

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S2-AiR-107
	studia niestacjonarne:	M#2-N2-AiR-107
Nazwa przedmiotu	Zaawansowana teoria sterowania	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Advanced control theory	
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/2025	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Automatyka i Robotyka
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	Wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia
Koordinator przedmiotu	prof. dr hab. inż. Zbigniew Koruba
Zatwierdził	dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy	
Status przedmiotu	Obowiązkowy	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr I
	studia niestacjonarne	Semestr I
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	Tak	
Liczba punktów ECTS	6	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	30	15	30	15	
	studia niestacjonarne:	18	9	18	9	



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie teorii sterowania, obejmującą podstawową wiedzę na temat analizy i modelowania układów sterowania, metod opisu i przekształcania układów liniowych oraz projektowania obserwatora stanu układach automatyki i robotyki.	AiR2_W02
	W02	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie istniejących algorytmów sterowania i metod ich doboru w układach dynamicznych automatyki.	AiR2_W05
Umiejętności	U01	Potrafi wykorzystywać poznane zasady i algorytmy sterowania do modelowania i analizy układów sterowania.	AiR2_U08
	U02	Potrafi zaprojektować układy sterowania automatycznego z wykorzystywaniem regulatorów: ślizgowego, optymalnego, predykcyjnego oraz rozmytego.	AiR2_U04
Kompetencje społeczne	K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanych informacji oraz konieczności pozyskiwania nowych zarówno z literatury, jak i od ekspertów z dziedziny automatyki i robotyki.	AiR2_K01
	K02	Ma świadomość ważności i zrozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na bezpieczeństwo innych ludzi oraz wpływu na środowisko i związanej z tymi zagadnieniami odpowiedzialności.	AiR2_K02

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Wiedomości podstawowe. Modelowanie układów sterowania w przestrzeni stanów. Przekształcanie równań stanu. Metody opisu układów liniowych. Metody sterowania układami liniowymi stacjonarnymi z wykorzystaniem zmiennych stanu. Projektowanie obserwatora stanu. Sterowanie z wykorzystaniem obserwatora stanu. Regulator z obserwatorem stanu jako układ dynamicznego sprzężenia zwrotnego. Pojęcie i właściwości kompensatora szeregowego. Układy sterowania optymalnego. Jakość i optymalność układów sterowania. Projektowanie układów sterowania optymalnego przy kwadratowym wskaźniku jakości. Sformułowanie problemu LQR (regulatora liniowo – kwadratowego) o horyzoncie skończonym i nieskończonym. Zasada maksimum Pontriagina - zaprojektowanie regulatora czasoptymalnego. Filtracja Kalmanowska liniowa i nieliniowa. Nowoczesne algorytmy sterowania: sterowanie LQG (Linear Quadratic Gaussian); sterowanie ślizgowe SMC (Sliding Mode Control); sterowanie predykcyjne.
ćwiczenia	Rozwiązywanie zadań z zakresu objętego wykładem ze szczególnym uwzględnieniem układów sterowania zmiennymi stanu, obserwatora stanu, LQR oraz SMC.





laboratorium	Zapoznanie się z analizą modeli dynamicznych oraz projektowanie układów automatycznego sterowania z wykorzystaniem funkcji i programowania w Matlabie/Simulinku. Projektowanie obserwatora stanu dla układu dynamicznego automatyki w Matlabie/Simulinku. Dobór sterowań dla układu automatyki z wykorzystaniem optymalnego sterowania (regulator LQR, wskaźniki jakości). Projektowanie regulatorów: ślizgowego, predykcyjnego, rozmytego dla wybranych układów dynamicznych.
projekt	Studenci pracują indywidualnie lub w grupie nad zaprojektowaniem układu sterowania dla wybranego układu dynamicznego. Przygotowanie przeglądu literatury na temat istniejących rozwiązań związanych z tematyką projektu. Opracowanie koncepcji projektu i założeń jako podstawy do dalszych działań. Opracowanie modelu matematycznego lub fizycznego oraz często modelu symulacyjnego układu dynamicznego. Przeprowadzenie badań numerycznych dla opracowanego modelu symulacyjnego. Zaprojektowanie układu sterowania dla wskazanego układu dynamicznego. Analiza uzyskanych rezultatów. Formułowanie wniosków dotyczących działania układu sterowania.

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01		X				
W02		X				
U01			X	X		
U02			X	X		
K01						X
K02						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Pozytywne zaliczenie końcowego egzaminu. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów.
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50 pkt z 2 kolokwium w trakcie zajęć.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50 pkt z dwóch kolokwium przeprowadzanych na komputerze w trakcie zajęć.
projekt	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie projektu opracowanego w ramach zajęć.



**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	30	15	30	15		18	9	18	9		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4	2	2	2		4	2	2	2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	100					64					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	4					2,6					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	50					86					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	2					3,4					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	100					100					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	4					4					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	150					150					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS od 25 do 30 godzin obciążenia studenta</i>	6										ECTS

LITERATURA

1. Klempka R., Świątek B., Garbacz-Klempka A.: Programowanie, algorytmy numeryczne i modelowanie w Matlabie, Wydawnictwo AGH, 2017.
2. Bubnicki Z.: Teoria i algorytmy sterowania, Wydawnictwa Naukowe PWN, 2012.
3. Kobziński J., Mosiołek P.: Projektowanie nieliniowych układów sterowania, Wydawnictwa Naukowe PWN, 2018.
4. Dąbrowski W., Dzieliński A., Kaczorek T., Łopatka R.: Podstawy teorii sterowania, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2013.
5. Dębowski A.: Automatyka. Podstawy teorii, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2017.





Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



6. Greblicki W.: Teoretyczne podstawy automatyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2001.
7. Kaczorek T.: Teoria sterowania i systemów, PWN, Warszawa, 1999.
8. Mazurek J., Vogt H., Zydanowicz W.: Podstawy automatyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2002.
9. Pełczewski W.: Teoria sterowania. Ciągłe stacjonarne układy liniowe, WNT, Warszawa, 1980.
10. Söderström T., Stoica P.: Identyfikacja systemów, WNT, Warszawa, 1997.
11. Amborski K., Marusak A.: Teoria sterowania w ćwiczeniach, PWN, Warszawa, 1978.
12. Brzózka J.: Ćwiczenia z automatyki w Matlabie i Simulinku, Wydawnictwo Mikom, Warszawa, 1997.
13. Thaler G.J., Pastel M.P.: Nieliniowe układy automatycznego sterowania analiza i projektowanie, WNT, Warszawa, 1965.
14. Wiszniewski A., i in.: Podstawy automatyki. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2000.
15. Zalewski A., Cegiela R.: Matlab — obliczenia numeryczne i ich zastosowania, Wydawnictwo Nakom, Poznań, 1997.



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice
Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23



Wydział Mechatroniki
i Budowy Maszyn