li>9. Sterowanie silników: generacja sygnału PWM, pomiar parametrów wejściowego sygnału PWM.</li><li>10. Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA) i jego wykorzystanie w mikroprocesorowym systemie automatyki, współpraca układów czasowych z kontrolerem DMA</li><li>11. Przetworniki analogowo-cyfrowe (A/C) i cyfrowo-analogowe (C/A) wbudowane i zewnętrzne w zastosowaniu do komunikacji z urządzeniami automatyki. Standard przemysłowy 4-20 mA i 0-10 V. Współpraca przetworników z układem DMA i przerwaniami.</li><li>12. Transmisja szeregową. Warstwy i funkcje modelu ISO/OSI wykorzystywane w warunkach przemysłowych. Warstwa fizyczna RS-232, RS-422 i RS-485. Interfejs I2C. Warstwa łącza danych, ramki, obliczanie sumy kontrolnej (CRC). Przemysłowe protokoły transmisji na przykładzie protokołów</li><li>13. Modbus ASCII, Modbus RTU i Gaz-Modem 3. Warstwa sesji.</li><li>14. Reprezentacja liczb w komputerze, kod U2, liczby zmiennie-przecinkowe krótkie i długie. Koprocesor arytmetyczny lub realizacja programowa.</li><li>15. Przykład zastosowania obliczeń zmiennoprzecinkowych w systemie mikroprocesorowym automatyki: implementacja algorytmów regulacji PID i predykcyjnej.</li><li>16. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w mikroprocesorowym systemie automatyki, szybka transformata Fouriera (FFT).</li></ol>
--------	---

## Część I

	<p>17. Zalety i wady dostępnych na rynku systemów czasu rzeczywistego (FreeRTOS, QNX, RTLinux) w zastosowaniu do sterowania.</p> <p>18. Zasady projektowania płyt drukowanych z uwzględnieniem odporności EMC, warstwy, prowadzenie mas i zasilania. EMC – kompatybilność elektromagnetyczna: emisja i odporność, Burst, ESD, Surge, Transients, RF.</p> <p>19. Projektowanie mikroprocesorowego systemu automatyki przy uwzględnieniu obowiązujących norm. Dyrektywy ATEX, MID i RTTE. Metrologia prawna.</p> <p>20. Wdrożenie produkcyjne: technologie lutowania (fala do elementów przewlekanych i lutowanie rozplływowe do powierzchniowych). Umieszczanie znaczników na płytach do pozycjonowania przy nanoszeniu pasty i układaniu elementów. Rodzaje obudów i uwzględnienie rozkładu temperatur w procesie lutowania przy projekcie płyty. Jakość w produkcji: wilgoć (hermetyzowanie laminatów), strefy ochrony od ESD. System jakości ISO9001. Badania jakości w komorach klimatycznych, klasy klimatyczne wyrobów, szczelność obudów IP. Badania końcowe. Serwis i obsługa, statystyki awarii, działania korygujące. Walidacja.</p> <p>21. Wprowadzenie systemu na rynek. Zasady ogólne oznaczania wyrobów znakiem CE: moduły od A do H, normy zharmonizowane, notyfikowane, wymagania i badania, certyfikacja.</p>
--	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat sposobu działania współczesnych systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu projektowania, programowania i testowania systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu standardów przemysłowych oraz norm bezpieczeństwa, które mają spełniać systemy mikroprocesorowe znajdujące zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania, programowania i testowania systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, świadomość związanej z tym odpowiedzialnością za podejmowane decyzje.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-WR
Nazwa przedmiotu	Wstęp do robotyki
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z robotyką, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przegląd podstawowych zagadnień z pogranicza robotyki i sztucznej inteligencji. Omawiane są elementy składowe robotów - efektory, czujniki, układ lokomocji, układ sterowania komputerowego. Przedstawiane są zagadnienia kinematyki robotów mobilnych i manipulatorów. Rozważany jest - kluczowy dla praktycznych zastosowań robotów mobilnych - problem nawigacji, w tym zadania samo-lokalizacji robota, planowania ścieżek ruchu i tworzenia map otoczenia. Omawiane są czujniki wykorzystywane do zbierania informacji o otoczeniu. Prezentowana jest także problematyka uczenia się robotów jako przykład uczenia maszynowego oraz wprowadzenie do systemów wielorobotowych/wieloagentowych. Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie z praktycznymi problemami konstruowania, planowania ruchu i sterowania robotów. Są one także przykładem tworzenia oprogramowania dla układów wbudowanych. Wykonywane ćwiczenia polegają na zaprojektowaniu i zbudowaniu z klocków robota, opracowaniu algorytmu sterowania oraz jego implementacji programowej w środowisku BrickOS będącym systemem operacyjnym dla mikrosterownika RCX.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80

## Część I

Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	70

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

### 03. Treści kształcenia

Laboratorium	Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie z praktycznymi problemami konstruowania, planowania ruchu i sterowania robotów. Są one także przykładem tworzenia oprogramowania dla układów wbudowanych. Wykonywane ćwiczenia polegają na zaprojektowaniu i zbudowaniu z klocków robota, opracowaniu algorytmu sterowania oraz jego implementacji programowej w środowisku BrickOS będącym systemem operacyjnym dla mikrosterownika RCX.
--------------	--

## Część I

Wykład

1. Podstawowe pojęcia z dziedziny robotyki: krótka historia robotyki, działy robotyki, definicje robota i elementy składowe systemu robotycznego: efektory, czujniki, układ lokomocji, układ sterowania komputerowego.
2. Rodzaje robotów i ich charakterystyka oraz zastosowania: roboty mobilne (pojazdy autonomiczne, maszyny kroczące), roboty humanoidalne, roboty manipulacyjne, roboty usługowe, roboty specjalne, itp.
3. Budowa i programowanie robotów modułowych - zestawy Lego Mindstorms: budowa i funkcje mikrosterownika RCX, architektura i cechy systemu operacyjnego BrickOS. Specyfika tworzenia oprogramowania dla układów wbudowanych na przykładzie mikrosterownika RCX: programowanie robotów w środowisku BrickOS, kompilator skrośny język C - kod RCX, komunikacja sieciowa przez łącze podczerwone.
4. Opis położenia i orientacji: podstawowe pojęcia matematyczne, wybrane reprezentacje położenia i orientacji, macierz przekształcenia jednorodnego.
5. Wprowadzenie w podstawowe zagadnienia kinematyki: struktury kinematyczne manipulatorów robotów, kinematyka manipulatorów - proste i odwrotne zadanie kinematyki.
6. Podstawowe rodzaje baz jezdnych (układów lokomocji) robotów mobilnych i ich charakterystyka. Roboty kołowe - rodzaje kół. Napędy kołowe: różnicowy, synchroniczny, wielokierunkowy, Ackermana.
7. Maszyny kroczące. Wprowadzenie, rodzaje maszyn kroczących, wzorce biologiczne.
8. Kinematyka robotów mobilnych: równania ruchu prostych robotów kołowych, pojęcia mobilności, sterowności i manewrowalności robotów kołowych, ograniczenia ruchu - więzy holonomiczne i nieholonomiczne, opis i klasyfikacja prostych robotów trójkołowych.
9. Czujniki stosowane w robotach i przetwarzanie informacji z czujników: klasyfikacja czujników, typy czujników: odometryczne (enkodery optyczne, rezolwery), dotykowe, zbliżeniowe, odległości, kierunku, kamery wizyjne. Interpretacja i wykorzystanie danych z czujników pomiarowych.
10. Zagadnienie autonomicznej nawigacji robota mobilnego: samo-lokalizacja, planowanie ścieżki, tworzenie mapy środowiska. Sformułowanie problemu i stosowane rozwiązania.
11. Przegląd i porównanie metod i algorytmów sterowania robotów: sterowanie reaktywne, behawioralne, bazujące na modelu, metody hybrydowe.
12. Uczenie się robotów/agentów: cele i rodzaje (sposoby) uczenia się, metody i algorytmy uczenia się.
13. Systemy wielorobotowe/wieloagentowe: cele tworzenia, problemy i typowe zadania. Systemy wielorobotowe jako przykład systemu wieloagentowego. Podział systemów wielorobotowych ze względu na: strukturę organizacji, sposoby komunikacji oraz stopień współpracy.

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

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



**Część I**

Opis	Znajomość podstawowych rodzajów robotów ich charakterystyk oraz zastosowań, w szczególności robotów mobilnych i ich mechanizmów lokomocji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość podstawowych elementów składowych robota: efektorów, receptorów i układu sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość podstawowych baz jezdnych kołowych robotów mobilnych oraz ich własności ruchowych, w tym więzów ruchu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień sterowania ruchem kołowych robotów mobilnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość problematyki autonomicznej nawigacji robota mobilnego: lokalizacji, budowy mapy, planowania ścieżek ruchu, wykrywania i unikania kolizji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Znajomość systemów wielorobotowych oraz kryteriów ich klasyfikacji i przykładowych zastosowań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność zdefiniowania więzów ruchu oraz rozwiązania prostego i odwrotnego zadania kinematyki dla prostych kołowych robotów mobilnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność dobrania właściwej metody rozwiązania zadania, które ma wykonać robot.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaprojektowania i zbudowania z dostępnych elementów (klocków) prostego robota mobilnego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04

**Część I**

Opis	Umiejętność dobrania właściwych czujników do realizacji zadania sterowania robotem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność opracowania algorytmu sterowania oraz napisania oprogramowania dla sterownika pokładowego robota.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Umiejętność pracy w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-PODA
Nazwa przedmiotu	Podstawy automatyki
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z podstawami automatyki, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych zagadnień automatyki: opis obiektów dynamicznych do celów sterowania, sprzężenie zwrotne i jego rola, struktury układów regulacji, podstawy projektowania układów regulacji służących do nadążania (serwomechanizmy) oraz do tłumienia wpływu zakłóceń (układy regulacji przemysłowej), realizacje cyfrowe algorytmów regulacji. Omawia się także platformy sprzętowe współczesnych systemów automatyki: programowalne sterowniki logiczne (PLC), mikrokontrolery oraz sterowniki przemysłowe, pracujące w rozproszonych systemach sterowania, a także przemysłowe systemy monitorowania i gromadzenia danych (SCADA).	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Wykład	30.00 h	
Laboratorium	15.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	

## Część I

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sterowanie a regulacja ze sprzężeniem zwrotnym. Programowalny sterownik logiczny (PLC): zasada działania, języki programowania. Klasyfikacja układów regulacji: zadanie nadążania (przestawiania) oraz zadanie tłumienia wpływu zakłóceń. Podstawowa struktura pętli regulacji. Regulacja dwupołożeniowa i trójpołożeniowa oraz regulacja ciągła.</li><li>2. Modelowanie obiektów dynamicznych. Przykłady modeli liniowych i nieliniowych. Równania stanu. Charakterystyki statyczne. Linearyzacja modeli statycznych i dynamicznych.</li><li>3. Analiza liniowych modeli dynamicznych w dziedzinie czasu. Odpowiedzi impulsowa i skokowa, postać rozwiązania liniowych równań stanu.</li><li>4. Analiza liniowych modeli dynamicznych w dziedzinie zmiennej zespolonej. Transformata Laplace'a i transmitancja, odpowiedź wymuszona, położenie biegunów transmitancji a cechy przebiegów. Stabilność obiektu dynamicznego, stabilność według Lapunowa, kryterium algebraiczne stabilności Hurwitza.</li><li>5. Regulacja automatyczna ze sprzężeniem zwrotnym. Cechy dobrze zaprojektowanego układu regulacji. Wymagania projektowe, kryteria oceny działania układu.</li><li>6. Regulatory PID: metody doboru nastaw regulatora, modyfikacje podstawowej struktury PID, regulacja kaskadowa, kompensacja wpływu zakłóceń.</li><li>7. Cyfrowa realizacja algorytmów regulacji (dyskretyzacja algorytmów). Dobór okresu próbkowania, wpływ rodzaju dyskretyzacji na pracę układu regulacji. Dyskretne algorytmy regulacji PID.</li><li>8. Uchyby ustalone w układzie regulacji ze sprzężeniem zwrotnym. Uchyby ustalone w układzie z obiektem i regulatorem statycznym oraz astatycznym (z całkowaniem) przy zmianach wartości zadanej i zakłócenia. Klasy układów regulacji. Przykłady doboru nastaw regulatora zapewniających stabilność i pożądane cechy uchybu statycznego.</li><li>9. Analiza i korekcja układów regulacji w dziedzinie częstotliwości. Charakterystyki częstotliwościowe amplitudowo-fazowe i asymptotyczne Bodego oraz charakterystyki częstotliwościowe Nyquista, podstawowe człony dynamiczne. Kryterium stabilności Nyquista, zapasy modułu i fazy, wpływ opóźnienia. Pożądany kształt charakterystyki częstotliwościowej układu regulacji. Podstawy projektowania serwomechanizmu (zadanie nadążania).</li><li>10. Platformy sprzętowe współczesnych systemów automatyki: programowalne sterowniki logiczne (PLC), mikrokontrolery oraz sterowniki przemysłowe, pracujące w rozproszonych systemach sterowania. Przemysłowe systemy monitorowania i gromadzenia danych (ang. Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA).</li></ol>
--------	--

**Część I**

Laboratorium	<p>Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sterowanie binarne. Studenci poznają typową instalację oraz implementują algorytm sterowania w postaci programu wykonywanego przez komputer PC.</li> <li>2. Sterownik PLC. Studenci przygotowują program sterujący dla instalacji poznanej w ćwiczeniu 1, w graficznym języku drabinkowym typowego sterownika binarnego.</li> <li>3. Stacja Operatora Procesu. Celem ćwiczenia jest zapoznanie z hierarchicznym systemem automatyki, którego centralnym elementem jest stacja operatora procesu (komputer z przemysłowym oprogramowaniem SCADA). Studenci muszą zapanować nad dużą liczbą danych procesowych, zaprogramować ekrany informacyjne stacji dla zadanego procesu i nadzorować proces z pozycji operatora systemu.</li> <li>4. Regulacja PID. Studenci poznają regulator przemysłowy PID jako urządzenie, zapoznają się z możliwościami jego konfiguracji i strojenia oraz dobierają nastawy regulatora dla rzeczywistego obiektu wodnego.</li> <li>5. Serwomechanizm. Studenci implementują algorytm regulacji PID dla obiektu pozycjonowanego w pętli zamkniętej. Przy okazji badają problem stabilności i uchybu regulacji.</li> </ol>
--------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu podstaw budowy modeli matematycznych do celów regulacji, analizy liniowych modeli dynamicznych w dziedzinie czasu i zmiennej zespolonej, postaci i własności podstawowych członów dynamicznych, charakterystyk częstotliwościowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu rozumienia sprzężenia zwrotnego, podstawowych struktur i rodzajów regulacji automatycznej, zasady i realizacji sterowania logicznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu podstaw projektowania i cyfrowej realizacji układów regulacji, doboru nastaw regulatorów PID, dokładności nadążania, tłumienia zakłóceń i badania stabilności w układach ze sprzężeniem zwrotnym.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność programowania prostych zadań sterowania logicznego oraz doboru nastaw regulatora PID
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Umiejętność budowy prostych modeli dynamicznych, wyznaczania punktów równowagi, przeprowadzania linearyzacji, wyznaczania transmitancji, analizy uchybów ustalonych i badania stabilności układów regulacji automatycznej, analizy charakterystyk częstotliwościowych i doboru prostych korektorów dla spełnienia typowych wymagań projektowych układów regulacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-MODI
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i identyfikacja
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI,( Przedmioty uzupełniające )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z modelowaniem i identyfikacją, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest omówienie najczęściej stosowanych w praktyce struktur modeli statycznych i dynamicznych, metod konwersji modeli oraz podstawowych algorytmów identyfikacji modeli.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Wykład	30.00 h	
Projekt	15.00 h	
Ćwiczenia	15.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	65	2.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	35	1.40
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	5	
Razem	65	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	35	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Ćwiczenia	Celem ćwiczeń jest omówienie na przykładach skuteczności metod i algorytmów prezentowanych na wykładach. Wykorzystywany jest pakiet MATLAB/Simulink oraz język Python z odpowiednimi pakietami
Projekt	Projekt stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Celem ćwiczeń jest omówienie na przykładach skuteczności metod i algorytmów prezentowanych na wykładach. W trakcie projektu studenci wykonują dwa projekty. Tematyka pierwszego projektu związana jest z metodami konwersji modeli oraz ich symulacją, natomiast celem drugiego projektu jest identyfikacja szeregu modeli statycznych i dynamicznych oraz ocena skuteczności różnych struktur modeli. W trakcie prac wykorzystuje się pakiet MATLAB/Simulink oraz język Python z odpowiednimi pakietami.



Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie: pojęcie modelu, metody otrzymania modeli, modelowanie a identyfikacja, przeznaczenie modeli. Klasyfikacja modeli: modele fizyczne, modele empiryczne, modele hybrydowe, modele statyczne i dynamiczne, modele liniowe i nieliniowe, modele deterministyczne i stochastyczne, modele stacjonarne i niestacjonarne, modele z czasem ciągłym i dyskretnym, modele o stałych skupionych i rozproszonych. Ogólne zadanie identyfikacji modeli.</li><li>2. Przykłady struktur modeli statycznych: liniowe, wielomianowe, rozmyte, (głębokie) neuronowe. Przykłady struktur modeli dynamicznych: liniowe i nieliniowe modele w przestrzeni stanu w czasie ciągłym i dyskretnym, transmitancje ciągłe i dyskretnie, odpowiedzi skokowe, charakterystyki Bodego i Nyquista, modele szeregowo (blokowe), (głębokie) sieci neuronowe, modele rozmyte, szeregi czasowe, modele jednowymiarowe i wielowymiarowe.</li><li>3. Modelowanie procesów w postaci zwyczajnych równań różniczkowych w czasie ciągłym: systemy elektryczne, systemy mechaniczne liniowe i obrotowe, systemy cieplne, systemy hydrauliczne.</li><li>4. Konwersja modeli: linearyzacja modeli statycznych i dynamicznych, dyskretyzacja modeli dynamicznych w czasie ciągłym, wyznaczenie modeli statycznych na podstawie dynamicznych.</li><li>5. Przykłady i symulacja ciekawych modeli z różnych dziedzin: silnik elektryczny, krzywa Laffera, model drapieżnik-ofiara, modele rozprzestrzeniania się epidemii (różne wersje), model zmian rywalizujących ze sobą populacji, model wchłaniania lekarstwa przez organizm.</li><li>6. Eksperymentalna identyfikacja modeli do celów doboru regulatorów: model odpowiedzi skokowej, modele SOPD oraz IPD, charakterystyki Bodego i Nyquista.</li><li>7. Identyfikacja – wprowadzenie: wybór sygnału/sygnałów pobudzających proces, wybór liczby i zakresu danych, przygotowanie danych, podział danych, zadanie identyfikacji, wskaźniki jakości modelu, wybór struktury modelu, wybór procedury obliczeniowej identyfikacji na podstawie postaci modelu i wskaźnika jakości, wybór najlepszego modelu, problem zbyt małej lub zbyt dużej liczby parametrów modelu, generalizacja modelu, niedouczenie modelu, przeuczenie modelu (modele nieliniowe), regularyzacja.</li><li>8. Identyfikacja modeli statycznych i dynamicznych metodą najmniejszych kwadratów: modele liniowe oraz nieliniowe, ale liniowo zależne od parametrów. Identyfikacja modeli statycznych i dynamicznych przy użyciu nieliniowej optymalizacji: modele nieliniowo zależne od parametrów. Wybór struktury modelu nieliniowego: wielomiany a (głębokie) sieci neuronowe.</li><li>9. Modele o specjalnej strukturze: modele liniowe o zmiennych parametrach (LPV), modele liniowe o parametrach zmiennych w czasie (LTV), multi-modele, modele wykorzystujące przekształcenie Koopmana, multi-modele Koopmana, modele neuronowe wykorzystujące wiedzę fizyczną (ang. Physics Informed Neural Networks, PIHNN), modele hybrydowe PINN.</li><li>10. Redukcja rzędu modeli dynamicznych.</li><li>11. Praktyczne podejście do modelowania zjawisk o stałych rozproszonych.</li></ol>
--------	---

## Część I

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość możliwych struktur modeli statycznych i dynamicznych z czasem ciągłym i dyskretnym
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość metod identyfikacji modeli statycznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość metod identyfikacji modeli dynamicznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość wybranych struktur modeli, w tym modeli neuronowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość metod oceny jakości modeli.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność sformułowania modeli wybranych procesów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność konwersji modeli statycznych i dynamicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli statycznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli dynamicznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność symulacji modeli
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Umiejętność zastosowania do identyfikacji modeli pakietu MATLAB/Simulink oraz języka Python z odpowiednimi pakietami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PPMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia problemowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	30	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.80
Razem	50	2.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	30

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

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

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w celu określenia tematyki, zakresu i harmonogramu działań związanych z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student wie jak opracować plan badawczy i zna sposoby weryfikacji, analizy i interpretacji wyników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu obejmującego tematykę pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Student potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student potrafi przedstawić i uzasadnić przyjęte założenia i plan działania związany z pisaniem pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-ISR
Nazwa przedmiotu	Inteligentne systemy robotyczne
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

## Część I

Cel przedmiotu	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie z zaawansowanymi problemami planowania działań, programowania i sterowania autonomicznych robotów. Wykład składa się z dwóch części. W pierwszej części omawiane są metody konstruowania oprogramowania sterującego tego typu robotami oraz ogólne metody programowania robotów. Omawiane są zarówno specjalizowane języki programowania robotów jak i programowe struktury ramowe (biblioteki modułów programowych wraz ze wzorcem ich użycia). Przedstawiana jest metodyka projektowania układów sterowania robotów wykorzystująca podejście wieloagentowe. Każdy agent składa się z podsystemu sterowania oraz wirtualnych efektorów, oddziałujących na silniki i siłowniki, oraz receptorów wirtualnych realizujących percepcję z wykorzystaniem czujników. Pojedyncze zachowanie każdego z wymienionych podsystemów opisywane jest wzorcem zachowania sparametryzowanego funkcją przejścia oraz warunkiem końcowym. Wybór zachowania dokonywany jest na podstawie warunku początkowego. Warunki początkowe etykietują łuki grafu, którego węzły reprezentują zachowania. W ten sposób działanie każdego podsystemu opisywane jest jako działanie automatu skończonego. Poszczególne podsystemy porozumiewają się ze sobą poprzez bufor komunikacyjny. Ich zawartość oraz zawartość pamięci wewnętrznej tworzą argumenty wspomnianych funkcji przejścia oraz warunków początkowych i końcowych. Ten sposób specyfikacji układu sterowania zostanie zaprezentowany dla systemów: reaktywnych, rozmytych, deliberatywnych oraz niedeterministycznych. Poruszane są także zagadnienia związane z implementacją takich systemów. Wykład teoretyczny uzupełniony jest licznymi przykładami rzeczywistych systemów skonstruowanych na bazie agentów upostaciowionych. W drugiej części wykładu są omawiane zagadnienia związane z autonomiczną nawigacją robotów. Omawiane są wybrane metody lokalizacji robota mobilnego przy założeniu znajomości map otoczenia, budowy map na podstawie danych pomiarowych z różnych czujników przy złożeniu znajomości pozycji robota oraz jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. Przedstawiane są główne podejścia zakładające niepewność danych pomiarowych - wykorzystujące modele i metody probabilistyczne oraz stochastyczne. Formułowane są probabilistyczne modele ruchu robota oraz modele obserwacji. Omawiane jest zastosowanie algorytmów filtru Bayesa, w tym rozszerzonego filtru Kalmana i filtrów cząsteczkowych, w zadaniu jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. W dalszej kolejności są omawiane metody planowania ścieżek ruchu oraz unikania kolizji. Przedstawiane są wybrane metody planowania ścieżek polegające na przeszukiwaniu dyskretnej i ciągłej przestrzeni stanu, w tym metody probabilistycznych map drogowych, sztucznych pól potencjału, diagramu Woronoja, grafu widoczności.</p>
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

### 02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>



## Część I

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

### 03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt polega na wyspecyfikowaniu oprogramowania sterującego robotem wykonującym konkretne zadanie. Struktura sprzętowa robota, a więc jego efektory oraz receptory rzeczywiste są określone a priori, tak jak i zadanie, które ma zostać zrealizowane przez robota. Na tej podstawie należy zaproponować strukturę systemu, a w szczególności dekompozycję na agenty oraz ich wewnętrzną strukturę (wirtualne efektory i receptory). Następnie dla każdego z wymienionych tworów należy określić jego bufor wewnętrzny, funkcje przejścia warunki początkowe i końcowe oraz strukturę automatu skończonego.
---------	---

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktura robota: efektory, receptory, układ sterowania, zadania robotów, ontologie; Metody programowania robotów ogólne wprowadzenie; metody off-line, on-line i hybrydowe.</li> <li>2. Specjalizowane języki programowania robotów. Języki programowania robotów przemysłowych. Języki programowania robotów usługowych i terenowych różnych poziomów ontologicznych.</li> <li>3. Programowe struktury ramowe. Przegląd zagadnień i struktur tego typu. Sposoby przetwarzania programowych struktur ramowych i języków programowania. Formalizacja specyfikacji oprogramowania sterującego. Powtórne użycie oprogramowania tego typu.</li> <li>4. Systemy wieloagentowe. Struktura agenta upostaciowionego; dekompozycja na efektory rzeczywiste i wirtualne, receptory rzeczywiste i wirtualne oraz podsystem sterowania; typy agentów; formalizacja opisu działania podsystemów agenta za pomocą funkcji przejścia i warunków końcowych.</li> <li>5. Systemy reaktywne. Agenty współdziałające i agenty rywalizujące, implementacja. Systemy rozmyte. Zbiory rozmyte, wykorzystanie do sterowania agentów upostaciowionych. Agenty deterministyczne i niedeterministyczne.</li> <li>6. Definicja zachowania oraz sterujący automat skończony.</li> <li>7. Ogólna metoda projektowania układów sterowania robotami. Przykład współdziałających autonomicznych agentów (zbiorowe pchanie pudła do celu). Przykład agenta obdarzonego wzrokiem (serwomechanizm wizyjny z przełączanymi kamerami).</li> <li>8. Przykłady systemów skonstruowanych na bazie agentów różnego typu.</li> <li>9. Nawigacja - podstawowe pojęcia matematyczne. Prawdopodobieństwo warunkowe, reguła Bayesa, zmienne losowe, procesy Markowa.</li> <li>10. Zadanie nawigacji robota mobilnego. Sformułowanie problemów: lokalizacji robota, budowy mapy otoczenia, jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy oraz planowania ścieżki ruchu.</li> <li>11. Probabilistyczne modele ruchu (akcji) robota i modele obserwacji (czujnika). Modele ruchu robota - odometryczny i bazujący na prędkościach. Modele obserwacji - modele bazujące na wiązce i skanie.</li> <li>12. Lokalizacja robota. Ogólny algorytm filtru Bayesa. Implementacje filtru Bayesa. Dyskretny filtr Kalmana. Rozszerzony filtr Kalmana. Filtr cząsteczkowy - algorytm Monte Carlo.</li> <li>13. Budowa mapy otoczenia. Mapy metryczne, topologiczne, hybrydowe, semantyczne. Metody i algorytmy tworzenia map środowiska.</li> <li>14. Jednoczesna lokalizacja i budowa mapy (Simultaneous Localisation and Mapping - SLAM). Sformułowanie zadania SLAM. Klasyfikacja zadań SLAM. Rozszerzony filtr Kalmana w zadaniu SLAM (EKF-SLAM). Algorytm FastSLAM.</li> <li>15. Planowanie ruchu robota i unikanie kolizji. Sformułowanie problemu planowania. Metody i algorytmy planowania ścieżki ruchu: metody geometryczne i topologiczne.</li> </ol>
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się

## Część I

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu kluczowych zagadnień z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu podstawowych metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim a ponadto umiejętność integrowania informacji, dokonywania ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność określania kierunków dalszego uczenia się i realizacji procesu samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność integracji wiedzy z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla robotyki oraz stosowania podejścia systemowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania złożonego urządzenia lub systemu w zakresie robotyki, oraz realizacji tego projektu – co najmniej w części przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U08, U15
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-MI
Nazwa przedmiotu	Metody identyfikacji
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie i przybliżenie liniowych metod identyfikacji procesów dynamicznych w dziedzinie czasu i częstotliwości. Jednocześnie studenci mają możliwość wykorzystać dotychczas posiadana wiedzę (również z innych dziedzin) i znalezienie jej połączenia z zagadnieniem identyfikacji. Przedmiot jest ilustrowany praktycznymi przykładami przemysłowymi.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cele identyfikacji. Różnice względem modelowania i symulacji. Pojęcia podstawowe: odpowiedź impulsowa, skokowa oraz częstotliwościowa, stacjonarne procesy stochastyczne.</li> <li>2. Metody korelacyjne.</li> <li>3. Metody analizy spektralnej dla sygnałów okresowych i nieokresowych.</li> <li>4. Wyznaczanie odpowiedzi częstotliwościowych dla sygnałów nieokresowych.</li> <li>5. Wyznaczanie odpowiedzi częstotliwościowych dla okresowych sygnałów testowych.</li> <li>6. Analiza częstotliwościowa, transformata Fouriera, szybka transformata Fouriera (FFT), periodogram.</li> <li>7. Sygnały pseudolosowe (PRBS i inne).</li> <li>8. Identyfikacja modeli parametrycznych, tj. modele regresyjne, modele regresyjne z całkowaniem, metody dwuetapowe, metody rekurencyjne, rozszerzenia metody najmniejszych kwadratów (GLS, ELS i TLS).</li> <li>9. Sygnały sezonowe. Usuwanie trendów. Modele Wienera i Hammersteina.</li> <li>10. Filtr Kalmana w wersji podstawowej i z rozszerzeniami.</li> <li>11. Zasady projektowania eksperymentu identyfikacyjnego, dobór sygnału identyfikacyjnego, zasady doboru okresu próbkowania. Metody walidacji. Traktowanie i usuwanie zakłóceń. Interpretacja wyników.</li> <li>12. Przedstawienie różnych przykładów praktycznych.</li> </ol>
Projekt	<p>Projekt: Zespół projektowy (2 osoby) otrzymuje prawdziwe dane z obiektu przemysłowego. Jego celem jest identyfikacja obiektu w jak najszerszym sensie, tj. walidacja danych, trendy czasowe, identyfikacja charakterystyk statycznych, identyfikacja struktury, identyfikacja dynamiczna, walidacja, interpretacja wyników i prezentacja zespołu na forum całej grupy studenckiej. Studenci nie mają żadnych ograniczeń w obszarze metod tudzież podejścia. Preferowane jest samodzielne myślenie, analiza oraz łączenie wiedzy z różnych dziedzin. W trakcie prac wykorzystuje się dowolne preferowane środowisko, np. MATLAB/Simulink lub Octave.</p>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu identyfikacji modeli regresyjnych przy wykorzystaniu rozszerzonych metod najmniejszych kwadratów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat identyfikacji modeli regresyjnych metodami rekurencyjnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu identyfikacji oraz adaptacji modeli w dziedzinie funkcji bazowych oraz metod kernelowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza z zakresu zasad pracy i cech filtru Kalmana.

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli regresyjnych przy wykorzystaniu rozszerzonych metod najmniejszych kwadratów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli regresyjnych metodami rekurencyjnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność identyfikacji oraz adaptacji modeli w dziedzinie funkcji bazowych oraz metod kernelowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zastosowania filtru Kalmana.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-INISY-MSP-MODA
Nazwa przedmiotu	Modelowanie danych
Wersja przedmiotu	2021Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Wytwarzanie )-Inteligentne systemy-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot omawiać będzie na poziomie zaawansowanym cele oraz różne metodyki i „filozofie” modelowania. Przepomniane i znacząco rozwinięte zostaną zagadnienia modelowania za pomocą technik UML i ERD. Szczegółowo przedstawione zostaną modele bardziej zaawansowane, np. z użyciem klas potęgowych, wraz z ich nietrywialnymi implementacjami. Omawiane modele dotyczyć będą zarówno systemów transakcyjnych jak i hurtowni danych. Przedstawione zostaną różne implementacje modeli, np.: relacyjna, obiektowa, relacyjno-obiektowa, XML, JSON, ewentualnie związane z tzw. bazami No-SQL. Część projektowa polegać będzie na stworzeniu w UML modelu danych dla niebanalnego problemu oraz zaprojektowaniu kilku jego różnych implementacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	2.20
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	

**Część I**

Razem	55
-------	----

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cele i zasady modelowania danych.</li> <li>2. Paradygmaty, „filozofie” i metodyki modelowania.</li> <li>3. Zaawansowane modelowanie danych w UML.</li> <li>4. Modele hurtowni danych.</li> <li>5. ERD i zaawansowane modele relacyjne.</li> <li>6. Nierelacyjne implementacje modeli danych.</li> </ol>
Projekt	<p>W pierwszej części zajęć tworzony będzie model danych dla postawionego niebanalnego problemu. Wymagane będzie zaawansowane użycie modelu klas UML, z możliwie dużym wykorzystaniem jego siły wyrazu oraz w znacznej zgodności z założeniami paradygmatu obiektowego. W drugiej części zajęć stworzony i zweryfikowany model będzie przekształcany na kilka różnych implementacji, w tym obowiązkowo na reprezentację relacyjną (z pośrednictwem modelu ERD) i XML (z tworzeniem XML Schema). Projekt wykonywany będzie jako praca zespołowa, z dobrze określonymi rolami i odpowiedzialnościami poszczególnych członków zespołu.</p>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej w zakresie modelowania danych i baz danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w systemach informatycznych z bazami danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu projektowania, wytwarzania i integracji systemów informatycznych przechowujących dane
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	W pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu analizy i modelowania danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01



Część I	
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, prowadzić debatę
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi kierować pracą zespołu oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi planować i realizować uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania z zakresu modelowania systemów informacyjnych, przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji, - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich z zakresu modelowania systemów informacyjnych oraz ich rozwiązywaniu: - wykorzystywać metody analityczne, - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych z zakresu systemów informacyjnych przechowujących i przetwarzających dane oraz oceniać te rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U07
Opis	Potrafi projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonywać systemy informatyczne przechowujące dane, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów praktycznych oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do przewodzenia grupie i ponoszenia odpowiedzialności za nią.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych i rozwijania dorobku zawodu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-MORO
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i sterowanie robotów
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Wykład przedstawia podstawy modelowania robotów, a w szczególności manipulatorów o szeregowej strukturze kinematycznej. Przedmiotem rozważań są modele geometryczne, modele kinematyki oraz dynamiki tego typu robotów. Stanowi wstęp do sterowania robotami, a więc przedstawia również sposoby generacji trajektorii zadanej oraz podstawowe struktury układów sterowania.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Wykład	30.00 h	
Projekt	15.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**

**Część I**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pojęcia podstawowe związane z modelowaniem robotów. Przestrzenie reprezentacji. Położenie i orientacja.</li> <li>2. Przekształcenie jednorodne.</li> <li>3. Opis modelu kinematyki robota z wykorzystaniem zmodyfikowanej notacji Denavita-Hartenberga.</li> <li>4. Proste i odwrotne zagadnienie kinematyki.</li> <li>5. Prędkość i macierz Jacobiego, statyka.</li> <li>6. Formalizm Newtona-Eulera w zastosowaniu do tworzenia modelu dynamiki robota.</li> <li>7. Formalizm Eulera-Lagrange'a w zastosowaniu do tworzenia modelu dynamiki robota.</li> <li>8. Generacja trajektorii.</li> <li>9. Podstawowe architektury układów sterowania robotów</li> </ol>
Projekt	Projekt polega na opracowaniu matematycznego modelu kinematycznego rzeczywistego robota przemysłowego o 6 stopniach swobody oraz jego weryfikacji za pomocą odpowiadającego mu programu komputerowego.

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu modelowania robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu kluczowych zagadnień z zakresu robotyki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu modelowania i sterowania robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza z zakresu podstawowych metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu robotyki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim oraz integracji uzyskanych informacji, dokonywania ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność określania kierunków dalszego uczenia się i realizacji procesu samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03

**Część I**

Opis	Umiejętność wykorzystania metod analitycznych do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność formułowania hipotezy związanych z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność opracowania dokumentacji zadania projektowego lub badawczego z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-MISK
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i symulacja komputerowa
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty obieralne )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Wykład jest poświęcony modelowaniu i symulacji komputerowej systemów fizycznych. Obejmuje szerokie spektrum zagadnień od budowy modeli formalnych, konstruowania modeli symulacyjnych, środowisk informatycznych do symulacji, po konkretne aplikacje. Celem wykładu jest przedstawienie różnych technik symulacji komputerowej, możliwości i obszaru zastosowań współczesnych narzędzi do symulacji, pokazanie ich różnorodności oraz przygotowanie słuchaczy do właściwego wykorzystywania, stosowania i prowadzenia eksperymentu symulacyjnego. W czasie wykładu prezentowane są liczne przykłady zastosowań symulacji komputerowej do rozwiązania zadań projektowania i zarządzania systemami oraz przykłady komercyjnych i niekomercyjnych środowisk informatycznych do symulacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	75	3.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	125	5.00

## Część I

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	15
Razem	75

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykład składa się z czterech części. Część pierwsza dotyczy zagadnień ogólnych modelowania matematycznego, tworzenia modeli systemów oraz budowy modeli symulacyjnych, bliźniaków cyfrowych i emulatorów. Szczególna uwaga jest zwrócona na modelowanie systemów zdarzeń dyskretnych. Przedstawione są trzy sposoby prezentacji graficznej układów dynamicznych. Część druga jest poświęcona technikom symulacji. Omówione są różne techniki symulacyjne, etapy tworzenia i weryfikacji modeli symulacyjnych, metody wnioskowania statystycznego, planowania eksperymentu, symulacja metodą Monte Carlo oraz metoda bootstrap. Zaprezentowane są techniki projektowania symulatorów w wersji równoległej i rozproszonej. Część trzecia jest poświęcona prezentacji przykładowych zastosowań symulacji komputerowej w projektowaniu, optymalizacji, komputerowej analizie systemów sterowania oraz systemach wspomagania decyzji i planowania. Uwaga koncentruje się na przykładach zastosowań w złożonych strukturach sterowania systemem wodnym, systemach kolejkowych, sieciach komputerowych, w tym mobilnych sieciach ad hoc, sieciach społecznych i innych. Przedstawione jest zastosowanie modeli symulacyjnych w złożonych zadaniach optymalizacji. Omówiony jest schemat symulator-optymalizator oraz podstawowe algorytmy do rozwiązywania tak sformułowanych problemów, w tym heurystyki i metaheurystyki. Część czwarta wykładu jest poświęcona architekturze blockchain, krypto walucie Bitcoin oraz wybranym technologiom blockchain.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie do modelowania i symulacji.</li><li>2. Klasyfikacja modeli i metody opisu.</li><li>3. Budowa modeli symulacyjnych.</li><li>4. Techniki symulacyjne.</li><li>5. Rozproszona symulacja zdarzeń dyskretnych.</li><li>6. Wnioskowanie statystyczne w badaniach symulacyjnych</li><li>7. Modelowanie eksperymentów losowych i ocena wyników symulacji.</li><li>8. Symulacja komputerowa w projektowaniu układów sterowania i sterowaniu operacyjnym.</li><li>9. Układ symulator-optymalizator – metody obliczeniowe.</li><li>10. Symulacyjna analiza systemów kolejkowych.</li><li>11. Metody analityczne i symulacja analiza sieci społecznych.</li><li>12. Modelowanie i symulacja sieci ad hoc.</li><li>13. Technologia Blockchain. Krypto waluta Bitcon.</li></ol>
Projekt	<p>Wykonanie symulatora dla zadanego przykładu (np. systemy robotyczne, inteligentne miasto, sieci mobilne ad hoc, sieci bezprzewodowych czujników, klastry obliczeniowe). Aplikacja będzie mogła być zrealizowana w jednym z wybranych języków programowania bądź z wykorzystaniem udostępnionego lub wybranego przez studenta środowiska do symulacji.</p>

**Część I****Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat modelowania i symulacji komputerowej systemów fizycznych, w tym na temat budowy modeli formalnych, konstruowania modeli symulacyjnych, środowisk informatycznych do symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03, W04, W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość różnych technik symulacji komputerowej, możliwości i obszaru zastosowań współczesnych narzędzi do symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza jak opracować oraz przeprowadzić eksperyment symulacyjny i przedstawić jego wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury krajowej i zagranicznej oraz dostępnych baz danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność sformułowania modelu formalnego i przygotowania projektu modelu symulacyjnego procesów zachodzących w systemie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U13, U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaprojektowania i wykonania systemu oprogramowania do symulacji komputerowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U15
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność przeprowadzenia eksperymentu symulacyjnego, dokonania analizy wyników i udokumentowania ich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-TAP
Nazwa przedmiotu	Technika automatyzacji procesów
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest nauczenie studentów rozumienia działania i projektowania struktur i algorytmów automatycznej regulacji typowych dla zastosowań przemysłowych. W szczególności algorytmów zaawansowanych (ACS - Advanced Control Systems) obiektów technicznych i procesów przemysłowych, z naciskiem na obiekty wielowymiarowe.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	1.80
Razem	125	4.60 ( 5.00)
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	70	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Warstwowa struktura sterowania. Schemat podstawowy i rozbudowany, dekompozycja procesu. Przykład modelowania, dekompozycji, optymalizacji i regulacji nadrzędnej. Funkcje poszczególnych warstw sterowania.</li><li>2. Regulacja standardowa i zaawansowana PID. Regulatory PID: struktury, anti-windup, antialiasing. Standardowe modele procesów i ich identyfikacja. Strojenie parametrów regulatorów PID, regulacja IMC. Regulacja feedback-feedforward, kaskada, gain scheduling, PID rozmyty.</li><li>3. Regulacja wielopętlowa PID: Struktura połączeń, analiza SVD i metoda RGA, dobór nastaw regulatora diagonalnego PID. Odprężanie pętli regulacyjnych.</li><li>4. Regulacja predykcyjna MPC. Rys historyczny, aktualne aplikacje MPC. Ogólna zasada działania regulacji MPC, zadanie optymalizacji MPC z modelem nieliniowym i liniowym. Algorytm numeryczny i zapewnianie niepustego zbioru rozwiązań, algorytm analityczny (jawny) i uwzględnianie ograniczeń. Regulacja zakresowa. Uwarunkowanie zadania optymalizacji.</li><li>5. Regulacja predykcyjna DMC. Predykcja wyjść modelem odpowiedzi skokowych, modele SISO i MIMO. Wielowymiarowy algorytm numeryczny. Algorytm analityczny, struktura prawa regulacji. Kompensacja zakłóceń mierzonych.</li><li>6. Regulacja predykcyjna GPC. Równania różnicowe jako model procesu SISO i MISO. Predykcja wyjść, algorytm numeryczny. Algorytm analityczny, struktura prawa regulacji.</li><li>7. Regulacja predykcyjna z równaniami stanu (MPCS). Predykcja stanu i wyjść liniowymi równaniami stanu. Algorytmy MPCS numeryczny i analityczny z pomiarem stanu, struktura prawa regulacji. Estymacja stanu: obserwatory Luenbergera, filtr Kalmana niestacjonarny i stacjonarny. Algorytmy MPCS z estymacją stanu.</li><li>8. Regulacja predykcyjna nieliniowa. Struktury i algorytmy MPC-NO, MPC-NSL, MPC-NPL. Zastosowanie modeli neuronowych. Realizacje szybkich algorytmów nieliniowych MPC.</li><li>9. Podstawy ogólnej analizy algorytmów predykcyjnych. Stabilność, dopuszczalność, strojenie parametrów. Zakres i realizacja odporności na awarie.</li><li>10. Optymalizacja punktu pracy. Struktura i algorytmy bieżącego (on-line) dostrajania punktu pracy regulatorów.</li></ol>
Projekt	<p>Projekt (zespołowy) zakłada implementację i testowanie regulatorów wielopętlowego PID i wielowymiarowego MPC, w środowisku MATLAB/Simulink, następnie z implementacją w przemysłowym środowisku SCADA. Zespół studencki (student) dostaje równania modelu nieliniowego wielowymiarowego procesu dynamicznego (z ograniczeniami i zakłóceniami) i ma za zadanie:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• symulację procesu nieliniowego,</li><li>• linearyzację w zadanym punkcie pracy,</li><li>• zaprojektowanie regulatora dwupętlowego PID (ew. z odsprężaniem), zaprojektowanie regulatora MPC w wersji numerycznej i analitycznej,</li><li>• implementację zaprojektowanych układów środowiskach MATLAB/Simulink, porównanie jakości regulacji i odporności.</li><li>• implementację w środowisku przemysłowym SCADA</li></ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

## Część I

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza dotycząca warstwowej struktury sterowania procesami przemysłowymi, zaawansowanych struktur regulacji PID jedno- i wielopętlowych, projektowania układów regulacji predykcyjnej wielowymiarowej analitycznych i numerycznych, dla różnych postaci liniowych modeli procesów i dla modeli nieliniowych, układów regulacji z optymalizacją punktu pracy i tolerancją awarii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość sprzętu stosowanego w systemach sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W09
Metody weryfikacji	zaliczenie

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania zaawansowanych układów regulacji PID procesów jedno i wielowymiarowych, weryfikowanie projektu metodą symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność projektowania i analizy układów regulacji predykcyjnej procesów jedno i wielowymiarowych, liniowych i nieliniowych, weryfikowanie projektu metodą symulacji komputerowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność programowania systemu SCADA.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność wykonania złożonego zadania projektowania i weryfikacji projektu w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103D-ARxxx-MSP-TST
Nazwa przedmiotu	Teoria sterowania
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Cel przedmiotu: nauczenie studentów rozumienia i projektowania nieliniowych systemów sterowania.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	70

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe struktury systemów sterowania. Transmitancje systemów sterowania z czasem ciągłym lub dyskretnym. Systemy z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, systemy z kompensacją oddziaływań zewnętrznych (feedforward systems).</li> <li>2. Układy dynamiczne. Zbiory niezmiennicze i punkty równowagi układów dynamicznych (UD). Definicje stabilności: zbiorów niezmienniczych wg Lapunowa, rozwiązania równania różniczkowego wg. Lapunowa, stabilności wykładniczej, stabilności względem pobudzenia.</li> <li>3. Kryteria stabilności liniowych systemów sterowania.</li> <li>4. Badanie stabilności systemów nieliniowych. Pierwsza metoda Lapunowa. Druga metoda Lapunowa. Stabilność wykładnicza. Stabilność względem pobudzenia.</li> <li>5. Stabilność absolutna. Definicja. Kryteria stabilności: Popova, Cypkina.</li> <li>6. Podstawy wyznaczania sterowania optymalnego. Typowe zadania sterowania optymalnego: zadanie z ograniczeniami całkowymi, zadanie Bolzy, zadanie wyznaczenia sterowania czasoptymalnego Optymalne sterowanie w układzie otwartym a optymalne prawo sterowania. Prezentacja zasady maksimum Pontrjagina, programowania dynamicznego Bellmana.</li> <li>7. Zastosowanie zasady maksimum. Wyznaczenie liniowo-kwadratowego (LQ) regulatora optymalnego.</li> <li>8. Sterowanie obiektami z niepewnością. Wrażliwość systemów sterowania. Jakościowa i ilościowa odporność (robustness) algorytmów sterowania. Wprowadzenie do projektowania odpornych systemów sterowania metodą minimalizacji normy Hinf</li> </ol>
Projekt	<p>Studenci otrzymują do wykonania dwa projekty realizowane w środowisku MATLAB/SIMULINK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza stabilności, łącznie z portretem fazowym, dwuwymiarowego, nieliniowego układu regulacji.</li> <li>2. Projekt czaso-optymalnego systemu sterowania, albo regulatora LQ, albo regulatora Hinf dla podanego obiektu.</li> </ol>
Ćwiczenia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przypomnienie podstawowych metod opisu UD z czasem ciągłym lub dyskretnym.</li> <li>2. Przykłady różnych zachowań UD, ich zbiorów niezmienniczych i punktów równowagi.</li> <li>3. Elementarne wprowadzenie do projektowania systemów sterowania drogą linearyzacji przez sprzężenie zwrotne.</li> <li>4. Konstruowanie funkcji Lapunowa.</li> <li>5. Projektowanie układów stabilnych absolutnie.</li> <li>6. Metoda znajdowania sterowań optymalnych przez sprowadzenie do zadania programowania matematycznego.</li> <li>7. Systemy sterowania czaso-optymalnego</li> </ol>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zaawansowana wiedza na temat teorii stabilności układów dynamicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02

**Część I**

Opis	Uporządkowana wiedza dotycząca teorii projektowania nieliniowych i optymalnych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Uporządkowana wiedza na temat projektowania odpornych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania nieliniowych i optymalnych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność projektowania prostych odpornych systemów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U14, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-MSP-SZAU
Nazwa przedmiotu	Sztuczna inteligencja w automatyce
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zastosowaniami sztucznej inteligencji (podejścia określane wspólną nazwą "soft computing") w automatyce. W szczególności, zostaną omówione sztuczne sieci neuronowe oraz systemy rozmyte w problemach modelowania i sterowania. Ponadto, przedstawione zostaną algorytmy genetyczne i ich zastosowanie do projektowania układów regulacji automatycznej. Zajęcia pozwalają na nabycie umiejętności wykorzystania sieci neuronowych i systemów rozmytych do modelowania procesów nieliniowych oraz projektowania nieliniowych algorytmów regulacji bazujących na tych modelach.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Projekt	30.00 h	
Wykład	30.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	

**Część I**

Razem	70
-------	----

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

Projekt	Integralną częścią przedmiotu są trzy projekty realizowane w środowisku MATLAB/Simulink. Polegają one na twórczym użyciu omawianych podczas wykładu zagadnień do projektowania nieliniowych układów regulacji.
Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>Umiejętność wykorzystania algorytmu genetycznego do modelowania obiektów nieliniowych i do projektowania algorytmów regulacji.</li> <li>Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu algorytmów regulacji automatycznej oraz optymalizacji punktu pracy (2 godz.):</li> <li>Sztuczne sieci neuronowe – zagadnienia podstawowe (3 godz.)</li> <li>Zastosowanie sieci neuronowych do modelowania nieliniowych zależności statycznych i dynamicznych (2 godz.).</li> <li>Wykorzystanie sieci neuronowych w automatyce (4 godz.): układ regulacji z modelem odwrotnym, układ regulacji typu IMC, linearyzacja w pętli sprzężenia zwrotnego, regulatory predykcyjne bazujące na modelach neuronowych.</li> <li>Systemy rozmyte – zagadnienia podstawowe (2 godz.): pojęcia: zbioru rozmytego, funkcji przynależności, schematu wnioskowania, wnioskowanie Mamdaniego, modele Takagi-Sugeno.</li> <li>Zastosowanie systemów rozmytych do modelowania nieliniowych zależności statycznych i dynamicznych (3 godz.): metody doboru parametrów modeli rozmytych, dostrajanie modeli rozmytych z wykorzystaniem rozmytych sieci neuronowych.</li> <li>Wykorzystanie systemów rozmytych w automatyce (3 godz.): regulator regułowy PID, regulator obszarowy PID, regulator obszarowy ze sprzężeniem od stanu, regulatory predykcyjne bazujące na modelach rozmytych.</li> <li>Algorytmy genetyczne - zagadnienia podstawowe (4 godz.): pojęcia: chromosom, osobnik, populacja, operatory genetyczne, selekcja, zasada działania algorytmów genetycznych</li> <li>Zastosowanie algorytmów genetycznych do projektowania algorytmów regulacji (2 godz.).</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu modelowania obiektów nieliniowych za pomocą modeli rozmytych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat zastosowania modeli rozmytych obiektów nieliniowych do zaprojektowania regulatora.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03



**Część I**

Opis	Wiedza z zakresu modelowania obiektów nieliniowych za pomocą sieci neuronowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza na temat zastosowania modeli neuronowych obiektów nieliniowych do zaprojektowania regulatora.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Wiedza na temat zastosowania algorytmów genetycznych do modelowania obiektów nieliniowych i projektowania algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Umiejętności**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność modelowania obiektu nieliniowego za pomocą modelu rozmytego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność zaprojektowania algorytmu regulacji bazującego na rozmytym modelu obiektu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność modelowania obiektu nieliniowego za pomocą sieci neuronowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania algorytmu regulacji bazującego na neuronowym modelu obiektu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność wykorzystania algorytmu genetycznego do modelowania obiektów nieliniowych i do projektowania algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	65	2.60

**Część I**

Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	60	2.40
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	65

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	60
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>WYKŁAD</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego</li><li>• <b>OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ</b></li><li>• Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej.</li><li>• Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych.</li><li>• Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)</li><li>• Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych</li><li>• <b>PROGRAMOWANIE LINIOWE</b></li><li>• Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej.</li><li>• Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M").</li><li>• <b>OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI</b></li><li>• Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności.</li><li>• Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępów dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego</li><li>• <b>PROGRAMOWANIE KWADRATOWE</b></li><li>• Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami.</li><li>• Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami.</li><li>• <b>METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI</b></li><li>• Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego.</li><li>• Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary.</li><li>• Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea.</li></ul>
--------	---

## Część I

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego</li> </ul>
Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL. Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania.</p> <p>Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników</p>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość metody sprowadzania zadania programowania liniowego do postaci standardowej oraz metody sympleks do rozwiązywania zadania w postaci standardowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość teorii dualności Lagrange'a dla zadań programowania liniowego oraz ogólnych zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość warunków koniecznych i dostatecznych optymalności dla różniczkowalnych zadań optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość postawowych metod gradientowych i bezgradientowych poszukiwania minimum bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość metod ograniczeń aktywnych oraz funkcji kary do rozwiązywania zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność sprowadzenia zadania programowania liniowego do postaci standardowej i jego rozwiązania za pomocą metody sympleks.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność znajdowania minimum/maksimum funkcji nieliniowej metodami gradientowymi albo bezgradientowymi
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność sprawdzenia czy dany punkt jest rozwiązaniem różniczkowalnego zadania optymalizacji bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność sformułowania dualnego zadania Lagrange'a do danego zadania programowania liniowego albo kwadratowego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność znajdowania rozwiązanie zadania z ograniczeniami za pomocą metod ograniczeń aktywnych oraz metod funkcji kary
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Umiejętność sprawdzenia czy dany punkt jest rozwiązaniem regularnego, różniczkowalnego zadania optymalizacji z ograniczeniami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U07
Opis	Umiejętność formułowania modelu optymalizacyjnego (liniowego albo nieliniowego), opisującego pewne typowe problemy praktyczne, zapis model matematyczny w języku pakietu AMPL albo w języku pakietu MATLAB
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U08
-------------------	-----

**Część I**

Opis	Umiejętność znajdowania rozwiązania zadania optymalizacji za pomocą narzędzi ze skrzynki narzędziowej MATLAB-a, albo odpowiedniego, dołączonego do AMPL solwera (MINOS lub CPLEX).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-DPZ
Nazwa przedmiotu	Doskonała praca zespołowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	85	3.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	30	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	40	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**



## Część I

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

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie proces budowania zespołu i pracy zespołowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Skutecznie komunikuje się w zespole i działalność zespołu z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U17
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi w sposób kreatywny pracować w zespole i rozwiązywać zagadnienia związane z obszarem pracy zespołowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Ma świadomość jak istotna jest skuteczna komunikacja z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-SPOPT
Nazwa przedmiotu	Spoleczne oblicza przemian technologicznych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	35	1.40
Razem	75	3.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	40

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	35
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

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

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie wpływ techniki i technologii, działalności inżynierskiej na społeczeństwo.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie

#### Kompetencje społeczne

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

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PAPS
Nazwa przedmiotu	Prawne aspekty prowadzenia startupu
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	45	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	30	1.80
Razem	75	3.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	30	
Inne godziny kontaktowe	15	

## Część I

Razem	45
-------	----

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	30
---	----

### 03. Treści kształcenia

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

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie ekonomiczne, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności StartUp'u
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności intelektualnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób pobudzający przedsiębiorczość w warunkach podwyższonego ryzyka
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

## Część I

Metody weryfikacji	zaliczenie
--------------------	------------

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-STUP
Nazwa przedmiotu	Przedsiębiorczość startupowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedsiębiorczość )--mgr.-EITI,( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

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

Cel przedmiotu	Zdobycie wiedzy i umiejętności na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	20.00 h
Wykład	10.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	30	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	25	1.00
Razem	55	2.20 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	30

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	25
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<p><b>Wykład:</b> Zdobycie wiedzy na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>W1: Różne formy przedsiębiorczości we współczesnym świecie. Przedsiębiorczość innowacyjna a inne formy przedsiębiorczości. Startupy jako szczególne formy organizacji aktywności przedsiębiorczej;</li> <li>W2: Lean Startup jako metodyka zarządzania startupem i jej składowe: zwinny rozwój produktu (agile development), odkrywanie klienta (customer development) i modelowanie biznesowe; triada: klient-problem- rozwiązanie (CPS);</li> <li>W3: Modelowanie biznesowe na bazie kanwy modelu biznesowego oraz kanwy propozycji wartości wg Osterwaldera; formułowanie hipotez biznesowych;</li> <li>W4: Weryfikowanie hipotez biznesowych w procesie modelowania biznesowego; odkrywanie klienta – zasady projektowania i przeprowadzania wywiadów z interesariuszami projektu; prototypowanie, koncepcja MVP;</li> <li>W5: Zasady prawidłowego „pitchu” projektu, prezentacji pomysłu i pracy nad jego weryfikacją i rozwojem.</li> </ul>
Projekt	<p><b>Projekt:</b> Praca nad realizacją startupu – co najmniej zakończenie etapu Customer Discovery - na projekcie własnym (w grupach):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>P0: Selekcja pomysłów na projekty, elementy debaty;</li> <li>P1: Sformułowanie hipotez biznesowych: CPS i archetypu klienta (persony),</li> <li>P2-P3: Kanwa propozycji wartości i kanwa modelu biznesowego – warsztaty nad projektami w grupach,</li> <li>P4: Zaprojektowanie wywiadów i przeprowadzenie ich,</li> <li>P5: Weryfikacja hipotez biznesowych,</li> <li>P6: Zajęcia mentoringowe</li> <li>P7: Ochrona własności przemysłowej i prawa autorskiego, jak korzystać z zasobów informacji patentowej</li> <li>P8-P9: Prezentacja końcowa projektu (w obecności gości spoza uczelni – inwestorzy, przedsiębiorcy, specjaliści).</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form pisemne, indywidualnej przedsiębiorczości – odnośnie do przedsięwzięć ambitnych i innowacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, wie jak korzystać z zasobów informacji patentowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	zaliczenie

### Umiejętności



**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi identyfikować i interpretować podstawowe zjawiska i procesy społeczne z wykorzystaniem wiedzy z zakresu przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem kreowania postaw przedsiębiorczych i podejmowania wyzwań związanych z rozwojem przedsiębiorczości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi komunikować się i prezentować wyniki swojej pracy zróżnicowanemu kręgowi odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student jest gotowy do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-ANRO
Nazwa przedmiotu	Anatomia robotów
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z anatomią robotów, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem wykładu jest zapoznanie studentów z konstrukcją, sposobem sterowania, metodami opisu sterowników zróżnicowanych robotów oraz podstawami matematycznymi niezbędnymi do budowy modelu kinematycznego manipulatora o strukturze szeregowej. Umożliwia to stworzenie prostego układu sterowania dla takiego manipulatora. Przedstawiona jest metoda określania parametrów Denavit-Hartenberga oraz proste i odwrotne zagadnienie kinematyki dla odpowiednio skonstruowanych manipulatorów szeregowych. Studenci uczą się różnorodnych metod sterowania robotami z naciskiem na wykorzystanie komponentowych struktur ramowych na przykładzie ROS. Metody opisu sterowników czerpią z rodziny języków UML/SysML. Laboratorium kładzie nacisk na praktyczne formy wykorzystania wiedzy z użyciem rzeczywistego robota manipulacyjnego wyposażonego w podsystem wizyjny.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Część I	
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

### 03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>W ramach laboratorium jest 6 zajęć:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zapoznanie z manipulatorem Dobot Magician, sterowanie i programowanie za pomocą oprogramowania producenta robota.</li> <li>2. Struktura ramowa ROS oraz węzeł sterowania robotem w zadaniu paletyzacji.</li> <li>3. Narzędzie RViz do wizualizacji robota oraz kinematyka prosta manipulatora.</li> <li>4. Kinematyka odwrotna manipulatora.</li> <li>5. Dokumentacja systemów opartych o ROS w MeROS.</li> <li>6. Zadanie paletyzacji ze sprzężeniem wizyjnym.</li> </ol>
Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dydaktyczne roboty manipulacyjne – platforma sprzętowa laboratorium.</li> <li>2. Omówienie komponentowych systemów sterowania robotów na przykładzie Robot Operating System (ROS).</li> <li>3. Roboty manipulacyjne – wprowadzenie.</li> <li>4. Roboty manipulacyjne – ćwiczenia praktyczne w zakresie modelowania struktur kinematycznych.</li> <li>5. Metody opisu systemów komponentowych - wprowadzenie do SysML.</li> <li>6. Metody opisu systemów sterowania na bazie ROS w oparciu o metamodel MeROS.</li> <li>7. Roboty mobilne o zmiennym sposobie lokomocji – ilustracja na przykładzie robota MiniRyś</li> </ol>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu układu sterowania robota, jego elementów konstrukcyjnych oraz podstawowych pojęć związanych z modelowaniem, sterowaniem i programowaniem robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu trendów rozwojowych w robotyce.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność planowania i przeprowadzania eksperymentów symulacyjnych w robotyce oraz interpretowania uzyskanych wyników i wyciągania wniosków.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06

**Część I**

Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność wykorzystywania metod analitycznych i symulacyjnych w robotyce.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność projektowania prostych urządzeń robotyki przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania struktury prostego układu sterowania robota oraz rozwiązania prostego i odwrotnego zagadnienia kinematyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność pracy w grupie, umiejętność pełnienia różnych ról podczas pracy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-APA
Nazwa przedmiotu	Aparatura automatyki i robotyki
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z aparaturą automatyki i robotyki, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest zaprezentowanie aparatury stosowanej w układach automatyki. Wykład kładzie nacisk na praktyczne zastosowania prezentowanych urządzeń oraz uczy sposobów projektowania układów automatyki. Wykład podzielony jest na dwa główne działy, związane z trzema głównymi elementami układu automatyki – urządzeniach wykonawczych, urządzeniach pomiarowych oraz urządzeniach sterujących. W ramach wykładu omawiane są również kwestie bezpieczeństwa, w szczególności normy, z którymi każdy inżynier automatyk powinien być zaznajomiony. Celem zajęć laboratoryjnych jest zapoznanie studentów z najważniejszymi urządzeniami aparatury automatyki i robotyki. Laboratoria podzielone są na część eksperymentalną oraz część, podczas której studenci prezentują przygotowane przez siebie referaty związane z zakresem przedmiotu.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Wykład	30.00 h	
Laboratorium	15.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

**Część I**

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

**03. Treści kształcenia**

Laboratorium	Wykład uzupełniony jest przez laboratorium, które jest wprowadzeniem do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Zajęcia laboratoryjne podzielone są na dwa bloki. W pierwszym bloku studenci zapoznają się z podstawowymi urządzeniami aparatury automatyki i robotyki: czujnikami oraz silnikami. Natomiast w ramach drugiego bloku, studenci przygotowują prezentacje oraz artykuły popularnonaukowe związane z zakresem przedmiotu
--------------	---

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie: automatyka - pojęcia podstawowe i definicje; sterowanie w układzie zamkniętym i otwartym, przykłady takich układów. Układy regulacji automatycznej - pojęcia podstawowe i definicje. Punkt PA (pomiarowy i/lub układ sterowania automatycznego).</li><li>2. Urządzenia wykonawcze: rola i miejsce elementów wykonawczych w systemie pomiarów i automatyki, Silnik mechaniczny, Elektromagnes, Elektryczny silnik liniowy, Elektryczny silnik obrotowy, Silnik prądu stałego.</li><li>3. Silniki prądu przemiennego: porównanie cech użytkowych silników prądu przemiennego i ich zastosowania, Silniki indukcyjne (asynchroniczne), Porównanie cech użytkowych silników skokowych (krokowych) i ich zastosowania.</li><li>4. Przekładnie, Siłowniki pneumatyczne i hydrauliczne, nastawniki - zawory: przekładnie mechaniczne, zębate, śrubowa-toczna, wielostopniowa, planetarna, ślimakowa, falowa, siłowniki pneumatyczne i hydrauliczne, Zawory przelotowe, Charakterystyki otwarcia zaworów, Kształty grzybków zaworów.</li><li>5. Bezpieczeństwo, standardy, urządzenia pomocnicze: wprowadzenie, cele związane z bezpieczeństwem urządzeń elektrycznych (UEL) i drogi prowadzące do tych celów, środki minimalizujące zagrożenie; Normy dotyczące bezpieczeństwa UEL, przekaźnik, stycznik, podstawowe charakterystyki, właściwości czasowe, zasady stosowania</li><li>6. Mikrokontrolery: Własności mikrokontrolerów; Architektura mikrokontrolerów; Pamięć mikrokontrolerów; Urządzenia peryferyjne mikrokontrolerów; Przykłady mikrokontrolerów</li><li>7. Urządzenia pomiarowe - wprowadzenie: rola zmysłów u zwierząt, zadania czujników i przetworników pomiarowych w układach regulacji automatycznej, klasyfikacja urządzeń pomiarowych, wyjaśnienie podstawowych pojęć, klasyfikacja pomiarów i metod pomiarowych.</li><li>8. Urządzenia pomiarowe - pomiary temperatury: definicja, jednostki i skale temperatury, klasyfikacja i omówienie termometrów, ich budowy i cech, przykłady urządzeń obecnych na rynku.</li><li>9. Urządzenia pomiarowe - pomiary ciśnienia: definicja i jednostki ciśnienia, działanie ciśnieniomierzy ze względu na rodzaj wykorzystywanych zjawisk, omówienie urządzeń obecnych na rynku.</li><li>10. Urządzenia pomiarowe - pomiary poziomu: omówienie cech oraz zasad działania poziomomierzy zastosowanie, przykłady.</li><li>11. Urządzenia pomiarowe - pomiary parametrów przepływu: metrologia przepływów, klasyfikacja przepływomierzy, charakterystyczne wartości przepływomierzy, cechy, zasady działania, przykłady.</li><li>12. Urządzenia pomiarowe - czujniki robotów: cel stosowania czujników w robotyce, klasyfikacja układów sensorycznych robotów, przykłady czujników w robotach usługowych i autonomicznych samochodach, proprioreceptory, telereceptory, kontaktoreceptory.</li></ol>
--------	---

**Część I**

	<p>13. Serwowzmacniacze i serwofalowniki (falowniki): funkcja serwowzmacniacza w systemie sterowania silnikiem, Pomocnicze urządzenia elektroniczne stosowane w serwonapędach: enkodery, czujniki hallotronowe, prądnice tachometryczne. Schemat blokowy i konfiguracja falownika.</p> <p>14. Urządzenia pomiarowe - pomiar lepkości, gęstości, wilgotności, przewodności cieczy, pH i zawartości tlenu w cieczy.</p>
--	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość urządzeń wykonawczych, pomiarowych i sterujących, stosowanych w układach automatyki i robotach, znajomość kwestii bezpieczeństwa i odpowiednich norm.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość trendów rozwojowych z zakresu automatyki i robotyki, elektroniki oraz informatyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość wiedzy o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość podstawowych metod, technik, narzędzi i materiałów stosowanych przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu automatyki i robotyki oraz programów komputerowych wspomagających projektowanie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – dostrzegania ich aspektów systemowych i pozatechnicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność dokonania wstępnej oceny ekonomicznej podejmowanych działań Inżynierskich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność dobrania odpowiedniego sprzętu automatyki i robotyki do realizacji rozwiązywanego zadania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04



**Część I**

Opis	Umiejętność oceny przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym, charakterystycznego dla automatyki i robotyki oraz wybrania i zastosowania właściwej metody i narzędzia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność pracy w grupie, umiejętność pełnienia różnych ról podczas pracy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-DIPR
Nazwa przedmiotu	Diagnostyka procesów przemysłowych
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z diagnostyką procesów, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych metod diagnostyki procesów przemysłowych oraz sterowania w sytuacji awarii. Studenci zostają zapoznani z zagadnieniami modelowania obiektów na potrzeby metod detekcji, lokalizacji oraz rozróżnialności uszkodzeń. Przybliżona jest koncepcja struktur rekonfigurowalnych i tolerujących uszkodzenia. Przedstawiona jest diagnostyka urządzeń inteligentnych oraz powiązanie diagnostyki z systemami automatyki DCS i SCADA, a także systemami utrzymania ruchu.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>Zajęcia laboratoryjne stanowią wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Pięć zadań laboratoryjnych (wszystkie ćwiczenia trwają po 3h, punktowane są w skali 0- 10pkt.), których celem jest zaprojektowanie i przebadanie wskazanych metod diagnostycznych, zbudowanie układu regulacji tolerującego awarię czujnika pomiarowego, zaznajomienie z obsługą sytuacji awaryjnych w systemach automatyki SCADA i DCS. W trakcie pracy wykorzystywany jest pakiet MATLAB oraz obiekty laboratoryjne automatyki.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Laboratorium 1: Detekcja sytuacji awaryjnych – zaprojektowanie algorytmów detekcji.</li><li>2. Laboratorium 2: Opracowanie, implementacja i weryfikacja modeli diagnostycznych.</li><li>3. Laboratorium 3: Problem sterowania w sytuacji awarii czujnika pomiarowego – zastosowanie modelu (z ćwiczenia 2) do odtwarzania pomiaru i sterowanie w oparciu o model.</li><li>4. Laboratorium 4: Monitorowanie pracy urządzeń – implementacja wskaźników w systemie automatyki DCS i SCADA.</li><li>5. Laboratorium 5: System alarmowania – implementacja alarmów, archiwizacja, obsługa zdarzeń.</li></ol>
--------------	--

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wstęp – przegląd dziedziny. Procesy ciągłe jako obiekty diagnostyki. Zakres i obszar diagnostyki procesów przemysłowych. Diagnostyka pomiarów, układów regulacji, procesów i systemów sterujących. Bezpieczeństwo, stany awaryjne i ich obsługa w systemach sterowania. Metody predykcji i zapobiegania. Systemy wspierające.</li> <li>2. Modelowanie obiektów na potrzeby diagnostyki. Rola modelu w procesie diagnostyki. Przegląd struktur modeli oraz metody identyfikacji. Sposoby wykorzystania (przykłady) modeli w metodologii diagnostyki przemysłowej.</li> <li>3. Detekcja uszkodzeń. Detekcja uszkodzeń na podstawie modeli. Metody kontroli prostych zależności i ograniczeń.</li> <li>4. Lokalizacja uszkodzeń. Binarne macierze diagnostyczne. Wnioskowanie równoległe i szeregowe, uszkodzenia pojedyncze i wielokrotne. Klasyfikatory, metody statystyczne, rozpoznawanie obrazów.</li> <li>5. Rozróżnialność uszkodzeń. Binarne macierze diagnostyczne i tablice stanów. Metoda analizy dynamiki powstawania symptomów.</li> <li>6. Metody analizy sygnałów. Klasyfikacja sygnałów. Metody przetwarzania i wyznaczania cech w dziedzinie czasu i częstotliwości. Metody parametryczne i nieparametryczne. Diagnostyka w oparciu o cechy sygnałów.</li> <li>7. Struktury i algorytmy tolerujące uszkodzenia. Regulacja wielowymiarowa, rekonfigurowalna. Metody postępowania w przypadku uszkodzenia torów pomiarowych i wykonawczych.</li> <li>8. Diagnostyka inteligentnych urządzeń automatyki. Diagnostyka on-line i off-line. Diagnostyka rozproszona i wbudowana. Funkcje wbudowane w inteligentne urządzenia. Inteligentne przetworniki tolerujące uszkodzenia. Inteligentne urządzenia wykonawcze. Alarmowanie i sytuacje awaryjne.</li> <li>9. Systemy informatyczne a diagnostyka. Systemy informatyczne przedsiębiorstw. Powiązanie systemy automatyki DCS i SCADA z systemami Utrzymania ruchu. Systemy CMMS, RPM, koncepcja TPM (Total Preventive Maintenance), koncepcja Predictive Maintenance.</li> <li>10. Zastosowania przemysłowe. Przykładowe zastosowanie diagnostyki w dużych obiektach przemysłowych.</li> </ol>
--------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat najważniejszych metody diagnostyki stosowanych we współczesnych systemach automatyki, zarówno klasyczne, jak i oparte na sztucznej inteligencji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat metod, technik i narzędzi stosowanych przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu diagnostyki procesowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

### Umiejętności

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność dokonania identyfikacji i sformułowania specyfikacji prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym, charakterystycznych dla problemów diagnostyki w systemach automatyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U13
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność oceny przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym z obszaru diagnostyki w systemach sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność projektowania i realizacji prostych algorytmów diagnostycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność analizy pracy metod diagnostycznych uruchomianych w systemach sterowania procesów przemysłowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-STERO
Nazwa przedmiotu	Sterowanie i symulacja robotów
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest wprowadzenie studentów w systemy sterowania robotami oraz metody symulacji robotów wraz z ich środowiskiem. Przedmiot dotyczy zarówno robotów manipulacyjnych jak i mobilnych. Studenci zapoznają się z metodami strukturyzacji systemów sterowania robotami, a także formułowania i implementacji zadań robotów. Istotnym aspektem przedmiotu jest opanowanie metod dokumentacji systemów sterowania robotami. W części poświęconej manipulatorom nacisk położony jest na opanowanie zadawania ruchu w różnych trybach (w przestrzeni konfiguracyjnej, operacyjnej, z wykorzystaniem sprzężenia od dodatkowych czujników). Przewiduje się uruchamianie zadań zarówno w środowisku symulacyjnym jak i opcjonalnie na rzeczywistym sprzęcie. Część poświęcona robotom mobilnym koncentruje się na praktycznych zagadnieniach nawigacji, w szczególności planowaniu ścieżki oraz samolokalizacji z wykorzystaniem odpowiednich czujników.
----------------	---

Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
--	-----------------------------------

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze**

Laboratorium	30.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

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

<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
--	----------------	-------------

**Liczba godzin i ECTS pracy studenta:**

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	75	3.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	125	5.00

**Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:**

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
---	----

Część I	
Inne godziny kontaktowe	15
Razem	75

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

### 03. Treści kształcenia

Ćwiczenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blok manipulacyjny: Omówienie zagadnień poruszanych na laboratoriach i istotnych z punktu widzenia realizacji projektów. W szczególności obejmuje to metody syntezy sterowników robotów, bezpieczeństwa badań, metody sterowania robotami manipulacyjnymi, metod i narzędzi niezbędnych w realizacji projektu.</li> <li>Blok mobilny: Omówienie robota usługowego TIAGo Omówienie zagadnień poruszanych na laboratoriach i istotnych z punktu widzenia realizacji projektów. W szczególności obejmuje to metody syntezy sterowników robotów, bezpieczeństwa badań, metody sterowania robotami mobilnymi oraz nawigację robotami.</li> </ul>
Laboratorium	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blok manipulacyjny: Laboratorium 1: Uruchomienie symulowanego systemu sterowania robota manipulacyjnego, zadanie prostych trajektorii, zapoznanie się z narzędziami do wizualizacji stanu robota oraz jego ograniczeń, zapoznanie się z ograniczeniami robota i możliwym zakresem ruchu. Laboratorium 2: Zademonstrowanie i rozwinięcie rezultatów uzyskanych podczas projektu pierwszego. Laboratorium 3: Zademonstrowanie i rozwinięcie rezultatów uzyskanych podczas projektu drugiego.</li> <li>Blok mobilny: Laboratorium 4: Uruchomienie środowiska symulacji robota mobilnego, podstawy nawigacji. Laboratorium 5: Budowa i wykorzystanie własnych środowisk symulacji robota mobilnego Laboratorium 6: Badanie metod lokalizacji robota.</li> </ul>
Projekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blok manipulacyjny: Projekt 1: Program sterujący robotem manipulacyjnym, który spowoduje, że robot chwyci, przeniesie i odłoży obiekt w wybrane miejsce. Projekt 2: Programu sterujący robotem manipulacyjnym, w celu manipulacji obiektami o wewnętrznych stopniach swobody - otwieranie drzwi szafki.</li> <li>Projekt 3: Program sterujący robotem mobilnym, badający jakość odometrii robota mobilnego. Projekt 4: Program integrujący popularne algorytmy wykorzystywane w nawigacji robota mobilnego. Program ten realizuje system nawigacji robota poruszającego się w dynamicznym środowisku.</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień związanych ze sterowaniem robotami mobilnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień związanych ze sterowaniem manipulatorami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień związanych z symulacją struktur mechanicznych w ruchu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność programowania robotów mobilnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność programowania robotów manipulacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentów, przedstawienia wyników badań w formie sprawozdania, umiejętność uczestniczenia w dyskusji na temat wykonanej pracy i umiejętność przekonującego przedstawienia zalet i wad zastosowanego rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05, U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność wykorzystania symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Świadomość odpowiedzialności w działalności inżynierskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-STP
Nazwa przedmiotu	Sterowanie procesami
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane ze sterowaniem automatycznym, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych oraz bardziej zaawansowanych struktur i algorytmów sterowania ciągłymi obiektami dynamicznymi o jednym wejściu i jednym wyjściu (SISO – ang. Single Input Single Output), w tym procesami przemysłowymi. Rozważa się algorytmy regulacji z czasem ciągłym, ich dyskretne (cyfrowe) realizacje oraz algorytmy projektowane z czasem dyskretnym. Omawiane są: metoda sprzężenia od stanu, algorytmy i struktury regulacji PID, algorytmy regulacji predykcyjnej DMC (ang. Dynamic Matrix Control) i GPC (ang. Generalized Predictive Control), algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyty algorytm regulacji predykcyjnej), warstwowa struktura sterowania przemysłowego z nadrzędną warstwą optymalizacji ekonomicznej. Ilustrację wykładu stanowią liczne przykłady przedstawiane w trakcie zajęć. Do syntezy układów regulacji wykorzystuje się pakiet MATLAB/Simulink.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	60	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	40	1.60
Razem	100	4.00

## Część I

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	60

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	40
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wstęp: Procesy dynamiczne jako obiekty sterowania, klasy modeli procesów dynamicznych (liniowe/ nieliniowe, równania stanu/transmitancje), przegląd metod projektowania układów regulacji. Przykłady wykorzystania algorytmów regulacji: sterowanie satelity telekomunikacyjnego, sterowanie samolotu o pionowym starcie (VTOL - ang. Vertical Take-off and Landing), sterowanie pojazdu marsjańskiego, sterowanie kolumny destylacyjnej. Prezentacja pakietu MATLAB/Simulink: modelowanie procesów, synteza i symulacji układów sterowania.</li><li>2. Metody przestrzeni stanów: Modele ciągłych procesów dynamicznych w przestrzeni stanów i w postaci transmitancji, sterowalność i obserwowalność, przechodzenie od modelu w przestrzeni stanów do transmitancji (i odwrotnie), wybór zmiennych stanu - modelowanie.</li><li>3. Przesuwanie biegunów za pomocą sprzężenia od stanu: projektowanie układu regulacji metodą przesuwania biegunów układu zamkniętego, dobór biegunów układu zamkniętego, wielokryterialna ocena jakości regulacji, niezerowe punkty pracy.</li><li>4. Estymacja wartości niedostępnych pomiarowo zmiennych stanu: Projektowanie obserwatorów pełnego i zredukowanego rzędu, dobór biegunów obserwatora, zasada separowalności, wymuszanie zerowego uchybu ustalonego (układy regulacji z całkowaniem).</li><li>5. Dyskretne (cyfrowe) układy regulacji: Pośrednie (emulacja) oraz bezpośrednie metody projektowania dyskretnych algorytmów regulacji, cyfrowe realizacje algorytmu PID, transmitancja dyskretna, modele ARX, symulacja dyskretnych algorytmów regulacji.</li><li>6. Opis procesu dyskretnego w przestrzeni stanów: sterowalność i obserwowalność procesów dyskretnych, przechodzenie od modelu dyskretnego w przestrzeni stanów do transmitancji dyskretniej (i odwrotnie), wybór zmiennych stanu - modelowanie, przechodzenie od ciągłych równań stanu do dyskretnych.</li><li>7. Projektowanie dyskretnych układów regulacji metodą sprzężenia od stanu: dyskretnie obserwatory stanu pełnego i zredukowanego rzędu.</li><li>8. Regulacja PID: wielokryterialna ocena jakości regulacji (konflikt między dokładnością i odpornością), uwzględnianie ograniczeń sygnału sterującego w algorytmie PID, kompensacja wpływu mierzonych zakłóceń w regulacji PID (układy otwarto-zamknięte), regulacja kaskadowa.</li><li>9. Regulacja predykcyjna: zasada regulacji predykcyjnej, klasy algorytmów regulacji predykcyjnej, model odpowiedzi skokowych, związek między transmitancją a modelem odpowiedzi skokowej, algorytm DMC w wersji analitycznej bez ograniczeń, strojenie algorytmu DMC.</li><li>10. Uwzględnianie ograniczeń w analitycznej wersji algorytmu DMC, wersja numeryczna (z ograniczeniami) algorytmu DMC.</li><li>11. Algorytm GPC w wersji analitycznej i numerycznej</li><li>12. Nieliniowa regulacja rozmyta: systemy rozmyte typu Takagi-Sugeno, rozmyty algorytm regulacji PID, rozmyty algorytm regulacji ze sprzężeniem od stanu, rozmyty algorytm regulacji predykcyjnej DMC, rozmyty algorytm regulacji predykcyjnej GPC.</li></ol>
--------	--

**Część I**

	13. Warstwowa struktura sterowania przemysłowego z nadrzędną warstwą optymalizacji ekonomicznej.
Projekt	Projekt stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. W trakcie projektu studenci wykonują dwa projekty. Tematyka pierwszego projektu związana jest z algorytmami regulacji w przestrzeni stanów oraz estymacją stanu, natomiast celem drugiego projektu jest zaprojektowanie algorytmów regulacji predykcyjnej. W trakcie prac wykorzystuje się pakiet MATLAB/Simulink.
Ćwiczenia	Celem ćwiczeń jest omówienie na przykładach skuteczności metod i algorytmów prezentowanych na wykładach. Wykorzystywany jest pakiet MATLAB/Simulink.

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość najważniejszych klas modeli dynamicznych: modele liniowe i nieliniowe, modele z czasem ciągłym i dyskretnym, modele w przestrzeni stanu i modele transmitancyjne, znajomość metod konwersji najważniejszych klas modeli.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość podstawowych metod syntezy układów regulacji (zarówno procesów ciągłych jak i dyskretnych): regulator PID i jego modyfikacje, regulator ze sprzężeniem od stanu, znajomość metod projektowania obserwatorów stanu pełnego i zredukowanego rzędu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość zaawansowanych metod syntezy układów regulacji (procesów dyskretnych): algorytmy regulacji predykcyjnej DMC i GPC, algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyte algorytmy regulacji predykcyjnej).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość metod wielokryterialnej oceny jakości regulacji układu regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość programów komputerowych służących do projektowania i symulacji algorytmów regulacji (np. MATLAB/Simulink).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
-------------------	-----

**Część I**

Opis	Umiejętność konwersji najważniejszych klas modeli dynamicznych (przejsście od modelu w przestrzeni stanu do modelu transmitancyjnego i odwrotnie, dyskretyzacja modeli ciągłych).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność zaprojektowania podstawowych układów regulacji (zarówno procesów ciągłych jak i dyskretnych): regulator PID i jego modyfikacje, regulator ze sprzężeniem od stanu, umiejętność zaprojektowania obserwatorów stanu pełnego i zredukowanego rzędu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaprojektowania zaawansowanych układów regulacji (procesów dyskretnych): algorytmy regulacji predykcyjnej DMC i GPC, algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyte algorytmy regulacji predykcyjnej).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność wielokryterialnej oceny jakości regulacji układu regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność posługiwania się programami komputerowymi służącymi do projektowania i symulacji algorytmów regulacji (np. MATLAB/Simulink), umiejętność napisania własnych programów do symulacji dyskretnych algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-SP
Nazwa przedmiotu	Sterowniki programowalne
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane ze sterownikami programowalnymi, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest prezentacja możliwości sterowników programowalnych - najpopularniejszych urządzeń sterujących współczesnej automatyki. Rozważane są przede wszystkim zagadnienia dotyczące języków programowania i algorytmów sterowania, w mniejszym stopniu - zagadnienia sprzętowe. Działanie sterowników jest prezentowane w kontekście ich współpracy z najczęściej stosowanymi w przemyśle urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi w rozproszonych systemach automatyki.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	100	4.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	0	0.00
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	55	
Razem	100	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	0	

## Część I

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sterowanie binarne. Wyjaśnienie pojęcia. Potrzeba i ograniczenia sterowania binarnego. Sterowanie binarne a sterowanie ciągłe.</li><li>2. Historia i ewolucja układów sterowania binarnego (przełączniki, cyfrowe układy scalone, mikroprocesory).</li><li>3. Zalety i wady programowalnych układów sterowania w porównaniu z klasycznymi układami sprzętowymi.</li><li>4. Budowa sterowników. Sterowniki wielo- i jednomodułowe, programatory, pulpity operatorskie, wyświetlacze.</li><li>5. Współpraca sterowników z obiektami. Układy wejść i wyjść. Rodzaje czujników pomiarowych i elementów wykonawczych.</li><li>6. Podstawowe cechy systemu operacyjnego sterownika. Pętla programowa. Szeregowość pracy programu a szybkość reakcji sterownika. Obraz procesu.</li><li>7. Typy zmiennych i zasady adresowania.</li><li>8. Przegląd języków programowania sterowników. Geneza, zalety i wady różnych typów języków. Norma IEC 1131.</li><li>9. Język drabinkowy jako najprostszy i najpopularniejszy język programowania sterowników. Podstawowe symbole. Zasada konstruowania schematu stykowego.</li><li>10. Programowanie zadań sekwencyjnych.</li><li>11. Układy licznikowe i uzależnień czasowych jako elementy programu.</li><li>12. Przykłady typowych, przemysłowych zadań sterowania.</li><li>13. Specyfika współpracy sterowników z elektropneumatycznymi elementami wykonawczymi.</li><li>14. Języki wyższego poziomu. Tekst strukturalny. Język funkcji sekwencyjnych.</li><li>15. Programy wielomodułowe i wieloprogramowość.</li><li>16. Przykłady złożonych zadań sterowania - systemy mechatroniki.</li><li>17. Sieci przemysłowe. Sieci polowe. Standard PROFIBUS. Sieci "inteligentnych" czujników i elementów wykonawczych - ASI.</li></ol>
Laboratorium	<p>Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. W ćwiczeniach są wykorzystywane stanowiska laboratoryjne wyposażone w sterowniki S7-200 współpracujące z oprogramowaniem narzędziowym MicroWin i wizualizacyjnym ProToolPro (wyroby firmy SIEMENS).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ćwiczenie 1 (2h). Zadanie kombinacyjne. Prosty problem sekwencyjny. (symulowane obiekty sterowania)</li><li>• Ćwiczenie 2 (4h). Złożony problem sekwencyjny. (symulowane obiekty sterowania)</li><li>• Ćwiczenie 3 (4h). Problem sekwencyjny angażujący układy licznikowe i uzależnienia czasowe. (symulowane obiekty sterowania)</li><li>• Ćwiczenie 4 (5h). Sterowanie rzeczywistym obiektem - manipulatorem elektropneumatycznym. Programowanie złożonej sekwencji ruchów.</li></ul>

#### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat roli, jaką pełnią sterowniki programowalne w systemach automatyzacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W09
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość sposobu działania systemu operacyjnego sterownika programowalnego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość stosowanych języków programowania sterowników programowalnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność korzystania ze środowiska programowania sterowników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność programowania kombinacyjnych i sekwencyjnych zadań sterowania binarnego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność planowania złożonego zadania sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność pracy w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-SMS
Nazwa przedmiotu	Systemy mikroprocesorowe w sterowaniu
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z systemami mikroprocesorowymi w sterowaniu, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie metodyki projektowania, programowania i testowania systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu i automatyce (w czasie rzeczywistym), przy uwzględnieniu obowiązujących standardów przemysłowych oraz norm bezpieczeństwa. W trakcie wykładu omawiane są bloki funkcjonalne współczesnych systemów mikroprocesorowych oraz sposób ich wykorzystania w projektowanym systemie sterującym. Omawia się wszystkie etapy prac: sformułowanie problemu, opracowanie wstępnej koncepcji systemu, projekt sprzętowy systemu, przygotowanie oprogramowania, uruchamianie sprzętu i oprogramowania, testy środowiskowe, wdrożenie produkcyjne, certyfikację, wprowadzenie na rynek i walidację. Podczas opracowania systemu uwzględnia się wymogi technologii produkcji, systemu zapewnienia jakości oraz wymogi prawne Ustawy o Ocenie Zgodności (oznaczanie znakiem CE). W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci mają możliwość zaprojektowania mikroprocesorowego systemu sterowania procesem laboratoryjnego działającego w czasie rzeczywistym. W trakcie wykładu i zajęć laboratoryjnych wykorzystuje się współcześnie produkowane mikroprocesory wbudowane 32 bitowe o architekturze ARM Cortex.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

## Część I

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	70

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

### 03. Treści kształcenia

Laboratorium	<p>Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. 10 zajęć laboratoryjnych (każde zajęcia trwają 3h), które składają się z 4 ćwiczeń punktowanych w skali 0-5 pkt. oraz trzech zadań projektowych punktowanych w skali 0-10 pkt. Ćwiczenia laboratoryjne odbywają się w ramach pierwszych 4 zajęć. Zadania projektowe są realizowane w trakcie kolejnych 6 zajęć. W trakcie pracy wykorzystywane są płytki z mikroprocesorami (z rdzeniem M3 i M7), a także wiele sprzętu dodatkowego (czujniki, wyświetlacze, klawiatury) oraz obiekty laboratoryjne automatyki.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ćwiczenie 1. Praca z zestawem uruchomieniowym, praca krokowa, debugowanie. Przygotowywanie i uruchomienie prostych programów: obsługa portów wejścia-wyjścia, obsługa wyświetlacza tekstowego LCD, sterowanie szerokością impulsu, przetwornik analogowo-cyfrowy.</li><li>• Ćwiczenie 2. Wykorzystanie systemu przerwań. Timery. Obsługa prostych czujników i urządzeń wykonawczych mikroprocesorowego systemu automatyki przy wykorzystaniu systemu przerwań.</li><li>• Ćwiczenie 3. Obsługa złożonych czujników i urządzeń wykonawczych mikroprocesorowego systemu automatyki (standard komunikacyjny I<sup>2</sup>C lub SPI). Pętla prądowa 4-20 mA. Transmisja szeregową - standard Modbus RTU.</li><li>• Ćwiczenie 4. Obsługa wyświetlacza graficznego LCD (panelu dotykowego). Wykorzystanie jednostki zmiennopozycyjnej do przetwarzania sygnałów.</li><li>• Projekt 1. Implementacja algorytmów regulacji PID i DMC prostego procesu dynamicznego. Interfejs użytkownika. Archiwizacja pomiarów. Dobór nastaw algorytmów. Badania porównawcze</li><li>• Projekt 2. Identyfikacja modeli (typu odpowiedzi skokowej) procesu laboratoryjnego. Implementacja algorytmu regulacji DMC. Dobór nastaw algorytmu. Badania porównawcze.</li><li>• Projekt 3. Konfiguracja systemu operacyjnego czasu rzeczywistego FreeRTOS oraz implementacja dwóch algorytmów regulacji działających współbieżnie.</li></ul>
--------------	--

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie. Specyfika i struktura systemu mikroprocesorowego automatyki przeznaczonego do sterowania w czasie rzeczywistym.</li><li>2. Specyfika i etapy projektowania systemu mikroprocesorowego automatyki: sformułowanie problemu, opracowanie wstępnej koncepcji systemu, projekt sprzętowy systemu, przygotowanie oprogramowania, uruchamianie sprzętu i oprogramowania, testy środowiskowe, wdrożenie produkcyjne, certyfikacja, wprowadzenie na rynek i walidacja.</li><li>3. Przegląd współcześnie dostępnych platform sprzętowych pod kątem zastosowania w systemie automatyki. Wybór platformy.</li><li>4. Architektura rdzenia Cortex-M. Tryby adresowania, lista rozkazów.</li><li>5. Zestaw uruchomieniowy, złącze JTAG. Oprogramowanie narzędziowe. Przygotowywanie, uruchamianie i testowanie programów.</li><li>6. Bloki funkcjonalne mikroprocesora oraz ich wykorzystanie w budowanym systemie sterującym automatyki. Sygnały zegarowe, układy czasowe, watchdog.</li><li>7. Przerwania maskowalne i niemaskowalne oraz ich wykorzystanie w budowanym systemie sterującym automatyki, blok NVIC, priorytety przerwania, tablica wektorów przerwania, program obsługi przerwania.</li><li>8. Porty wejścia-wyjścia, obsługa podstawowych urządzeń wejścia-wyjścia: klawiatura, wyświetlacz LED/LCD, odczyt stanów, wyjście z otwartym kolektorem, problemy praktyczne (np. odbicia styków).</li><li>9. Sterowanie silników: generacja sygnału PWM, pomiar parametrów wejściowego sygnału PWM.</li><li>10. Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA) i jego wykorzystanie w mikroprocesorowym systemie automatyki, współpraca układów czasowych z kontrolerem DMA</li><li>11. Przetworniki analogowo-cyfrowe (A/C) i cyfrowo-analogowe (C/A) wbudowane i zewnętrzne w zastosowaniu do komunikacji z urządzeniami automatyki. Standard przemysłowy 4-20 mA i 0-10 V. Współpraca przetworników z układem DMA i przerwaniami.</li><li>12. Transmisja szeregową. Warstwy i funkcje modelu ISO/OSI wykorzystywane w warunkach przemysłowych. Warstwa fizyczna RS-232, RS-422 i RS-485. Interfejs I2C. Warstwa łącza danych, ramki, obliczanie sumy kontrolnej (CRC). Przemysłowe protokoły transmisji na przykładzie protokołów</li><li>13. Modbus ASCII, Modbus RTU i Gaz-Modem 3. Warstwa sesji.</li><li>14. Reprezentacja liczb w komputerze, kod U2, liczby zmiennie-przecinkowe krótkie i długie. Koprocesor arytmetyczny lub realizacja programowa.</li><li>15. Przykład zastosowania obliczeń zmiennoprzecinkowych w systemie mikroprocesorowym automatyki: implementacja algorytmów regulacji PID i predykcyjnej.</li><li>16. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w mikroprocesorowym systemie automatyki, szybka transformata Fouriera (FFT).</li></ol>
--------	---

## Część I

	<p>17. Zalety i wady dostępnych na rynku systemów czasu rzeczywistego (FreeRTOS, QNX, RTLinux) w zastosowaniu do sterowania.</p> <p>18. Zasady projektowania płyt drukowanych z uwzględnieniem odporności EMC, warstwy, prowadzenie mas i zasilania. EMC – kompatybilność elektromagnetyczna: emisja i odporność, Burst, ESD, Surge, Transients, RF.</p> <p>19. Projektowanie mikroprocesorowego systemu automatyki przy uwzględnieniu obowiązujących norm. Dyrektywy ATEX, MID i RTTE. Metrologia prawna.</p> <p>20. Wdrożenie produkcyjne: technologie lutowania (fala do elementów przewlekanych i lutowanie rozplływowe do powierzchniowych). Umieszczanie znaczników na płytach do pozycjonowania przy nanoszeniu pasty i układaniu elementów. Rodzaje obudów i uwzględnienie rozkładu temperatur w procesie lutowania przy projekcie płyty. Jakość w produkcji: wilgoć (hermetyzowanie laminatów), strefy ochrony od ESD. System jakości ISO9001. Badania jakości w komorach klimatycznych, klasy klimatyczne wyrobów, szczelność obudów IP. Badania końcowe. Serwis i obsługa, statystyki awarii, działania korygujące. Walidacja.</p> <p>21. Wprowadzenie systemu na rynek. Zasady ogólne oznaczania wyrobów znakiem CE: moduły od A do H, normy zharmonizowane, notyfikowane, wymagania i badania, certyfikacja.</p>
--	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat sposobu działania współczesnych systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu projektowania, programowania i testowania systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu standardów przemysłowych oraz norm bezpieczeństwa, które mają spełniać systemy mikroprocesorowe znajdujące zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania, programowania i testowania systemów mikroprocesorowych znajdujących zastosowanie w sterowaniu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, świadomość związanej z tym odpowiedzialnością za podejmowane decyzje.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-WR
Nazwa przedmiotu	Wstęp do robotyki
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z robotyką, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przegląd podstawowych zagadnień z pogranicza robotyki i sztucznej inteligencji. Omawiane są elementy składowe robotów - efektory, czujniki, układ lokomocji, układ sterowania komputerowego. Przedstawiane są zagadnienia kinematyki robotów mobilnych i manipulatorów. Rozważany jest - kluczowy dla praktycznych zastosowań robotów mobilnych - problem nawigacji, w tym zadania samo-lokalizacji robota, planowania ścieżek ruchu i tworzenia map otoczenia. Omawiane są czujniki wykorzystywane do zbierania informacji o otoczeniu. Prezentowana jest także problematyka uczenia się robotów jako przykład uczenia maszynowego oraz wprowadzenie do systemów wielorobotowych/wieloagentowych. Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie z praktycznymi problemami konstruowania, planowania ruchu i sterowania robotów. Są one także przykładem tworzenia oprogramowania dla układów wbudowanych. Wykonywane ćwiczenia polegają na zaprojektowaniu i zbudowaniu z klocków robota, opracowaniu algorytmu sterowania oraz jego implementacji programowej w środowisku BrickOS będącym systemem operacyjnym dla mikrosterownika RCX.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Laboratorium	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80

## Część I

Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	70

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

### 03. Treści kształcenia

Laboratorium	Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie z praktycznymi problemami konstruowania, planowania ruchu i sterowania robotów. Są one także przykładem tworzenia oprogramowania dla układów wbudowanych. Wykonywane ćwiczenia polegają na zaprojektowaniu i zbudowaniu z klocków robota, opracowaniu algorytmu sterowania oraz jego implementacji programowej w środowisku BrickOS będącym systemem operacyjnym dla mikrosterownika RCX.
--------------	--

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Podstawowe pojęcia z dziedziny robotyki: krótka historia robotyki, działy robotyki, definicje robota i elementy składowe systemu robotycznego: efektory, czujniki, układ lokomocji, układ sterowania komputerowego.</li><li>2. Rodzaje robotów i ich charakterystyka oraz zastosowania: roboty mobilne (pojazdy autonomiczne, maszyny kroczące), roboty humanoidalne, roboty manipulacyjne, roboty usługowe, roboty specjalne, itp.</li><li>3. Budowa i programowanie robotów modułowych - zestawy Lego Mindstorms: budowa i funkcje mikrosterownika RCX, architektura i cechy systemu operacyjnego BrickOS. Specyfika tworzenia oprogramowania dla układów wbudowanych na przykładzie mikrosterownika RCX: programowanie robotów w środowisku BrickOS, kompilator skrośny język C - kod RCX, komunikacja sieciowa przez łącze podczerwone.</li><li>4. Opis położenia i orientacji: podstawowe pojęcia matematyczne, wybrane reprezentacje położenia i orientacji, macierz przekształcenia jednorodnego.</li><li>5. Wprowadzenie w podstawowe zagadnienia kinematyki: struktury kinematyczne manipulatorów robotów, kinematyka manipulatorów - proste i odwrotne zadanie kinematyki.</li><li>6. Podstawowe rodzaje baz jezdnych (układów lokomocji) robotów mobilnych i ich charakterystyka. Roboty kołowe - rodzaje kół. Napędy kołowe: różnicowy, synchroniczny, wielokierunkowy, Ackermana.</li><li>7. Maszyny kroczące. Wprowadzenie, rodzaje maszyn kroczących, wzorce biologiczne.</li><li>8. Kinematyka robotów mobilnych: równania ruchu prostych robotów kołowych, pojęcia mobilności, sterowności i manewrowalności robotów kołowych, ograniczenia ruchu - więzy holonomiczne i nieholonomiczne, opis i klasyfikacja prostych robotów trójkołowych.</li><li>9. Czujniki stosowane w robotach i przetwarzanie informacji z czujników: klasyfikacja czujników, typy czujników: odometryczne (enkodery optyczne, rezolwery), dotykowe, zbliżeniowe, odległości, kierunku, kamery wizyjne. Interpretacja i wykorzystanie danych z czujników pomiarowych.</li><li>10. Zagadnienie autonomicznej nawigacji robota mobilnego: samo-lokalizacja, planowanie ścieżki, tworzenie mapy środowiska. Sformułowanie problemu i stosowane rozwiązania.</li><li>11. Przegląd i porównanie metod i algorytmów sterowania robotów: sterowanie reaktywne, behawioralne, bazujące na modelu, metody hybrydowe.</li><li>12. Uczenie się robotów/agentów: cele i rodzaje (sposoby) uczenia się, metody i algorytmy uczenia się.</li><li>13. Systemy wielorobotowe/wieloagentowe: cele tworzenia, problemy i typowe zadania. Systemy wielorobotowe jako przykład systemu wieloagentowego. Podział systemów wielorobotowych ze względu na: strukturę organizacji, sposoby komunikacji oraz stopień współpracy.</li></ol>
--------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01



**Część I**

Opis	Znajomość podstawowych rodzajów robotów ich charakterystyk oraz zastosowań, w szczególności robotów mobilnych i ich mechanizmów lokomocji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość podstawowych elementów składowych robota: efektorów, receptorów i układu sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość podstawowych baz jezdnych kołowych robotów mobilnych oraz ich własności ruchowych, w tym więzów ruchu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość podstawowych zagadnień sterowania ruchem kołowych robotów mobilnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość problematyki autonomicznej nawigacji robota mobilnego: lokalizacji, budowy mapy, planowania ścieżek ruchu, wykrywania i unikania kolizji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Znajomość systemów wielorobotowych oraz kryteriów ich klasyfikacji i przykładowych zastosowań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność zdefiniowania więzów ruchu oraz rozwiązania prostego i odwrotnego zadania kinematyki dla prostych kołowych robotów mobilnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność dobrania właściwej metody rozwiązania zadania, które ma wykonać robot.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaprojektowania i zbudowania z dostępnych elementów (klocków) prostego robota mobilnego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04

**Część I**

Opis	Umiejętność dobrania właściwych czujników do realizacji zadania sterowania robotem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność opracowania algorytmu sterowania oraz napisania oprogramowania dla sterownika pokładowego robota.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Umiejętność pracy w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-PODA
Nazwa przedmiotu	Podstawy automatyki
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z podstawami automatyki, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych zagadnień automatyki: opis obiektów dynamicznych do celów sterowania, sprzężenie zwrotne i jego rola, struktury układów regulacji, podstawy projektowania układów regulacji służących do nadążania (serwomechanizmy) oraz do tłumienia wpływu zakłóceń (układy regulacji przemysłowej), realizacje cyfrowe algorytmów regulacji. Omawia się także platformy sprzętowe współczesnych systemów automatyki: programowalne sterowniki logiczne (PLC), mikrokontrolery oraz sterowniki przemysłowe, pracujące w rozproszonych systemach sterowania, a także przemysłowe systemy monitorowania i gromadzenia danych (SCADA).
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	

## Część I

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sterowanie a regulacja ze sprzężeniem zwrotnym. Programowalny sterownik logiczny (PLC): zasada działania, języki programowania. Klasyfikacja układów regulacji: zadanie nadążania (przestawiania) oraz zadanie tłumienia wpływu zakłóceń. Podstawowa struktura pętli regulacji. Regulacja dwupołożeniowa i trójpołożeniowa oraz regulacja ciągła.</li><li>2. Modelowanie obiektów dynamicznych. Przykłady modeli liniowych i nieliniowych. Równania stanu. Charakterystyki statyczne. Linearyzacja modeli statycznych i dynamicznych.</li><li>3. Analiza liniowych modeli dynamicznych w dziedzinie czasu. Odpowiedzi impulsowa i skokowa, postać rozwiązania liniowych równań stanu.</li><li>4. Analiza liniowych modeli dynamicznych w dziedzinie zmiennej zespolonej. Transformata Laplace'a i transmitancja, odpowiedź wymuszona, położenie biegunów transmitancji a cechy przebiegów. Stabilność obiektu dynamicznego, stabilność według Lapunowa, kryterium algebraiczne stabilności Hurwitza.</li><li>5. Regulacja automatyczna ze sprzężeniem zwrotnym. Cechy dobrze zaprojektowanego układu regulacji. Wymagania projektowe, kryteria oceny działania układu.</li><li>6. Regulatory PID: metody doboru nastaw regulatora, modyfikacje podstawowej struktury PID, regulacja kaskadowa, kompensacja wpływu zakłóceń.</li><li>7. Cyfrowa realizacja algorytmów regulacji (dyskretyzacja algorytmów). Dobór okresu próbkowania, wpływ rodzaju dyskretyzacji na pracę układu regulacji. Dyskretne algorytmy regulacji PID.</li><li>8. Uchyby ustalone w układzie regulacji ze sprzężeniem zwrotnym. Uchyby ustalone w układzie z obiektem i regulatorem statycznym oraz astatycznym (z całkowaniem) przy zmianach wartości zadanej i zakłócenia. Klasy układów regulacji. Przykłady doboru nastaw regulatora zapewniających stabilność i pożądane cechy uchybu statycznego.</li><li>9. Analiza i korekcja układów regulacji w dziedzinie częstotliwości. Charakterystyki częstotliwościowe amplitudowo-fazowe i asymptotyczne Bodego oraz charakterystyki częstotliwościowe Nyquista, podstawowe człony dynamiczne. Kryterium stabilności Nyquista, zapasy modułu i fazy, wpływ opóźnienia. Pożądany kształt charakterystyki częstotliwościowej układu regulacji. Podstawy projektowania serwomechanizmu (zadanie nadążania).</li><li>10. Platformy sprzętowe współczesnych systemów automatyki: programowalne sterowniki logiczne (PLC), mikrokontrolery oraz sterowniki przemysłowe, pracujące w rozproszonych systemach sterowania. Przemysłowe systemy monitorowania i gromadzenia danych (ang. Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA).</li></ol>
--------	--

**Część I**

Laboratorium	<p>Laboratorium stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sterowanie binarne. Studenci poznają typową instalację oraz implementują algorytm sterowania w postaci programu wykonywanego przez komputer PC.</li> <li>2. Sterownik PLC. Studenci przygotowują program sterujący dla instalacji poznanej w ćwiczeniu 1, w graficznym języku drabinkowym typowego sterownika binarnego.</li> <li>3. Stacja Operatora Procesu. Celem ćwiczenia jest zapoznanie z hierarchicznym systemem automatyki, którego centralnym elementem jest stacja operatora procesu (komputer z przemysłowym oprogramowaniem SCADA). Studenci muszą zapanować nad dużą liczbą danych procesowych, zaprogramować ekrany informacyjne stacji dla zadanego procesu i nadzorować proces z pozycji operatora systemu.</li> <li>4. Regulacja PID. Studenci poznają regulator przemysłowy PID jako urządzenie, zapoznają się z możliwościami jego konfiguracji i strojenia oraz dobierają nastawy regulatora dla rzeczywistego obiektu wodnego.</li> <li>5. Serwomechanizm. Studenci implementują algorytm regulacji PID dla obiektu pozycjonowanego w pętli zamkniętej. Przy okazji badają problem stabilności i uchybu regulacji.</li> </ol>
--------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu podstaw budowy modeli matematycznych do celów regulacji, analizy liniowych modeli dynamicznych w dziedzinie czasu i zmiennej zespolonej, postaci i własności podstawowych członów dynamicznych, charakterystyk częstotliwościowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu rozumienia sprzężenia zwrotnego, podstawowych struktur i rodzajów regulacji automatycznej, zasady i realizacji sterowania logicznego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu podstaw projektowania i cyfrowej realizacji układów regulacji, doboru nastaw regulatorów PID, dokładności nadążania, tłumienia zakłóceń i badania stabilności w układach ze sprzężeniem zwrotnym.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność programowania prostych zadań sterowania logicznego oraz doboru nastaw regulatora PID
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Umiejętność budowy prostych modeli dynamicznych, wyznaczania punktów równowagi, przeprowadzania linearyzacji, wyznaczania transmitancji, analizy uchybów ustalonych i badania stabilności układów regulacji automatycznej, analizy charakterystyk częstotliwościowych i doboru prostych korektorów dla spełnienia typowych wymagań projektowych układów regulacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-MODI
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i identyfikacja
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty techniczne )---EITI,( Przedmioty uzupełniające )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot prezentuje treści związane z modelowaniem i identyfikacją, stanowiące wprowadzenie do przedmiotów zaawansowanych kierunku Automatyka i robotyka. Celem przedmiotu jest omówienie najczęściej stosowanych w praktyce struktur modeli statycznych i dynamicznych, metod konwersji modeli oraz podstawowych algorytmów identyfikacji modeli.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Wykład	30.00 h	
Projekt	15.00 h	
Ćwiczenia	15.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	65	2.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	35	1.40
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	5	
Razem	65	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	35	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Ćwiczenia	Celem ćwiczeń jest omówienie na przykładach skuteczności metod i algorytmów prezentowanych na wykładach. Wykorzystywany jest pakiet MATLAB/Simulink oraz język Python z odpowiednimi pakietami
Projekt	Projekt stanowi wprowadzenie do zaawansowanych treści kierunku Automatyka i robotyka. Celem ćwiczeń jest omówienie na przykładach skuteczności metod i algorytmów prezentowanych na wykładach. W trakcie projektu studenci wykonują dwa projekty. Tematyka pierwszego projektu związana jest z metodami konwersji modeli oraz ich symulacją, natomiast celem drugiego projektu jest identyfikacja szeregu modeli statycznych i dynamicznych oraz ocena skuteczności różnych struktur modeli. W trakcie prac wykorzystuje się pakiet MATLAB/Simulink oraz język Python z odpowiednimi pakietami.



Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie: pojęcie modelu, metody otrzymania modeli, modelowanie a identyfikacja, przeznaczenie modeli. Klasyfikacja modeli: modele fizyczne, modele empiryczne, modele hybrydowe, modele statyczne i dynamiczne, modele liniowe i nieliniowe, modele deterministyczne i stochastyczne, modele stacjonarne i niestacjonarne, modele z czasem ciągłym i dyskretnym, modele o stałych skupionych i rozproszonych. Ogólne zadanie identyfikacji modeli.</li><li>2. Przykłady struktur modeli statycznych: liniowe, wielomianowe, rozmyte, (głębokie) neuronowe. Przykłady struktur modeli dynamicznych: liniowe i nieliniowe modele w przestrzeni stanu w czasie ciągłym i dyskretnym, transmitancje ciągłe i dyskretnie, odpowiedzi skokowe, charakterystyki Bodego i Nyquista, modele szeregowo (blokowe), (głębokie) sieci neuronowe, modele rozmyte, szeregi czasowe, modele jednowymiarowe i wielowymiarowe.</li><li>3. Modelowanie procesów w postaci zwyczajnych równań różniczkowych w czasie ciągłym: systemy elektryczne, systemy mechaniczne liniowe i obrotowe, systemy cieplne, systemy hydrauliczne.</li><li>4. Konwersja modeli: linearyzacja modeli statycznych i dynamicznych, dyskretyzacja modeli dynamicznych w czasie ciągłym, wyznaczenie modeli statycznych na podstawie dynamicznych.</li><li>5. Przykłady i symulacja ciekawych modeli z różnych dziedzin: silnik elektryczny, krzywa Laffera, model drapieżnik-ofiara, modele rozprzestrzeniania się epidemii (różne wersje), model zmian rywalizujących ze sobą populacji, model wchłaniania lekarstwa przez organizm.</li><li>6. Eksperymentalna identyfikacja modeli do celów doboru regulatorów: model odpowiedzi skokowej, modele SOPD oraz IPD, charakterystyki Bodego i Nyquista.</li><li>7. Identyfikacja – wprowadzenie: wybór sygnału/sygnałów pobudzających proces, wybór liczby i zakresu danych, przygotowanie danych, podział danych, zadanie identyfikacji, wskaźniki jakości modelu, wybór struktury modelu, wybór procedury obliczeniowej identyfikacji na podstawie postaci modelu i wskaźnika jakości, wybór najlepszego modelu, problem zbyt małej lub zbyt dużej liczby parametrów modelu, generalizacja modelu, niedouczenie modelu, przeuczenie modelu (modele nieliniowe), regularyzacja.</li><li>8. Identyfikacja modeli statycznych i dynamicznych metodą najmniejszych kwadratów: modele liniowe oraz nieliniowe, ale liniowo zależne od parametrów. Identyfikacja modeli statycznych i dynamicznych przy użyciu nieliniowej optymalizacji: modele nieliniowo zależne od parametrów. Wybór struktury modelu nieliniowego: wielomiany a (głębokie) sieci neuronowe.</li><li>9. Modele o specjalnej strukturze: modele liniowe o zmiennych parametrach (LPV), modele liniowe o parametrach zmiennych w czasie (LTV), multi-modele, modele wykorzystujące przekształcenie Koopmana, multi-modele Koopmana, modele neuronowe wykorzystujące wiedzę fizyczną (ang. Physics Informed Neural Networks, PIHNN), modele hybrydowe PINN.</li><li>10. Redukcja rzędu modeli dynamicznych.</li><li>11. Praktyczne podejście do modelowania zjawisk o stałych rozproszonych.</li></ol>
--------	---

**Część I****Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość możliwych struktur modeli statycznych i dynamicznych z czasem ciągłym i dyskretnym
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość metod identyfikacji modeli statycznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość metod identyfikacji modeli dynamicznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość wybranych struktur modeli, w tym modeli neuronowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość metod oceny jakości modeli.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie

Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność sformułowania modeli wybranych procesów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność konwersji modeli statycznych i dynamicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli statycznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli dynamicznych liniowych i nieliniowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność symulacji modeli
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Umiejętność zastosowania do identyfikacji modeli pakietu MATLAB/Simulink oraz języka Python z odpowiednimi pakietami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia dyplomowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	6

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	6	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	100	4.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	150	6.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	90
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	100

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

**Część I**

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

**Tabela: Efekty uczenia się**

<b>Wiedza</b>	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Umiejętności</b>	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103X-xxxxx-MSP-SDM1
Nazwa przedmiotu	Seminarium dyplomowe magisterskie 1
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	30	1.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.40
Razem	50	2.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	30	
Inne godziny kontaktowe	0	
Razem	30	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20	

**03. Treści kształcenia**

**Część I**

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

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student wie w jaki sposób przygotować tekst lub prezentację opisującą eksperyment, badania naukowe lub budowę/zasadę działania urządzenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w przygotowaniu teksów technicznych i naukowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student zna i rozumie podstawy metodologii badań naukowych w dyscyplinach powiązanych z kierunkiem
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi wykorzystywać wybrane teorie, metody i narzędzia w praktyce projektowania i realizacji badań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi prowadzić prace badawcze w celu przygotowania pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi przygotować krótki dokument techniczny lub doniesienie naukowe w języku angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	



**Część I**

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-TLTBM-MSP-EEMC
Nazwa przedmiotu	Electromagnetic Compatibility
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Courses in English )--eng.-EITI,( Technical Courses )--eng.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI,( Semestr 2 modelowy )-Techniki bezprzewodowe i multimedialne-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot ma na celu zdobycie następujących kompetencji: <ul style="list-style-type: none"> <li>wiedzę na temat mechanizmów wzajemnego oddziaływania na siebie różnych urządzeń elektronicznych za pośrednictwem pól elektromagnetycznych (...)</li> <li>wiedzę na temat systemu norm (zarówno norm ogólnego stosowania jak i typowych norm stosowanych w lotnictwie), określających dopuszczalny poziom zakłóceń elektromagnetycznych (...)</li> <li>umiejętność przewidywania realnych zagrożeń, związanych z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na człowieka i kompetentnego przeciwstawiania się w pracy zawodowej (...)</li> </ul>
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	53	2.12
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	47	1.88
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	

**Część I**

Inne godziny kontaktowe	8
Razem	53

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	47
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<ul style="list-style-type: none"><li>• Istota problemów kompatybilności we współczesnej elektronice. Naturalne środowisko elektromagnetyczne Ziemi. (2g)</li><li>• Emisja sygnałów niepożądanych przez obwody elektroniczne. Modele w postaci prądów parzystych i nieparzystych. Promieniowanie przez pętle i pojedyncze przewody. Charakterystyki częstotliwościowe sygnałów emitowanych przez systemy cyfrowe. Emisja zakłóceń przez obwody zasilania. Wskazówki praktyczne dotyczące projektowania obwodów (wybór technologii oraz systemu połączeń) dla ograniczenia emisji zakłóceń. (3g)</li><li>• Wrażliwość na indukowanie zakłóceń i możliwości jej zmniejszania. Analogie między emisją i odbiorem zakłóceń. Indukowanie zakłóceń w pętlach i pojedynczych przewodach. Różne poziomy zakłóceń w obciążeniu bliskim i dalekim. Wskazówki praktyczne dotyczące projektowania obwodów. (3g)</li><li>• Przesłuchy w liniach wieloprzewodowych. Opis mechanizmu sprzężeń. Modele teoretyczne linii uwzględniające mechanizmy przesłuchów. Charakterystyki częstotliwościowe przesłuchów. Możliwości ograniczenia przesłuchów przez zastosowanie odpowiednich technologii. (4g)</li><li>• Działanie odbijające i tłumiące ekranów i ich skuteczność. Wpływ strat w ekranie. Perforacje a skuteczność ekranowania. Prawidłowe uziemianie ekranów. (3g)</li><li>• Ładunki elektrostatyczne i ich wpływ na funkcjonowanie urządzeń elektronicznych. Mechanizmy gromadzenia ładunków elektrostatycznych (w przyrodzie i w laboratorium). Mechanizmy wyładowań w atmosferze. Wyładowania pierwotne i wtórne w laboratorium. Kumulacja ładunku w ciele człowieka i jej skutki. Metody eliminacji wyładowań lub ograniczania ich wpływu na pracę urządzeń elektronicznych. (3g)</li><li>• Zakłócenia przenoszone przez przewody. Zjawisko emisji zakłóceń przez zewnętrzną sieć energetyczną spełniającą rolę anteny. Metody ograniczania zakłóceń transmitowanych do sieci energetycznej. Możliwości pomiaru, sieci sztuczne. Rodzaje filtrów ograniczających emisję i ich zastosowanie. Przykłady konstrukcji takich filtrów i ich strojenia. Zasilacze jako źródła zakłóceń. Szczególne cechy zasilaczy impulsowych. (3g)</li><li>• Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na człowieka. Pojęcie SAR. Parametry elektryczne ciała ludzkiego. Absorpcja promieniowania w różnych zakresach częstotliwości. Aktualny stan wiedzy na temat szkodliwości promieniowania. Zagrożenia w środowisku pracy. Prezentacje wyników symulacji absorpcji promieniowania pochodzących od urządzeń radiokomunikacji ruchomej i radiostacji. (2g)</li><li>• Pomiary szkodliwego promieniowania i wrażliwości na zakłócenia. Omówienie metod pomiaru. Pomiary w komorze TEM, GTEM, komorze bezechowej i innych typach komór. Otwarte poligony pomiarowe. Pomiary w środowisku naturalnym. Przegląd sprzętu pomiarowego koniecznego do badań. Wymagania na anteny pomiarowe. (4g)</li></ul>
--------	--

## Część I

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normy na kompatybilność elektromagnetyczną i ich egzekwowanie. Omówienie podstawowych norm, w tym norm cywilnych (CISPR) jak i norm lotniczych/ wojskowych (np. DO-160/MIL-STD461). Różnice norm dla środowiska profesjonalnego i sprzętu powszechnego użytku. Sposoby egzekwowania zgodności z normami. Symulacyjne określanie zgodności urządzeń z normami. (3g)</li> </ul>
Laboratorium	<p>Planuje się zorganizowanie 5 <b>zajęć laboratoryjnych</b> w ramach przedmiotu. Treści przekazywane podczas tych zajęć będą rozwijać lub ilustrować pojęcia i zjawiska prezentowane podczas wykładu. Każde z zajęć laboratoryjnych będzie trwało 3h i będzie prowadzone w zespołach 2-3 osobowych z podziałem na zespoły laboratoryjne liczące 6-8 osób w celu ułatwienia organizacji zajęć i umożliwienia prowadzenia kilku ćwiczeń laboratoryjnych jednocześnie. W ramach zajęć laboratoryjnych planuje się następujące ćwiczenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisja z przewodów łączących dwa przykładowe układy (podsystemy) systemu telekomunikacyjnego, m.in. dedykowanego platformom latającym. Zastosowanie skanerów pola bliskiego w analizie systemów elektronicznych.</li> <li>• Odporność połączeń przewodowych i połączeń zrealizowanych na płytkach drukowanych na promieniowanie elektromagnetyczne m.in. w zakresach częstotliwości typowych dla zastosowań lotniczych. Zastosowanie komór typu TEM lub GTEM w pomiarach kompatybilnościowych.</li> <li>• Zaburzenia przenoszone poprzez połączenia kablowe (zaburzenia przewodzone), metody pomiarowe i typowe poziomy graniczne stosowane w normach lotniczych. Zastosowanie sieci sztucznych w pomiarach zaburzeń przewodzonych i promieniowanych.</li> <li>• Pomiar skuteczności ekranowania wybranych obudów dla układów elektronicznych. Podstawowe elementy zabezpieczające (uszczelki EMI, sposoby wentylowania wnętrza obudowy, wyprowadzenia kablowe i ich wpływ na działanie obudowy) na przykładzie modułów komunikacyjnych (telemetria) dla bezzałogowej platformy latającej.</li> <li>• Zajęcia w profesjonalnej komorze EMC w jednej z instytucji w Warszawie lub w okolicach (ITE PREDOM, PIT-RADWAR, Główny Urząd Miar, WIŁ, WZŁ, UKE, WITU, WAT) mające na celu przeprowadzenie pomiarów poziomów emisji.</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie analizy i opisu zjawisk zachodzących w warstwie fizycznej związanych z przenikaniem sygnałów zewnętrznych i własnych do systemu oraz mechanizmów fizycznych i wpływających na efektywność jego działania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02

**Część I**

Opis	Posiada znacząco rozbudowaną wiedzę z zakresu wybranych obszarów z kierunków pokrewnych, takich jak elektronika, a zwłaszcza kompatybilność elektromagnetyczna
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Posiada wiedzę kierunkową w obszarach i zagadnieniach kluczowych dla telekomunikacji, takich jak kompatybilność elektromagnetyczna
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia i uwzględniania społecznych, ekonomicznych, prawnych (w postaci norm i standardów pomiarowych oraz ustaw i rozporządzeń wprowadzających te standardy w życie) i innych pozatechnicznych uwarunkowań w działalności inżynierskiej i badawczej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W10
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Zna i rozumie procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych, a zwłaszcza degradację ich działania w wyniku narażeń (wyładowań elektrostatycznych, zaburzeń przewodzonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05, W09
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z norm i standardów pomiarowych oraz formułować na ich podstawie wnioski pozwalające na projektowanie kampanii pomiarowej i interpretacji uzyskanych wyników
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U04, U06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne oraz środowiska obliczeniowe do analizy odporności systemów za zaburzenia elektromagnetyczna własne i zewnętrzne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U04, U06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar i badanie zjawisk związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną w systemach telekomunikacyjnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U04, U06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04

Część I	
Opis	Potrafi zastosować środki zapewniające bezpieczeństwo użytkownika sieci zasilania w zakresie odpowiednim dla wybranej specjalności (filtry sieciowe, dobór właściwych komponentów, itp.)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U12, U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Ma umiejętności językowe w zakresie pojęć z obszaru kompatybilności elektromagnetycznej stosowanych w treści norm i standardów pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny z uwzględnieniem interesu społecznego jakim jest zachowanie zgodności z normami definiującymi wymagania dla urządzeń funkcjonujących w sferze publicznej (np. urządzenia zasilane z ogólnodostępnej sieci elektroenergetycznej)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Potrafi powoływać się na zdobytą wiedzę oraz autorytety ekspertów w rozmowach oraz dyskusjach dotyczących zagadnień z obszaru radiokomunikacji, a zwłaszcza jej wpływu na zdrowie ludzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności, znaczenia oraz potencjalnych zysków i zagrożeń dla społeczeństwa w obszarze kompatybilności elektromagnetycznej i oddziaływania fal elektromagnetycznych na ludzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-TLxxx-MSP-EADSP
Nazwa przedmiotu	Advanced Digital Signal Processing
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Technical Courses )--eng.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Celem kursu jest omówienie i analiza zaawansowanych metod cyfrowego przetwarzania sygnałów (DSP), ze szczególnym uwzględnieniem przetwarzania sygnałów multimedialnych (audio i obrazu) oraz sygnałów radiowych. Poruszane zagadnienia DSP są przedstawione w formie umożliwiającej praktyczne zastosowanie zaawansowanych technik w multimediami i radiokomunikacji. Przedmiot obejmuje zaawansowane projektowanie filtrów, wieloszybkowe przetwarzanie sygnałów, estymację widma mocy, filtrację adaptacyjną, cyfrową generację i syntezę sygnałów oraz wiele innych.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	25.00 h
Wykład	20.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	62	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	48	1.92
Razem	110	4.32 ( 4.00)
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	2	
Razem	62	

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:



## Część I

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	48
---	----

### 03. Treści kształcenia

## Część I

### Treści kształcenia

1. Introduction and review (part 1) Introduction to the syllabus, course expectations, grading, and important dates. Overview of DSP applications in multimedia and radiocommunication. Review of Fundamental DSP Concepts: discrete-time signals and systems, linearity, time-invariance, causality, and stability, description of discrete-time systems (difference equations), convolution, impulse response, and frequency response. (W) Python/Matlab/Octave/desmos/real-world examples. (C)
2. Introduction and review (part 2) Z-transform, complex math recap, discrete Fourier transform (DFT), and inverse discrete Fourier transform (IDFT). Sampling theorem and aliasing. (W) Python/Matlab/Octave/desmos.com/real-world examples. (C)
3. Introduction and review (part 3) Quantization, dithering, noise-shaping, fixed-point number representation. (W) Python/Matlab/Octave/desmos.com/real-world examples. (C)
4. Digital filtering FIR and IIR Filter design techniques, design criteria, parameters. Windowing Methods. Optimization methods. Frequency Sampling Methods. Analog filter prototypes. Bilinear transform. Special filters (e.g. CIC, halfband). (W) Coefficients quantization effects. Practical examples and lab exercises in designing filters for audio and radio signal processing. (C)
5. Digital signal generation and synthesis Sinusoidal and non-sinusoidal signal generation techniques. Fourier series representation and synthesis of complex waveforms. Generation of random signals and noise (e.g., white noise, colored noise). Additive, subtractive and FM synthesis. (W) Applications in testing and simulation. Practical considerations and implementation in software (MATLAB/Python) and hardware (DSP). (C)
6. Multirate signal processing Basic concepts of multirate signal processing, including sampling rate conversion. Downsampling (decimation) and upsampling (interpolation) techniques. Efficient implementations using polyphase decomposition. (W) Applications in audio, video and radio signal processing - practical examples. Applications in data converters. (C)
7. Data converters A/C and C/A for audio, video and radiocommunication. Specific features, parameters, errors, design recommendations, resolution, performance, speed, interfacing for acquisition. Calculating throughput and data size for transmission and storage of raw samples. (W)
8. Power spectrum estimation Non-parametric spectral estimation techniques. Detailed study of periodogram and its improvements using Welch's method. Introduction to parametric spectral estimation methods. AR (AutoRegressive), MA (Moving Average), and ARMA (AutoRegressive Moving Average) models. Advanced spectral estimation (e.g. eigenvalue decomposition). (W) Applications in audio signal analysis and radio spectrum monitoring: practical applications in analyzing audio and radio frequency spectra. Proper interpretation of spectrum analysis results. (C)

## Część I

	<p>9. Time-frequency analysis Introduction to STFT, windowing functions, and time-frequency representation of signals. Fundamentals of wavelet transforms, continuous wavelet transform (CWT), and discrete wavelet transform (DWT). EMD-based transforms. (W) Practical applications of time-frequency analysis in speech and music signal processing as well as in real-time electromagnetic spectrum monitoring. (Ć)</p> <p>10. Adaptive filtering Least Mean Squares (LMS) and Recursive Least Squares (RLS) adaptive filtering algorithms. (W) Practical applications (e.g. echo cancellation, noise reduction). (Ć)</p> <p>11. DSP hardware and implementations Overview of DSP processor architectures. Real-time DSP. Techniques and challenges in real-time digital signal processing (e.g. circular buffering, DMA, double buffering, look-up tables). Applications in Real-time Audio Processing and Communication Systems. (Ć)</p>
--	--

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę dot. matematycznego opisu cyfrowych sygnałów, potrafi odnieść tą wiedzę do przykładów z dziedziny elektroniki i zaprogramować podstawowe algorytmy analizy i syntezy sygnałów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę dot. wybranych, zaawansowanych zagadnień DSP takich, jak wieloszybkowe przetwarzanie (podpróbkiwanie, nadpróbkiwanie), dekompozycja polifazowa, filtracja adaptacyjna czy estymacja widma mocy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę dot. metod przetwarzania sygnałów (audio, video, radiowych) oraz możliwości wykorzystania specjalistycznych narzędzi do symulacji oraz analizy wyników tych symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Ma świadomość i wiedzę na temat najnowszych osiągnięć istotnych dla cyfrowego przetwarzania sygnałów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi we własnym zakresie uzupełniać wiedzę niezbędną do realizacji, implementacji i analizy możliwości wykorzystania nowoczesnych technik cyfrowego przetwarzania sygnałów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi dokonać krytycznej analizy działania metod przetwarzania sygnałów, sformułować odpowiednie wnioski i wykorzystać dostępne oprogramowanie i narzędzia do realizacji zadań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05, U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz odpowiednio pozyskiwać niezbędne informacje z odpowiednio dobranych źródeł wiedzy na temat cyfrowego przetwarzania danych oraz przedstawić je w formie raportu technicznego i prezentacji w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U17
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych algorytmów przetwarzania sygnałów w różnorodnych aplikacjach z obszaru mediów cyfrowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-ISR
Nazwa przedmiotu	Inteligentne systemy robotyczne
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Systemy informacyjno-decyzyjne-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

## Część I

Cel przedmiotu	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie z zaawansowanymi problemami planowania działań, programowania i sterowania autonomicznych robotów. Wykład składa się z dwóch części. W pierwszej części omawiane są metody konstruowania oprogramowania sterującego tego typu robotami oraz ogólne metody programowania robotów. Omawiane są zarówno specjalizowane języki programowania robotów jak i programowe struktury ramowe (biblioteki modułów programowych wraz ze wzorcem ich użycia). Przedstawiana jest metodyka projektowania układów sterowania robotów wykorzystująca podejście wieloagentowe. Każdy agent składa się z podsystemu sterowania oraz wirtualnych efektorów, oddziałujących na silniki i siłowniki, oraz receptorów wirtualnych realizujących percepcję z wykorzystaniem czujników. Pojedyncze zachowanie każdego z wymienionych podsystemów opisywane jest wzorcem zachowania sparametryzowanego funkcją przejścia oraz warunkiem końcowym. Wybór zachowania dokonywany jest na podstawie warunku początkowego. Warunki początkowe etykietują łuki grafu, którego węzły reprezentują zachowania. W ten sposób działanie każdego podsystemu opisywane jest jako działanie automatu skończonego. Poszczególne podsystemy porozumiewają się ze sobą poprzez bufor komunikacyjny. Ich zawartość oraz zawartość pamięci wewnętrznej tworzą argumenty wspomnianych funkcji przejścia oraz warunków początkowych i końcowych. Ten sposób specyfikacji układu sterowania zostanie zaprezentowany dla systemów: reaktywnych, rozmytych, deliberatywnych oraz niedeterministycznych. Poruszane są także zagadnienia związane z implementacją takich systemów. Wykład teoretyczny uzupełniony jest licznymi przykładami rzeczywistych systemów skonstruowanych na bazie agentów upostaciowionych. W drugiej części wykładu są omawiane zagadnienia związane z autonomiczną nawigacją robotów. Omawiane są wybrane metody lokalizacji robota mobilnego przy założeniu znajomości map otoczenia, budowy map na podstawie danych pomiarowych z różnych czujników przy złożeniu znajomości pozycji robota oraz jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. Przedstawiane są główne podejścia zakładające niepewność danych pomiarowych - wykorzystujące modele i metody probabilistyczne oraz stochastyczne. Formułowane są probabilistyczne modele ruchu robota oraz modele obserwacji. Omawiane jest zastosowanie algorytmów filtru Bayesa, w tym rozszerzonego filtru Kalmana i filtrów cząsteczkowych, w zadaniu jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy. W dalszej kolejności są omawiane metody planowania ścieżek ruchu oraz unikania kolizji. Przedstawiane są wybrane metody planowania ścieżek polegające na przeszukiwaniu dyskretnej i ciągłej przestrzeni stanu, w tym metody probabilistycznych map drogowych, sztucznych pól potencjału, diagramu Woronoja, grafu widoczności.</p>
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

### 02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>

## Część I

Liczba godzin i ECTS pracy studenta:

Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

### 03. Treści kształcenia

Projekt	Projekt polega na wyspecyfikowaniu oprogramowania sterującego robotem wykonującym konkretne zadanie. Struktura sprzętowa robota, a więc jego efektory oraz receptory rzeczywiste są określone a priori, tak jak i zadanie, które ma zostać zrealizowane przez robota. Na tej podstawie należy zaproponować strukturę systemu, a w szczególności dekompozycję na agenty oraz ich wewnętrzną strukturę (wirtualne efektory i receptory). Następnie dla każdego z wymienionych tworów należy określić jego bufor wewnętrzny, funkcje przejścia warunki początkowe i końcowe oraz strukturę automatu skończonego.
---------	---

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktura robota: efektory, receptory, układ sterowania, zadania robotów, ontologie; Metody programowania robotów ogólne wprowadzenie; metody off-line, on-line i hybrydowe.</li> <li>2. Specjalizowane języki programowania robotów. Języki programowania robotów przemysłowych. Języki programowania robotów usługowych i terenowych różnych poziomów ontologicznych.</li> <li>3. Programowe struktury ramowe. Przegląd zagadnień i struktur tego typu. Sposoby przetwarzania programowych struktur ramowych i języków programowania. Formalizacja specyfikacji oprogramowania sterującego. Powtórne użycie oprogramowania tego typu.</li> <li>4. Systemy wieloagentowe. Struktura agenta upostaciowionego; dekompozycja na efektory rzeczywiste i wirtualne, receptory rzeczywiste i wirtualne oraz podsystem sterowania; typy agentów; formalizacja opisu działania podsystemów agenta za pomocą funkcji przejścia i warunków końcowych.</li> <li>5. Systemy reaktywne. Agenty współdziałające i agenty rywalizujące, implementacja. Systemy rozmyte. Zbiory rozmyte, wykorzystanie do sterowania agentów upostaciowionych. Agenty deterministyczne i niedeterministyczne.</li> <li>6. Definicja zachowania oraz sterujący automat skończony.</li> <li>7. Ogólna metoda projektowania układów sterowania robotami. Przykład współdziałających autonomicznych agentów (zbiorowe pchanie pudła do celu). Przykład agenta obdarzonego wzrokiem (serwomechanizm wizyjny z przełączanymi kamerami).</li> <li>8. Przykłady systemów skonstruowanych na bazie agentów różnego typu.</li> <li>9. Nawigacja - podstawowe pojęcia matematyczne. Prawdopodobieństwo warunkowe, reguła Bayesa, zmienne losowe, procesy Markowa.</li> <li>10. Zadanie nawigacji robota mobilnego. Sformułowanie problemów: lokalizacji robota, budowy mapy otoczenia, jednoczesnej lokalizacji i budowy mapy oraz planowania ścieżki ruchu.</li> <li>11. Probabilistyczne modele ruchu (akcji) robota i modele obserwacji (czujnika). Modele ruchu robota - odometryczny i bazujący na prędkościach. Modele obserwacji - modele bazujące na wiązce i skanie.</li> <li>12. Lokalizacja robota. Ogólny algorytm filtru Bayesa. Implementacje filtru Bayesa. Dyskretny filtr Kalmana. Rozszerzony filtr Kalmana. Filtr cząsteczkowy - algorytm Monte Carlo.</li> <li>13. Budowa mapy otoczenia. Mapy metryczne, topologiczne, hybrydowe, semantyczne. Metody i algorytmy tworzenia map środowiska.</li> <li>14. Jednoczesna lokalizacja i budowa mapy (Simultaneous Localisation and Mapping - SLAM). Sformułowanie zadania SLAM. Klasyfikacja zadań SLAM. Rozszerzony filtr Kalmana w zadaniu SLAM (EKF-SLAM). Algorytm FastSLAM.</li> <li>15. Planowanie ruchu robota i unikanie kolizji. Sformułowanie problemu planowania. Metody i algorytmy planowania ścieżki ruchu: metody geometryczne i topologiczne.</li> </ol>
--------	---

Tabela: Efekty uczenia się



## Część I

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu kluczowych zagadnień z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu podstawowych metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim a ponadto umiejętność integrowania informacji, dokonywania ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność określania kierunków dalszego uczenia się i realizacji procesu samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność integracji wiedzy z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla robotyki oraz stosowania podejścia systemowego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania złożonego urządzenia lub systemu w zakresie robotyki, oraz realizacji tego projektu – co najmniej w części przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U08, U15
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-ARxxx-MSP-MI
Nazwa przedmiotu	Metody identyfikacji
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie i przybliżenie liniowych metod identyfikacji procesów dynamicznych w dziedzinie czasu i częstotliwości. Jednocześnie studenci mają możliwość wykorzystać dotychczas posiadana wiedzę (również z innych dziedzin) i znalezienie jej połączenia z zagadnieniem identyfikacji. Przedmiot jest ilustrowany praktycznymi przykładami przemysłowymi.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cele identyfikacji. Różnice względem modelowania i symulacji. Pojęcia podstawowe: odpowiedź impulsowa, skokowa oraz częstotliwościowa, stacjonarne procesy stochastyczne.</li> <li>2. Metody korelacyjne.</li> <li>3. Metody analizy spektralnej dla sygnałów okresowych i nieokresowych.</li> <li>4. Wyznaczanie odpowiedzi częstotliwościowych dla sygnałów nieokresowych.</li> <li>5. Wyznaczanie odpowiedzi częstotliwościowych dla okresowych sygnałów testowych.</li> <li>6. Analiza częstotliwościowa, transformata Fouriera, szybka transformata Fouriera (FFT), periodogram.</li> <li>7. Sygnały pseudolosowe (PRBS i inne).</li> <li>8. Identyfikacja modeli parametrycznych, tj. modele regresyjne, modele regresyjne z całkowaniem, metody dwuetapowe, metody rekurencyjne, rozszerzenia metody najmniejszych kwadratów (GLS, ELS i TLS).</li> <li>9. Sygnały sezonowe. Usuwanie trendów. Modele Wienera i Hammersteina.</li> <li>10. Filtr Kalmana w wersji podstawowej i z rozszerzeniami.</li> <li>11. Zasady projektowania eksperymentu identyfikacyjnego, dobór sygnału identyfikacyjnego, zasady doboru okresu próbkowania. Metody walidacji. Traktowanie i usuwanie zakłóceń. Interpretacja wyników.</li> <li>12. Przedstawienie różnych przykładów praktycznych.</li> </ol>
Projekt	<p>Projekt: Zespół projektowy (2 osoby) otrzymuje prawdziwe dane z obiektu przemysłowego. Jego celem jest identyfikacja obiektu w jak najszerszym sensie, tj. walidacja danych, trendy czasowe, identyfikacja charakterystyk statycznych, identyfikacja struktury, identyfikacja dynamiczna, walidacja, interpretacja wyników i prezentacja zespołu na forum całej grupy studenckiej. Studenci nie mają żadnych ograniczeń w oborze metod tudzież podejścia. Preferowane jest samodzielne myślenie, analiza oraz łączenie wiedzy z różnych dziedzin. W trakcie prac wykorzystuje się dowolne preferowane środowisko, np. MATLAB/Simulink lub Octave.</p>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu identyfikacji modeli regresyjnych przy wykorzystaniu rozszerzonych metod najmniejszych kwadratów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat identyfikacji modeli regresyjnych metodami rekurencyjnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu identyfikacji oraz adaptacji modeli w dziedzinie funkcji bazowych oraz metod kernelowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza z zakresu zasad pracy i cech filtru Kalmana.

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli regresyjnych przy wykorzystaniu rozszerzonych metod najmniejszych kwadratów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność identyfikacji modeli regresyjnych metodami rekurencyjnymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność identyfikacji oraz adaptacji modeli w dziedzinie funkcji bazowych oraz metod kernelowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zastosowania filtru Kalmana.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność pracy w grupie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-INISY-MSP-MODA
Nazwa przedmiotu	Modelowanie danych
Wersja przedmiotu	2021Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Wytwarzanie )-Inteligentne systemy-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Przedmiot omawiać będzie na poziomie zaawansowanym cele oraz różne metodyki i „filozofie” modelowania. Przypomniane i znacząco rozwinięte zostaną zagadnienia modelowania za pomocą technik UML i ERD. Szczegółowo przedstawione zostaną modele bardziej zaawansowane, np. z użyciem klas potęgowych, wraz z ich nietrywialnymi implementacjami. Omawiane modele dotyczyć będą zarówno systemów transakcyjnych jak i hurtowni danych. Przedstawione zostaną różne implementacje modeli, np.: relacyjna, obiektowa, relacyjno-obiektowa, XML, JSON, ewentualnie związane z tzw. bazami No-SQL. Część projektowa polegać będzie na stworzeniu w UML modelu danych dla niebanalnego problemu oraz zaprojektowaniu kilku jego różnych implementacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	2.20
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	

<b>Część I</b>	
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cele i zasady modelowania danych.</li> <li>2. Paradygmaty, „filozofie” i metodyki modelowania.</li> <li>3. Zaawansowane modelowanie danych w UML.</li> <li>4. Modele hurtowni danych.</li> <li>5. ERD i zaawansowane modele relacyjne.</li> <li>6. Nierelacyjne implementacje modeli danych.</li> </ol>
Projekt	<p>W pierwszej części zajęć tworzony będzie model danych dla postawionego niebanalnego problemu. Wymagane będzie zaawansowane użycie modelu klas UML, z możliwie dużym wykorzystaniem jego siły wyrazu oraz w znacznej zgodności z założeniami paradygmatu obiektowego. W drugiej części zajęć stworzony i zweryfikowany model będzie przekształcany na kilka różnych implementacji, w tym obowiązkowo na reprezentację relacyjną (z pośrednictwem modelu ERD) i XML (z tworzeniem XML Schema). Projekt wykonywany będzie jako praca zespołowa, z dobrze określonymi rolami i odpowiedzialnościami poszczególnych członków zespołu.</p>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej w zakresie modelowania danych i baz danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w systemach informatycznych z bazami danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu projektowania, wytwarzania i integracji systemów informatycznych przechowujących dane
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	W pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty i zjawiska oraz dotyczące ich metody, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu analizy i modelowania danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01

**Część I**

Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, prowadzić debatę
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi kierować pracą zespołu oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi planować i realizować uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania z zakresu modelowania systemów informacyjnych, przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji, - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich z zakresu modelowania systemów informacyjnych oraz ich rozwiązywaniu: - wykorzystywać metody analityczne, - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych z zakresu systemów informacyjnych przechowujących i przetwarzających dane oraz oceniać te rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U07
Opis	Potrafi projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonywać systemy informatyczne przechowujące dane, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów praktycznych oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do przewodzenia grupie i ponoszenia odpowiedzialności za nią.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych i rozwijania dorobku zawodu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	zaliczenie



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-MORO
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i sterowanie robotów
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

Cel przedmiotu	Wykład przedstawia podstawy modelowania robotów, a w szczególności manipulatorów o szeregowej strukturze kinematycznej. Przedmiotem rozważań są modele geometryczne, modele kinematyki oraz dynamiki tego typu robotów. Stanowi wstęp do sterowania robotami, a więc przedstawia również sposoby generacji trajektorii zadanej oraz podstawowe struktury układów sterowania.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45	

**03. Treści kształcenia**

**Część I**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pojęcia podstawowe związane z modelowaniem robotów. Przestrzenie reprezentacji. Położenie i orientacja.</li> <li>2. Przekształcenie jednorodne.</li> <li>3. Opis modelu kinematyki robota z wykorzystaniem zmodyfikowanej notacji Denavita-Hartenberga.</li> <li>4. Proste i odwrotne zagadnienie kinematyki.</li> <li>5. Prędkość i macierz Jacobiego, statyka.</li> <li>6. Formalizm Newtona-Eulera w zastosowaniu do tworzenia modelu dynamiki robota.</li> <li>7. Formalizm Eulera-Lagrange'a w zastosowaniu do tworzenia modelu dynamiki robota.</li> <li>8. Generacja trajektorii.</li> <li>9. Podstawowe architektury układów sterowania robotów</li> </ol>
Projekt	Projekt polega na opracowaniu matematycznego modelu kinematycznego rzeczywistego robota przemysłowego o 6 stopniach swobody oraz jego weryfikacji za pomocą odpowiadającego mu programu komputerowego.

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu modelowania robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza z zakresu kluczowych zagadnień z zakresu robotyki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza z zakresu modelowania i sterowania robotów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza z zakresu podstawowych metod i technik stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu robotyki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim oraz integracji uzyskanych informacji, dokonywania ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągania wniosków oraz formułowania i uzasadniania opinii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność określania kierunków dalszego uczenia się i realizacji procesu samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03

**Część I**

Opis	Umiejętność wykorzystania metod analitycznych do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność formułowania hipotezy związanych z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U09
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność opracowania dokumentacji zadania projektowego lub badawczego z zakresu robotyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-DSP-MISK
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i symulacja komputerowa
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty obieralne )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Wykład jest poświęcony modelowaniu i symulacji komputerowej systemów fizycznych. Obejmuje szerokie spektrum zagadnień od budowy modeli formalnych, konstruowania modeli symulacyjnych, środowisk informatycznych do symulacji, po konkretne aplikacje. Celem wykładu jest przedstawienie różnych technik symulacji komputerowej, możliwości i obszaru zastosowań współczesnych narzędzi do symulacji, pokazanie ich różnorodności oraz przygotowanie słuchaczy do właściwego wykorzystywania, stosowania i prowadzenia eksperymentu symulacyjnego. W czasie wykładu prezentowane są liczne przykłady zastosowań symulacji komputerowej do rozwiązania zadań projektowania i zarządzania systemami oraz przykłady komercyjnych i niekomercyjnych środowisk informatycznych do symulacji.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	75	3.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	125	5.00

## Część I

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	15
Razem	75

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

### 03. Treści kształcenia

Wykład	<p>Wykład składa się z czterech części. Część pierwsza dotyczy zagadnień ogólnych modelowania matematycznego, tworzenia modeli systemów oraz budowy modeli symulacyjnych, bliźniaków cyfrowych i emulatorów. Szczególna uwaga jest zwrócona na modelowanie systemów zdarzeń dyskretnych. Przedstawione są trzy sposoby prezentacji graficznej układów dynamicznych. Część druga jest poświęcona technikom symulacji. Omówione są różne techniki symulacyjne, etapy tworzenia i weryfikacji modeli symulacyjnych, metody wnioskowania statystycznego, planowania eksperymentu, symulacja metodą Monte Carlo oraz metoda bootstrap. Zaprezentowane są techniki projektowania symulatorów w wersji równoległej i rozproszonej. Część trzecia jest poświęcona prezentacji przykładowych zastosowań symulacji komputerowej w projektowaniu, optymalizacji, komputerowej analizie systemów sterowania oraz systemach wspomagania decyzji i planowania. Uwaga koncentruje się na przykładach zastosowań w złożonych strukturach sterowania systemem wodnym, systemach kolejkowych, sieciach komputerowych, w tym mobilnych sieciach ad hoc, sieciach społecznych i innych. Przedstawione jest zastosowanie modeli symulacyjnych w złożonych zadaniach optymalizacji. Omówiony jest schemat symulator-optymalizator oraz podstawowe algorytmy do rozwiązywania tak sformułowanych problemów, w tym heurystyki i metaheurystyki. Część czwarta wykładu jest poświęcona architekturze blockchain, krypto walucie Bitcoin oraz wybranym technologiom blockchain.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie do modelowania i symulacji.</li><li>2. Klasyfikacja modeli i metody opisu.</li><li>3. Budowa modeli symulacyjnych.</li><li>4. Techniki symulacyjne.</li><li>5. Rozproszona symulacja zdarzeń dyskretnych.</li><li>6. Wnioskowanie statystyczne w badaniach symulacyjnych</li><li>7. Modelowanie eksperymentów losowych i ocena wyników symulacji.</li><li>8. Symulacja komputerowa w projektowaniu układów sterowania i sterowaniu operacyjnym.</li><li>9. Układ symulator-optymalizator – metody obliczeniowe.</li><li>10. Symulacyjna analiza systemów kolejkowych.</li><li>11. Metody analityczne i symulacyjna analiza sieci społecznych.</li><li>12. Modelowanie i symulacja sieci ad hoc.</li><li>13. Technologia Blockchain. Krypto waluta Bitcon.</li></ol>
Projekt	<p>Wykonanie symulatora dla zadanego przykładu (np. systemy robotyczne, inteligentne miasto, sieci mobilne ad hoc, sieci bezprzewodowych czujników, klastry obliczeniowe). Aplikacja będzie mogła być zrealizowana w jednym z wybranych języków programowania bądź z wykorzystaniem udostępnionego lub wybranego przez studenta środowiska do symulacji.</p>

**Część I****Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza na temat modelowania i symulacji komputerowej systemów fizycznych, w tym na temat budowy modeli formalnych, konstruowania modeli symulacyjnych, środowisk informatycznych do symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03, W04, W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość różnych technik symulacji komputerowej, możliwości i obszaru zastosowań współczesnych narzędzi do symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Wiedza jak opracować oraz przeprowadzić eksperyment symulacyjny i przedstawić jego wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność pozyskiwania informacji z literatury krajowej i zagranicznej oraz dostępnych baz danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność sformułowania modelu formalnego i przygotowania projektu modelu symulacyjnego procesów zachodzących w systemie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07, U13, U14
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność zaprojektowania i wykonania systemu oprogramowania do symulacji komputerowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U14, U15
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność przeprowadzenia eksperymentu symulacyjnego, dokonania analizy wyników i udokumentowania ich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-TAP
Nazwa przedmiotu	Technika automatyzacji procesów
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest nauczenie studentów rozumienia działania i projektowania struktur i algorytmów automatycznej regulacji typowych dla zastosowań przemysłowych. W szczególności algorytmów zaawansowanych (ACS - Advanced Control Systems) obiektów technicznych i procesów przemysłowych, z naciskiem na obiekty wielowymiarowe.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	1.80
Razem	125	4.60 ( 5.00)
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	70	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55	

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Warstwowa struktura sterowania. Schemat podstawowy i rozbudowany, dekompozycja procesu. Przykład modelowania, dekompozycji, optymalizacji i regulacji nadrzędnej. Funkcje poszczególnych warstw sterowania.</li><li>2. Regulacja standardowa i zaawansowana PID. Regulatory PID: struktury, anti-windup, antialiasing. Standardowe modele procesów i ich identyfikacja. Strojenie parametrów regulatorów PID, regulacja IMC. Regulacja feedback-feedforward, kaskada, gain scheduling, PID rozmyty.</li><li>3. Regulacja wielopętlowa PID: Struktura połączeń, analiza SVD i metoda RGA, dobór nastaw regulatora diagonalnego PID. Odprężanie pętli regulacyjnych.</li><li>4. Regulacja predykcyjna MPC. Rys historyczny, aktualne aplikacje MPC. Ogólna zasada działania regulacji MPC, zadanie optymalizacji MPC z modelem nieliniowym i liniowym. Algorytm numeryczny i zapewnianie niepustego zbioru rozwiązań, algorytm analityczny (jawny) i uwzględnianie ograniczeń. Regulacja zakresowa. Uwarunkowanie zadania optymalizacji.</li><li>5. Regulacja predykcyjna DMC. Predykcja wyjść modelem odpowiedzi skokowych, modele SISO i MIMO. Wielowymiarowy algorytm numeryczny. Algorytm analityczny, struktura prawa regulacji. Kompensacja zakłóceń mierzonych.</li><li>6. Regulacja predykcyjna GPC. Równania różnicowe jako model procesu SISO i MISO. Predykcja wyjść, algorytm numeryczny. Algorytm analityczny, struktura prawa regulacji.</li><li>7. Regulacja predykcyjna z równaniami stanu (MPCS). Predykcja stanu i wyjść liniowymi równaniami stanu. Algorytmy MPCS numeryczny i analityczny z pomiarem stanu, struktura prawa regulacji. Estymacja stanu: obserwatory Luenbergera, filtr Kalmana niestacjonarny i stacjonarny. Algorytmy MPCS z estymacją stanu.</li><li>8. Regulacja predykcyjna nieliniowa. Struktury i algorytmy MPC-NO, MPC-NSL, MPC-NPL. Zastosowanie modeli neuronowych. Realizacje szybkich algorytmów nieliniowych MPC.</li><li>9. Podstawy ogólnej analizy algorytmów predykcyjnych. Stabilność, dopuszczalność, strojenie parametrów. Zakres i realizacja odporności na awarie.</li><li>10. Optymalizacja punktu pracy. Struktura i algorytmy bieżącego (on-line) dostrajania punktu pracy regulatorów.</li></ol>
Projekt	<p>Projekt (zespołowy) zakłada implementację i testowanie regulatorów wielopętlowego PID i wielowymiarowego MPC, w środowisku MATLAB/Simulink, następnie z implementacją w przemysłowym środowisku SCADA. Zespół studencki (student) dostaje równania modelu nieliniowego wielowymiarowego procesu dynamicznego (z ograniczeniami i zakłóceniami) i ma za zadanie:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• symulację procesu nieliniowego,</li><li>• linearyzację w zadanym punkcie pracy,</li><li>• zaprojektowanie regulatora dwupętlowego PID (ew. z odsprężaniem), zaprojektowanie regulatora MPC w wersji numerycznej i analitycznej,</li><li>• implementację zaprojektowanych układów środowiskach MATLAB/Simulink, porównanie jakości regulacji i odporności.</li><li>• implementację w środowisku przemysłowym SCADA</li></ul>

### Tabela: Efekty uczenia się



**Część I**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza dotycząca warstwowej struktury sterowania procesami przemysłowymi, zaawansowanych struktur regulacji PID jedno- i wielopętlowych, projektowania układów regulacji predykcyjnej wielowymiarowej analitycznych i numerycznych, dla różnych postaci liniowych modeli procesów i dla modeli nieliniowych, układów regulacji z optymalizacją punktu pracy i tolerancją awarii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość sprzętu stosowanego w systemach sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W09
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania zaawansowanych układów regulacji PID procesów jedno i wielowymiarowych, weryfikowanie projektu metodą symulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność projektowania i analizy układów regulacji predykcyjnej procesów jedno i wielowymiarowych, liniowych i nieliniowych, weryfikowanie projektu metodą symulacji komputerowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność programowania systemu SCADA.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność wykonania złożonego zadania projektowania i weryfikacji projektu w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103D-ARxxx-MSP-TST
Nazwa przedmiotu	Teoria sterowania
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Cel przedmiotu: nauczanie studentów rozumienia i projektowania nieliniowych systemów sterowania.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	70

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe struktury systemów sterowania. Transmitancje systemów sterowania z czasem ciągłym lub dyskretnym. Systemy z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, systemy z kompensacją oddziaływań zewnętrznych (feedforward systems).</li> <li>2. Układy dynamiczne. Zbiory niezmiennicze i punkty równowagi układów dynamicznych (UD). Definicje stabilności: zbiorów niezmienniczych wg Lapunowa, rozwiązania równania różniczkowego wg. Lapunowa, stabilności wykładniczej, stabilności względem pobudzenia.</li> <li>3. Kryteria stabilności liniowych systemów sterowania.</li> <li>4. Badanie stabilności systemów nieliniowych. Pierwsza metoda Lapunowa. Druga metoda Lapunowa. Stabilność wykładnicza. Stabilność względem pobudzenia.</li> <li>5. Stabilność absolutna. Definicja. Kryteria stabilności: Popova, Cypkina.</li> <li>6. Podstawy wyznaczania sterowania optymalnego. Typowe zadania sterowania optymalnego: zadanie z ograniczeniami całkowymi, zadanie Bolzy, zadanie wyznaczenia sterowania czasoptymalnego Optymalne sterowanie w układzie otwartym a optymalne prawo sterowania. Prezentacja zasady maksimum Pontrjagina, programowania dynamicznego Bellmana.</li> <li>7. Zastosowanie zasady maksimum. Wyznaczenie liniowo-kwadratowego (LQ) regulatora optymalnego.</li> <li>8. Sterowanie obiektami z niepewnością. Wrażliwość systemów sterowania. Jakościowa i ilościowa odporność (robustness) algorytmów sterowania. Wprowadzenie do projektowania odpornych systemów sterowania metodą minimalizacji normy Hinf</li> </ol>
Projekt	<p>Studenci otrzymują do wykonania dwa projekty realizowane w środowisku MATLAB/SIMULINK:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza stabilności, łącznie z portretem fazowym, dwuwymiarowego, nieliniowego układu regulacji.</li> <li>2. Projekt czaso-optymalnego systemu sterowania, albo regulatora LQ, albo regulatora Hinf dla podanego obiektu.</li> </ol>
Ćwiczenia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przypomnienie podstawowych metod opisu UD z czasem ciągłym lub dyskretnym.</li> <li>2. Przykłady różnych zachowań UD, ich zbiorów niezmienniczych i punktów równowagi.</li> <li>3. Elementarne wprowadzenie do projektowania systemów sterowania drogą linearyzacji przez sprzężenie zwrotne.</li> <li>4. Konstruowanie funkcji Lapunowa.</li> <li>5. Projektowanie układów stabilnych absolutnie.</li> <li>6. Metoda znajdowania sterowań optymalnych przez sprowadzenie do zadania programowania matematycznego.</li> <li>7. Systemy sterowania czaso-optymalnego</li> </ol>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zaawansowana wiedza na temat teorii stabilności układów dynamicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02

**Część I**

Opis	Uporządkowana wiedza dotycząca teorii projektowania nieliniowych i optymalnych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Uporządkowana wiedza na temat projektowania odpornych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność projektowania nieliniowych i optymalnych układów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność projektowania prostych odpornych systemów sterowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U14, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ARxxx-MSP-SZAU
Nazwa przedmiotu	Sztuczna inteligencja w automatyce
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-dr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane )-Automatyka i robotyka-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zastosowaniami sztucznej inteligencji (podejścia określane wspólną nazwą "soft computing") w automatyce. W szczególności, zostaną omówione sztuczne sieci neuronowe oraz systemy rozmyte w problemach modelowania i sterowania. Ponadto, przedstawione zostaną algorytmy genetyczne i ich zastosowanie do projektowania układów regulacji automatycznej. Zajęcia pozwalają na nabycie umiejętności wykorzystania sieci neuronowych i systemów rozmytych do modelowania procesów nieliniowych oraz projektowania nieliniowych algorytmów regulacji bazujących na tych modelach.	
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"	
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze		
Projekt	30.00 h	
Wykład	30.00 h	

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	

**Część I**

Razem	70
-------	----

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

Projekt	Integralną częścią przedmiotu są trzy projekty realizowane w środowisku MATLAB/Simulink. Polegają one na twórczym użyciu omawianych podczas wykładu zagadnień do projektowania nieliniowych układów regulacji.
Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>Umiejętność wykorzystania algorytmu genetycznego do modelowania obiektów nieliniowych i do projektowania algorytmów regulacji.</li> <li>Przypomnienie podstawowych wiadomości z zakresu algorytmów regulacji automatycznej oraz optymalizacji punktu pracy (2 godz.):</li> <li>Sztuczne sieci neuronowe – zagadnienia podstawowe (3 godz.)</li> <li>Zastosowanie sieci neuronowych do modelowania nieliniowych zależności statycznych i dynamicznych (2 godz.).</li> <li>Wykorzystanie sieci neuronowych w automatyce (4 godz.): układ regulacji z modelem odwrotnym, układ regulacji typu IMC, linearyzacja w pętli sprzężenia zwrotnego, regulatory predykcyjne bazujące na modelach neuronowych.</li> <li>Systemy rozmyte – zagadnienia podstawowe (2 godz.): pojęcia: zbioru rozmytego, funkcji przynależności, schematu wnioskowania, wnioskowanie Mamdaniego, modele Takagi-Sugeno.</li> <li>Zastosowanie systemów rozmytych do modelowania nieliniowych zależności statycznych i dynamicznych (3 godz.): metody doboru parametrów modeli rozmytych, dostrajanie modeli rozmytych z wykorzystaniem rozmytych sieci neuronowych.</li> <li>Wykorzystanie systemów rozmytych w automatyce (3 godz.): regulator regułowy PID, regulator obszarowy PID, regulator obszarowy ze sprzężeniem od stanu, regulatory predykcyjne bazujące na modelach rozmytych.</li> <li>Algorytmy genetyczne - zagadnienia podstawowe (4 godz.): pojęcia: chromosom, osobnik, populacja, operatory genetyczne, selekcja, zasada działania algorytmów genetycznych</li> <li>Zastosowanie algorytmów genetycznych do projektowania algorytmów regulacji (2 godz.).</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Wiedza z zakresu modelowania obiektów nieliniowych za pomocą modeli rozmytych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wiedza na temat zastosowania modeli rozmytych obiektów nieliniowych do zaprojektowania regulatora.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03

**Część I**

Opis	Wiedza z zakresu modelowania obiektów nieliniowych za pomocą sieci neuronowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Wiedza na temat zastosowania modeli neuronowych obiektów nieliniowych do zaprojektowania regulatora.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Wiedza na temat zastosowania algorytmów genetycznych do modelowania obiektów nieliniowych i projektowania algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04, W05, W06, W07, W08
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Umiejętności**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność modelowania obiektu nieliniowego za pomocą modelu rozmytego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność zaprojektowania algorytmu regulacji bazującego na rozmytym modelu obiektu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność modelowania obiektu nieliniowego za pomocą sieci neuronowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność zaprojektowania algorytmu regulacji bazującego na neuronowym modelu obiektu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność wykorzystania algorytmu genetycznego do modelowania obiektów nieliniowych i do projektowania algorytmów regulacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-ARxxx-MSP-AMO
Nazwa przedmiotu	Algorytmy i metody optymalizacji
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	65	2.60



**Część I**

Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	60	2.40
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	65

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	60
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>WYKŁAD</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• zastosowania metod optymalizacyjnych, pojęcia i działy optymalizacji i programowania matematycznego</li><li>• <b>OPTYMALIZACJA NIELINIOWA BEZ OGRANICZEŃ</b></li><li>• Omówienie zastosowań optymalizacji bez ograniczeń. Pojęcie optimum, warunki konieczne i dostateczne optymalności pierwszego i drugiego rzędu dla różniczkowalnych zadań optymalizacji bez ograniczeń, kryteria weryfikacji warunków optymalności, własności zadań optymalizacji wypukłej.</li><li>• Gradientowe metody rozwiązywania zadań bez ograniczeń, model liniowy i metoda najszybszego spadku, modele kwadratowe i metoda Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, zbieżność drugiego rzędu, metody quasinewtonowskie, zbieżność superliniowa, metody gradientów sprzężonych.</li><li>• Metody obszaru zaufania, metody jednostajnych kierunków poprawy, testy stopu w minimalizacji kierunkowej - testy Goldsteina i reguła Armijo, gradientowe metody minimalizacji kierunkowej. (2h)</li><li>• Bezgradientowe metody minimalizacji kierunkowej, metoda sympleks Neldera-Meada jako przykład metody poszukiwań prostych do znalezienia minimum funkcji wielu zmiennych</li><li>• <b>PROGRAMOWANIE LINIOWE</b></li><li>• Zastosowania programowania liniowego. Postać standardowa zadania programowania liniowego, zadania sprzeczne, nieograniczone, warunki optymalności, metoda sympleks w wersji tablicowej.</li><li>• Dwufazowa metoda sympleks, znajdowanie początkowego bazowego rozwiązania dopuszczalnego, jednofazowa metoda sympleks (metoda wielkiego "M").</li><li>• <b>OPTYMALIZACJA NIELINIOWA Z OGRANICZENIAMI</b></li><li>• Zastosowania optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. Warunki konieczne i dostateczne optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera dla zadań optymalizacji z ograniczeniami nierównościami oraz równościami, warunki regularności.</li><li>• Teoria dualności Lagrangea, pojęcie odstępstwa dualności, twierdzenia o słabej i silnej dualności. Zadania dualne dla różnych typów zadań programowania liniowego oraz kwadratowego</li><li>• <b>PROGRAMOWANIE KWADRATOWE</b></li><li>• Zastosowania programowania kwadratowego. Metoda uogólnionej eliminacji do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami równościami.</li><li>• Metoda ograniczeń aktywnych do rozwiązywania zadań programowania kwadratowego z ograniczeniami nierównościami.</li><li>• <b>METODY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ Z OGRANICZENIAMI</b></li><li>• Metody sekwencyjnego programowania kwadratowego.</li><li>• Metody zewnętrznej i wewnętrznej (barierowej) funkcji kary.</li><li>• Metody rozszerzonej funkcji Lagrangea.</li></ul>
--------	---

## Część I

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niesympleksowe metody wielomianowe, metoda Karmarkara oraz metody oparte na barierowej logarytmicznej funkcji kary do rozwiązywania zadań programowania liniowego</li> </ul>
Projekt	<p>Celem zajęć projektowych jest opanowanie przez studentów praktycznych umiejętności korzystania z metod optymalizacyjnych i przeprowadzania pewnych przykładowych obliczeń w środowisku MATLAB-a oraz AMPL. Dopuszczalne jest również realizowanie implementacji algorytmów w języku MATLAB-a bądź innych języków programowania. W początkowej fazie wymaga to zapoznania studentów z pracą z MATLAB-em oraz AMPL-em. Projekty mają dwójaki cel: opanowanie umiejętności formułowania modelu optymalizacyjnego zadania oraz wybrania odpowiedniego algorytmu i oceny jakości numerycznej uzyskiwanego rozwiązania.</p> <p>Przewidywane są dwa projekty. Pierwszy o charakterze wprowadzającym dotyczący zagadnień bez ograniczeń oraz drugi, bardziej wymagający dotyczący zagadnień z ograniczeniami. Studenci mają za zadanie sformułować model matematyczny zagadnienia, wybrać odpowiedni algorytm, ocenić uzyskane rozwiązanie i ewentualnie zmodyfikować model w celu uzyskania lepszego dopasowania do rzeczywistości. Zakłada się formułowanie modelu w języku AMPL, albo przy użyciu narzędzi dostępnych w środowisku MATLAB-a, rozwiązanie go w danym środowisku i przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników</p>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Znajomość metody sprowadzania zadania programowania liniowego do postaci standardowej oraz metody sympleks do rozwiązywania zadania w postaci standardowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Znajomość teorii dualności Lagrange'a dla zadań programowania liniowego oraz ogólnych zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Znajomość warunków koniecznych i dostatecznych optymalności dla różniczkowalnych zadań optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Znajomość postawowych metod gradientowych i bezgradientowych poszukiwania minimum bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Znajomość metod ograniczeń aktywnych oraz funkcji kary do rozwiązywania zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Umiejętność sprowadzenia zadania programowania liniowego do postaci standardowej i jego rozwiązania za pomocą metody sympleks.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umiejętność znajdowania minimum/maksimum funkcji nieliniowej metodami gradientowymi albo bezgradientowymi
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umiejętność sprawdzenia czy dany punkt jest rozwiązaniem różniczkowalnego zadania optymalizacji bez ograniczeń.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Umiejętność sformułowania dualnego zadania Lagrange'a do danego zadania programowania liniowego albo kwadratowego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Umiejętność znajdowania rozwiązanie zadania z ograniczeniami za pomocą metod ograniczeń aktywnych oraz metod funkcji kary
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Umiejętność sprawdzenia czy dany punkt jest rozwiązaniem regularnego, różniczkowalnego zadania optymalizacji z ograniczeniami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U07
Opis	Umiejętność formułowania modelu optymalizacyjnego (liniowego albo nieliniowego), opisującego pewne typowe problemy praktyczne, zapis model matematyczny w języku pakietu AMPL albo w języku pakietu MATLAB
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

<b>Kod efektu</b>	U08
-------------------	-----

**Część I**

Opis	Umiejętność znajdowania rozwiązania zadania optymalizacji za pomocą narzędzi ze skrzynki narzędziowej MATLAB-a, albo odpowiedniego, dołączonego do AMPL solwera (MINOS lub CPLEX).
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Kształcenie oparte o projekty )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI,( Semestr 2 modelowy )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	12	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	180	7.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	120	4.80
Razem	300	12.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	180	
Inne godziny kontaktowe	0	
Razem	180	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	120	

**03. Treści kształcenia**

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

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

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



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

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

## Część I

Projekt

Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT

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

## Część I

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

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06, W07, W08
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06, W07, W08
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04

**Część I**

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U06, U07, U08, U09
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U13
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U10, U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty obieralne )-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, ( Teleinformatyka - obieralne )-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,( Przedmioty obieralne )-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,( Przedmioty obieralne )-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	70	

## Część I

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

### 03. Treści kształcenia

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

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02

**Część I**

Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U09, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U11, U12, U14, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

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



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-MEF
Nazwa przedmiotu	Metody matematyczne w elektronice i fotonice
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	110	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55	

**03. Treści kształcenia**

**Wykład:**

Materiał wykładu obejmuje następujące bloki tematyczne:

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

**Część I**

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

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, obejmującą metody numeryczne niezbędne do modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów elektronicznych i fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wie jak stosować zaawansowane metody numeryczne do rozwiązywania złożonych problemów inżynierskich i prostych badawczych w zakresie elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna metody tworzenia modeli elementów dla systemów EDA (ECAD)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

**Część I**

Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi przeprowadzać eksperymenty symulacyjne dla charakteryzacji elementów elektronicznych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy szczegółowych zagadnień fizycznych i technicznych elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-TLRNK-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	5	
Razem	50	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50	

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Organizacja przedmiotu. Sieci radiowe – standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów.</li><li>2. Mikrokontroler jako element układu radiowego. Jednostka centralna. Generatory sygnałów zegarowych. Przerwania. Cyfrowe układy wejścia-wyjścia. Rodzaje pamięci. Układy czasowe. Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA).</li><li>3. Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych. Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe.</li><li>4. Mikrokontrolery o ultraniskim poborze energii. Architektury. Mikrokontrolery z pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii.</li><li>5. Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M: Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjnych, poboru energii). Tryby pracy układów. Układy transmisji WLAN Budowa i działanie modułów Wi-Fi, komunikacja z modułami. Przykładowy moduł firmy DiGi.</li><li>6. Układy UWB. Systemy ultraszerokopasmowe. Moduły z układami serii DW1000. Komunikacja z modułami. Podstawy programowania.</li><li>7. Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN. Budowa typowych układów LoRa. Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji</li><li>8. Środowiska i narzędzia programowe. Przegląd środowisk programowania. Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie). Programatory. Ocena zużycia energii.</li><li>9. Diagnostyka mikrokontrolerów. Debugowanie i śledzenie. Moduły mikrokontrolera wspomagające śledzenie (jednostki ITM, ETM, DWT, interfejs TPIU). Podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne.</li><li>10. Oprogramowanie jednowątkowe (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego.</li><li>11. Systemy czasu rzeczywistego (na przykładzie systemu Zephyr). Działanie systemu czasu rzeczywistego (wątki, zdarzenia, synchronizacja wątków, wymiana danych pomiędzy wątkami, obsługa przerwań). Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych.</li><li>12. Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x. Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednoukładowe i z odrębnym układem radiowym.</li></ol>
--------	--

## Część I

	<p>13. Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych, Budowa typowych modemów IoT. Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem.</p> <p>14. Układy transmisji w sieci ZigBee i Thread. Stos protokołów. Budowa typowych układów. Profile i klastry. Realizacja procedur. Organizacja sieci.</p> <p>15. Trendy rozwojowe mikrokontrolerów. Technologia TrustZone.</p>
Laboratorium	<p>Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania. Wykaz ćwiczeń laboratoryjnych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Badanie układu transmisji WLAN</b> Oprogramowanie i badanie modułu WLAN z rodziny Digi XBee firmy Digi International (UART)</li> <li><b>Badanie układu transmisji ultraszerokopasmowej</b> Oprogramowanie i badanie modułu DWM1000/ DWM3000 (SPI) zgodnego ze standardem sieci IEEE 802.15.4a.</li> <li><b>Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN</b> Oprogramowanie i badanie modułu RN2483 firmy Microchip Technology zgodnego ze standardem sieci LoRaWAN</li> <li><b>Diagnostyka oprogramowania w systemie Zephyr</b> Realizacja diagnostyki oprogramowania wielowątkowego w systemie operacyjnym Zephyr. Oprogramowanie użyciem interfejsów Segger J-Link/J-Trace, oprogramowanie: Visual Studio Code, Ozone i SystemView. Używane układy: nRF52833/nRF52840/ nRF5340 firmy Nordic Semiconductor.</li> <li><b>Oprogramowanie modułu BLE w środowisku RTOS</b> Oprogramowanie układu BLE w systemie Zephyr. Używane układy nRF52833, nRF 52840/ nRF5340 firmy Nordic Semiconductor, oprogramowanie: Visual Studio Code i SystemView.</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie metody, techniki oraz narzędzia stosowane przy opracowywaniu oprogramowania urządzeń współczesnych systemów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03

**Część I**

Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modułów wykorzystywanych do transmisji bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05, W10
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
Metody weryfikacji	zaliczenie



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103X-xxxxx-MSP-SDM2
Nazwa przedmiotu	Seminarium dyplomowe magisterskie 2
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

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

Cel przedmiotu	Seminarium (SDM2) ma na celu bardziej jakościowe i produktywne zgłębienie poszczególnych tematów prac magisterskich. W tym podejściu do kursu skoncentrowanym na studencie, odpowiednio przygotowani studenci poprowadzą rozmowę i omówią pomysły, które wynikają z ich wstępnej lektury wybranych tematów naukowych związanych z ich pracami dyplomowymi. Ponadto studenci piszą własne, krótkie prace naukowe, które będą recenzowane.
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.40
Razem	60	2.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	30	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	40	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20	

**03. Treści kształcenia**

**Część I**

Seminarium	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wykład na temat "po co i jak piszemy pracę magisterską i prezentację", tekst techniczny a tekst naukowy.</li> <li>2. Przygotowanie streszczenia do swoich prac magisterskich i wspólna (całą grupą dziekańską) praca nad ich redakcją - merytoryczną, logiczną, gramatyczną.</li> <li>3. Opracowanie prezentacji na obronę pracy a następnie wspólna (całą grupą dziekańską) praca pod nadzorem koordynatora nad redakcją - merytoryczną, logiczną, gramatyczną i wizualną.</li> <li>4. Opracowanie własnej publikację konferencyjnej na „pozorowaną” konferencję, przy spełnieniu wszystkich formalizmów „prawdziwej” publikacji (recenzje p2p, umieszczanie materiałów na serwerze wydawnictwa, itd.).</li> <li>5. Jak przygotować recenzje? Recenzja trzech prac konferencyjnych pod okiem koordynatora seminarium.</li> <li>6. Omawianie w/w publikacji i ich recenzji</li> </ol>
------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student wie w jaki sposób przeprowadzić eksperyment poprawny z punktu widzenia metodologii badań naukowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student zna i rozumie podstawy metodologii badań naukowych w dyscyplinach powiązanych z kierunkiem
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi wykorzystywać wybrane teorie, metody i narzędzia w praktyce projektowania i realizacji badań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi prowadzić prace badawcze w celu przygotowania pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi przygotować krótki dokument techniczny lub doniesienie naukowe w języku angielskim
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01

**Część I**

Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103X-xxxxx-MSP-PDYM
Nazwa przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	20

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

Cel przedmiotu	Prowadzenie i dokumentowanie zaplanowanych prac badawczych. Weryfikacja, uzyskanych rezultatów prac. Opracowanie wniosków oraz zaplanowanie i przeprowadzenie ewentualnych korekt i uzupełnień. Przygotowanie materiału do edycji pracy magisterskiej
Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	150.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	20	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	150	12.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	350	12.00
Razem	500	24.00 ( 20.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	150
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	150

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	350
---	-----

**03. Treści kształcenia**

**Część I**

Treści kształcenia	Przygotowanie Pracy Dyplomowej Magisterskiej to najintensywniejsza część procesu dyplomowania. W ramach zajęć w zależności od specyfiki realizowanej pracy wykonywane są zasadnicze działania badawcze z wykorzystaniem przewidzianej bazy dydaktycznej (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji. We współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o sposobie opisu i wykorzystania uzyskanych wyników w pracy magisterskiej. Oceniana jest zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Uzyskane wyniki prac są na bieżąco oceniane przez Promotora. Ich końcowym efektem jest zredagowana praca magisterska przygotowana do przeprowadzenia obrony
--------------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie związanym z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16

**Część I**

Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu kierunku studiowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U05, U06, U07, U08, U09, U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-CBxxx-MSP-BIR
Nazwa przedmiotu	Bezpieczeństwo internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Kształcenie oparte o projekty )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI,( Semestr 2 modelowy )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	12

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	12	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	180	7.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	120	4.80
Razem	300	12.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	180	
Inne godziny kontaktowe	0	
Razem	180	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	120	

**03. Treści kształcenia**

Zajęcia zintegrowane

Zajęcia zintegrowane - warsztaty:

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



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

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

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

## Część I

Projekt

Część 1 – projekt i implementacja sieci IoT

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

## Część I

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

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie technik zapewniania bezpieczeństwa informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04, W05, W07
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Posiada ugruntowaną wiedzę odnośnie zagrożeń i podatności dotyczących implementacji, zabezpieczeń kryptograficznych i uwierzytelniania oraz urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06, W07, W08
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna techniki zapewniania poufności, integralności, dostępności, niezaprzeczalności, rozliczalności, autentyczności i niezawodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06, W07, W08
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	W04

**Część I**

Opis	Posiada wiedzę odnośnie gamy współczesnych ataków nakierowanych na implementacje sprzętowe różnych mechanizmów kryptograficznych i mechanizmów pobocznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi stworzyć szkic polityki bezpieczeństwa ukierunkowanej na zapewnienie bezpieczeństwa urządzeń Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U06, U07, U08, U09
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi dobrać właściwe techniki uwierzytelniania ludzi do specyfiki potrzeby zapewnienia ochrony informacji, z którymi dana osoba ma do czynienia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U09, U13
Metody weryfikacji	egzamin pisemny
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi przeanalizować bezpieczeństwo złożonego systemu obejmującego pojedyncze urządzenia (systemy wbudowane, przedmioty Internetu Rzeczy itp.), ocenić podatności, zaproponować techniki zabezpieczenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U10, U16
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi uwzględnić pozatechniczne aspekty mające istotny wpływ na skonstruowanie bezpiecznego systemu informacyjnego (takie jak czynnik ludzki w uwierzytelnianiu i dostępie do informacji, czynniki środowiskowe, cele i strategia firmy)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
Metody weryfikacji	egzamin pisemny

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IRxxx-ISP-INCZ
Nazwa przedmiotu	Inteligentne czujniki internetu rzeczy
Wersja przedmiotu	2023Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty obieralne )-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI, ( Teleinformatyka - obieralne )-Inżynieria internetu rzeczy-inż.-EITI,( Przedmioty obieralne )-Techniki teleinformatyczne-inż.-EITI,( Przedmioty obieralne )-Teleinformatyka i zarządzanie w telekomunikacji-inż.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	70	2.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	125	5.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	60	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	70	

## Część I

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

### 03. Treści kształcenia

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

#### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma specjalistyczną wiedzę na temat różnych typów czujników oraz ich parametrów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02



**Część I**

Opis	Ma pogłębioną wiedzę o technologiach komunikacyjnych i czujnikowych wykorzystywanych w Internecie Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat interfejsów cyfrowych i analogowych wykorzystywanych w czujnikach.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Ma pogłębioną wiedzę na temat urządzeń i aplikacji dla Internetu Rzeczy
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W06
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi wybrać i wykorzystać do konkretnych zastosowań odpowiednie czujniki i elementy wykonawcze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U08, U09, U11, U12, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi uruchomić złożone systemy wbudowane przy pomocy oprogramowania sprzętowego dostarczonego przez producenta oraz modyfikować je na własne potrzeby
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U11, U12, U14, U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi pracując w grupie zbudować, udokumentować i przedstawić innym złożony system dla Internetu Rzeczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U17
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

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

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-ELxxx-MSP-MEF
Nazwa przedmiotu	Metody matematyczne w elektronice i fotonice
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Systemy zintegrowanej elektroniki i fotoniki-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	110	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	10	
Razem	55	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55	

**03. Treści kształcenia**

**Wykład:**

Materiał wykładu obejmuje następujące bloki tematyczne:

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

**Część I**

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

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, obejmującą metody numeryczne niezbędne do modelowania i analizy działania zaawansowanych elementów elektronicznych i fotonicznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Wie jak stosować zaawansowane metody numeryczne do rozwiązywania złożonych problemów inżynierskich i prostych badawczych w zakresie elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna metody tworzenia modeli elementów dla systemów EDA (ECAD)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U09
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U11, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Ma umiejętność samokształcenia się.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

**Część I**

Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi przeprowadzać eksperymenty symulacyjne dla charakteryzacji elementów elektronicznych i fotonicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Potrafi wykorzystać poznane metody oraz modele matematyczne do analizy szczegółowych zagadnień fizycznych i technicznych elektroniki i fotoniki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U15
Metody weryfikacji	zaliczenie
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K03
Metody weryfikacji	zaliczenie

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-TLRNK-MSP-MSTB
Nazwa przedmiotu	Mikrokontrolery w systemach transmisji bezprzewodowej
Wersja przedmiotu	2025L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	AR000-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

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

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

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Organizacja przedmiotu. Sieci radiowe – standardy, moduły radiowe. Rola mikrokontrolera w układach transmisji bezprzewodowej. Klasyfikacja mikrokontrolerów.</li><li>2. Mikrokontroler jako element układu radiowego. Jednostka centralna. Generatory sygnałów zegarowych. Przerwania. Cyfrowe układy wejścia-wyjścia. Rodzaje pamięci. Układy czasowe. Interfejsy szeregowy (m.in. I2C, UART, SPI, QSPI). Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA).</li><li>3. Architektury mikrokontrolerów w układach radiowych. Architektury mikrokontrolerów zawierających część radiową (architektury z jednym rdzeniem, architektury wielordzeniowe). Mikrokontrolery wielosystemowe.</li><li>4. Mikrokontrolery o ultraniskim poborze energii. Architektury. Mikrokontrolery z pamięcią ferroelektryczną. Tryby pracy mikrokontrolera. Przykładowe układy. Wpływ układów peryferyjnych na pobór prądu. Metody oceny poboru energii.</li><li>5. Mikrokontrolery ARM rodziny Cortex-M: Rodzaje mikrokontrolerów, Porównanie układów rodziny Cortex M (m.in. architektur, wydajności, dostępnych układów peryferyjnych, poboru energii). Tryby pracy układów. Układy transmisji WLAN Budowa i działanie modułów Wi-Fi, komunikacja z modułami. Przykładowy moduł firmy DiGi.</li><li>6. Układy UWB. Systemy ultraszerokopasmowe. Moduły z układami serii DW1000. Komunikacja z modułami. Podstawy programowania.</li><li>7. Realizacja układów transmisji w sieci LoRaWAN. Budowa typowych układów LoRa. Realizacja procedur transmisji i odbioru w sieci LoRaWAN. Wybór trybu transmisji</li><li>8. Środowiska i narzędzia programowe. Przegląd środowisk programowania. Fazy tworzenia programu (kompilacja, linkowanie, debugowanie). Programatory. Ocena zużycia energii.</li><li>9. Diagnostyka mikrokontrolerów. Debugowanie i śledzenie. Moduły mikrokontrolera wspomagające śledzenie (jednostki ITM, ETM, DWT, interfejs TPIU). Podstawowe narzędzia i techniki diagnostyczne.</li><li>10. Oprogramowanie jednowątkowe (zasady realizacji oprogramowania, architektura programu, wykorzystanie przerwań). Zalety i wady techniki programowania jednowątkowego.</li><li>11. Systemy czasu rzeczywistego (na przykładzie systemu Zephyr). Działanie systemu czasu rzeczywistego (wątki, zdarzenia, synchronizacja wątków, wymiana danych pomiędzy wątkami, obsługa przerwań). Sterowniki układów peryferyjnych i czujników. Zarządzanie zużyciem energii. Zasady tworzenia aplikacji wielowątkowych.</li><li>12. Realizacja układów transmisji w sieci Bluetooth 5.x. Budowa typowego modułu Bluetooth. Organizacja stosu protokołów. Komunikacja stosu z aplikacją. Realizacja różnych ról urządzenia (urządzenia peryferyjne i centralne). Architektury jednoukładowe i z odrębnym układem radiowym.</li></ol>
--------	--

## Część I

	<p>13. Realizacja układów transmisji w sieciach komórkowych, Budowa typowych modemów IoT. Działanie modemu w sieci komórkowej. Procedury związane z transmisją i odbiorem danych. Komunikacja modemu z mikrokontrolerem.</p> <p>14. Układy transmisji w sieci ZigBee i Thread. Stos protokołów. Budowa typowych układów. Profile i klastry. Realizacja procedur. Organizacja sieci.</p> <p>15. Trendy rozwojowe mikrokontrolerów. Technologia TrustZone.</p>
Laboratorium	<p>Ćwiczenia laboratoryjne mają na celu zapoznanie studentów z technikami programowania i uruchamiania systemów mikrokontrolerowych w układach transmisji bezprzewodowej. Podczas ćwiczeń zadaniem studentów jest opracowanie i uruchomienie oprogramowania oraz przeprowadzenie testów opracowanego rozwiązania. Programowanie układów będzie realizowane w języku C. Do dyspozycji studentów będą biblioteki funkcji. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń będą zawierały opisy układów i wykorzystywanego oprogramowania. Wykaz ćwiczeń laboratoryjnych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Badanie układu transmisji WLAN</b> Oprogramowanie i badanie modułu WLAN z rodziny Digi XBee firmy Digi International (UART)</li> <li><b>Badanie układu transmisji ultraszerokopasmowej</b> Oprogramowanie i badanie modułu DWM1000/ DWM3000 (SPI) zgodnego ze standardem sieci IEEE 802.15.4a.</li> <li><b>Realizacja transmisji z użyciem modułów LoRaWAN</b> Oprogramowanie i badanie modułu RN2483 firmy Microchip Technology zgodnego ze standardem sieci LoRaWAN</li> <li><b>Diagnostyka oprogramowania w systemie Zephyr</b> Realizacja diagnostyki oprogramowania wielowątkowego w systemie operacyjnym Zephyr. Oprogramowanie użyciem interfejsów Segger J-Link/J-Trace, oprogramowanie: Visual Studio Code, Ozone i SystemView. Używane układy: nRF52833/nRF52840/ nRF5340 firmy Nordic Semiconductor.</li> <li><b>Oprogramowanie modułu BLE w środowisku RTOS</b> Oprogramowanie układu BLE w systemie Zephyr. Używane układy nRF52833, nRF 52840/ nRF5340 firmy Nordic Semiconductor, oprogramowanie: Visual Studio Code i SystemView.</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Posiada wiedzę związaną z wykorzystaniem mikrokontrolerów we współczesnych urządzeniach sieci bezprzewodowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie metody, techniki oraz narzędzia stosowane przy opracowywaniu oprogramowania urządzeń współczesnych systemów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W03



**Część I**

Opis	Ma specjalistyczną wiedzę w zakresie projektowania i badania mikrokontrolerowych urządzeń radiowych wykorzystywanych w systemach telekomunikacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05, W06, W07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modułów wykorzystywanych do transmisji bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Ma wiedzę o aktualnych trendach oraz najnowszych osiągnięciach z zakresu techniki mikrokontrolerowej i modułów radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05, W10
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi wykorzystywać zdobytą wiedzę w obszarze projektowania i implementacji oprogramowania systemów mikrokontrolerowych stosowanych w systemach łączności bezprzewodowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi dokonywać wyboru właściwych sposobów i narzędzi do rozwiązywania problemów i zagadnień związanych z opracowywaniem mikrokontrolerowych urządzeń radiowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U10, U12
Metody weryfikacji	zaliczenie
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi badanie urządzeń mikrokontrolerowych wykorzystywanych w systemach i sieciach bezprzewodowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U13
Metody weryfikacji	zaliczenie

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi dokonywać krytycznej oceny własnej wiedzy oraz informacji pochodzących z różnych źródeł z uwzględnieniem ich wiarygodności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
Metody weryfikacji	zaliczenie