

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S2-AiR-201
	studia niestacjonarne:	M#2-N2-AiR-201
Nazwa przedmiotu	Nieliniowe układy regulacji	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Nonlinear control systems	
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 Automatyki i Robotyki
Koordinator przedmiotu	prof. dr hab. inż. Dariusz Janecki
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 II
	studia niestacjonarne	Semestr II
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	Nie	
Liczba punktów ECTS	4	

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



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student ma wiedzę w zakresie parametrycznej syntezy liniowego układu regulacji, w zakresie analizy układów słabo nieliniowych, zwłaszcza metod linearyzacji, w zakresie analizy układu z wykorzystaniem równań stanu oraz algorytmów regulacji stanu. Ma wiedzę w zakresie identyfikacji obiektów sterowania.	AiR2_W03
	W02	Student ma wiedzę w zakresie metod analizy układów nieliniowych z wykorzystaniem metody płaszczyzny fazowej i funkcji opisującej, w tym badania stabilności, w zakresie działania układów regulacji z regulatorami przekaźnikowymi.	AiR2_W06
	W03	Student ma wiedzę związaną z działaniem i metodami analizy układów dyskretnych, w zakresie syntezy dyskretnych układów automatyki, dotyczącą sterowania rozmytego i sterowania z wykorzystaniem sieci neuronowych.	AiR2_W11
Umiejętności	U01	Potrafi dokonać syntezy liniowego układu regulacji, zlinearyzować układ słabo nieliniowy, dokonać analizy układu nieliniowego z wykorzystaniem poznanych w ramach wykładu metod.	AiR2_U13
	U02	Potrafi dokonać analizy i syntezy układów z regulatorami przekaźnikowymi, dokonać analizy układu dyskretnego, stosować dyskretne oraz nieliniowe regulatory w układach regulacji automatycznej	AiR2_U15
Kompetencje społeczne	K01	Student rozumie potrzebę aktywnego uczestnictwa w wykładach i ćwiczeniach - zadawanie pytań, udział w dyskusji.	AiR2_K01
	K02	Jest gotów działać w sposób przedsiębiorczy ze zrozumieniem potrzeb społeczeństwa i praw rządzących środowiskiem naturalnym.	AiR2_K02

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Metody syntezy liniowego układu regulacji: metody analityczne, doświadczalne, wykorzystanie metod optymalizacji, metody samostrojenia regulatora. Sterowalność i obserwowalność w układach regulacji. Podstawowe właściwości nieliniowych elementów statycznych i dynamicznych. Modele matematyczne nieliniowych elementów dynamicznych. Linearyzacja elementów i układów dynamicznych metodami analitycznymi. Autonomiczne systemy dynamiczne i ich modele zmiennych stanu oraz zmiennych fazowych. Płaszczyzna fazowa., rodzaje punktów osobliwych oraz cykli granicznych. Wyznaczanie trajektorii fazowych. Metoda funkcji opisującej, wykres krytyczny. Badanie stabilności układów nieliniowych. Stabilność wg Lapunowa. Pierwsza i druga metoda Lapunowa badania stabilności układu nieliniowego. Regulacja dwustawna, w tym z korekcją regulatora przekaźnikowego. Regulacja trójstawna. Poprawa jakości regulacji przez sprzężenie zwrotne dynamiczne. Dyskretne liniowe układy regulacji. Dyskretyzacja ciągłych modeli matematycznych. Przekształcenie Z. Próbkowanie i kwantyzacja. Twierdzenie Shannona. Modele matematyczne dyskretnych elementów liniowych. Konwencjonalne dyskretnie (cyfrowe) regulatory liniowe. Stabilność i jakość dyskretnych liniowych układów regulacji. Synteza bezpośrednia dyskretnych liniowych układów regulacji. Regulatory stanu, regulatory rozmyte i sterowanie. z wykorzystaniem sieci neuronowych.
laboratorium	Wyznaczanie charakterystyk członów podstawowych. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych. Wyznaczanie trajektorii fazowych (MATLAB Simulink). Badanie stabilności układów ciągłych (MATLAB Simulink). Dobór parametrów regulatora PID (MATLAB). Badanie układu regulacji dwustawnej. Badanie serwonapędu z silnikiem elektrycznym. Dobór parametrów regulatorów metodami analitycznymi. Linearyzacja charakterystyk statycznych i równań różniczkowych. Badanie sterowalności i obserwowalności układów. Opis układu z wykorzystaniem zmiennych stanu (fazowych). Wyznaczanie transmitancji dyskretnych na podstawie transmitancji Laplace'a. Zastosowanie transmitancji dyskretnych w analizie układu. Badanie stabilności układu dyskretnego na podstawie ogólnego warunku stabilności.

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			
W03			X			
U01					X	
U02					X	
K01						X
K02						X



**FORMA I WARUNKI ZALICZENIA**

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie (uzyskanie co najmniej 50 % punktów) z końcowego kolokwium.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych.

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		30			18		18			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			2		2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	64					40					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,6					1,6					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	36					60					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,4					2,4					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	50					50					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2					2					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100					100					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS od 25 do 30 godzin obciążenia studenta</i>	4										ECTS

LITERATURA

1. Amborski K.: Teoria sterowania w ćwiczeniach. PWN Warszawa 1978.
2. Kaczorek T.: Teoria sterowania i systemów. PWN Warszawa 1996.
3. Stefański T.: Teoria sterowania t.1. Wyd. Politechniki Śk. Skrypt Nr 367. Kielce 2002.





Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



4. Chłędowski M.: Wykłady z automatyki dla mechaników. Wyd. Politechniki Rzeszowskiej 2003.
5. Chłędowski M., Pieniążek J.: Podstawy automatyki w ćwiczeniach i zadaniach. Wyd. Politechniki Rzeszowskiej 2004.
6. Brzózka J.: Regulatory i układy automatyki . Wyd. MIKOM Warszawa 2004.



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