



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	SD-01-IM-FR3
Nazwa przedmiotu	Teoria sterowania i stabilizacji układów dynamicznych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	The control theory and stabilization of the dynamic systems
Obowiązuje od roku akademickiego	2023/24

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Szkoła Doktorska
Poziom kształcenia	III stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne
Dyscyplina naukowa	Inżynieria mechaniczna
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia, WMiBM
Koordinator przedmiotu	prof. dr hab. inż. Zbigniew Koruba
Zatwierdził	dr hab. inż. Łukasz Bąk, prof. PŚk

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do bloku przedmiotów	BLOK B – Zajęcia do wyboru z programu dyscypliny
Status przedmiotu	Do wyboru
Język prowadzenia zajęć	Polski
Usytuowanie w planie studiów - semestr	Semestr V
Wymagania wstępne	-
Egzamin (TAK/NIE)	Nie
Liczba punktów ECTS	2

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	15		10		5

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma zaawansowaną wiedzę na temat pojęć i definicji związanych z teorią sterowania.	K_W01 K_W02
	W02	Posiada zaawansowaną wiedzę na temat charakterystyk częstotliwościowych układów sterowania.	K_W01 K_W02
	W03	Dysponuje zaawansowaną wiedzą na temat modelowania układów sterowania w przestrzeni stanu oraz potrafi wyjaśnić pojęcia sterowalności, obserwowalności i osiągalności układu sterowania.	K_W01 K_W02
	W04	Ma zaawansowaną wiedzę na temat metod badania stabilności układów sterowania.	K_W01
	W05	Posiada zaawansowaną wiedzę na temat metod projektowania układów sterowania optymalnego oraz układów sterowania minimalno-czasowego.	K_W01 K_W02
Umiejętności	U01	Potrafi modelować układy sterowania w przestrzeni stanu, a także analizować charakterystyki częstotliwościowe oraz charakterystyki czasowe układów sterowania.	K_U02 K_U03 K_U04
	U02	Posiada umiejętność analizy stabilności układów sterowania oraz potrafi określić pojęcie sterowalności, obserwowalności oraz osiągalności układów sterowania.	K_U02 K_U03 K_U04
	U03	Potrafi projektować układy sterowania optymalnego oraz układy sterowania minimalno-czasowego, a także układy samonaprowadzania obiektów latających. Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się.	K_U02 K_U03 K_U04 K_U09
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę doształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych w zakresie analizy i badań symulacyjnych układów sterowania.	K_K01
	K02	Ma świadomość ważności i rozumie aspekty oraz skutki działalności w obszarze modelowania układów sterowania.	K_K03

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiadomości podstawowe. Podstawowe definicje i określenia najważniejszych pojęć odnoszących się do teorii sterowania. 2. Charakterystyki częstotliwościowe układów sterowania. Charakterystyki częstotliwościowe układów ciągłych (charakterystyki: amplitudowo – fazowa, amplitudowa, fazowa, logarytmiczna amplitudowa, logarytmiczna fazowa) oraz układów dyskretnych (dyskretne charakterystyki: amplitudowo – fazowa, fazowa, amplitudowa, logarytmiczna amplitudowa, logarytmiczna fazowa). Związek między charakterystykami czasowymi a częstotliwościowymi. 3. Modelowanie układów sterowania w przestrzeni stanu. Podstawowe zagadnienia związane z modelowaniem (zmiennie stanu, modelowanie, model, stan układu itd.). Opis modelu zmiennych stanu układów ciągłych oraz układów dyskretnych. Charakterystyka skokowa i impulsowa układu sterowania. 4. Stabilność nieliniowych stacjonarnych układów sterowania. Teoria Lapunowa badania stabilności układów nieliniowych. Metody badania stabilności układów nieliniowych sterowania: metoda pośrednia i bezpośrednia Lapunowa. Metoda doboru funkcji Lapunowa – metoda Krasowskiego. 5. Sterowalność, osiągalność i obserwowalność układów sterowania. Definicja pojęcia oraz rodzaje sterowalności (warunki konieczne i wystarczające sterowalności). Zagadnienie osiągalności i obserwowalności układów sterowania. Przykłady układów sterowania. 6. Układy sterowania optymalnego. Idea sterowania optymalnego. Metody projektowania sterowania optymalnego (obserwatory, regulatory liniowo – kwadratowe LQR i LQG, optymalne kompensatory). 7. Układy sterowania minimalno-czasowego. Zasada maksimum Pontriagina oraz dostateczność zasady Pontriagina. Zasada i równanie Bellmana. Przykład sterowania położeniem sztucznego satelity Ziemi.
laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> 1. Projektowanie zadanego układu automatycznego sterowania z wykorzystaniem programowania skryptowego w Matlabie. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych układów sterowania. 2. Badania numeryczne i wyznaczanie charakterystyk czasowych zadanego układu sterowania. 3. Badanie stabilności układów sterowania w Matlabie-Simulinku funkcje „nyquist”, „bode”, „margin”. 4. Projektowanie obserwatora, filtru Kalmana i regulatora typu Linear Quadratic Gaussian (LQG) jako optymalny układ sterowania. 5. Wyznaczanie sterowań w układach minimalno-czasowych na przykładzie sterowania położeniem sztucznego satelity Ziemi.
inne (seminarium)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza porównawcza metod sterowań optymalnych. 2. Symulacja komputerowa zbliżania dwóch obiektów za pomocą metody proporcjonalnej nawigacji.

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01					X	X
W02					X	X
W03					X	X
W04					X	X
W05					X	X
U01					X	X
U02					X	X
U03					X	X
K01						X
K02						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Pozytywna ocena pisemnych opracowań.
.laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywna ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych
inne (seminarium)	zaliczenie z oceną	Pozytywna ocena opracowanych i przedstawionych prezentacji.

NAKLAD PRACY DOKTORANTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie doktoranta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		10		5	h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2		2	h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	36					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,4					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy doktoranta	14					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,6					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą doktoranta	50					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2					ECTS

LITERATURA

1. Amborski K., Marusak A., Teoria sterowania w ćwiczeniach, PWN, Warszawa, 1978.
2. Ashish Tewari „Modern control design with Matlab and Simulink”. John Wiley & Sons, New York 2002.
3. Brzózka J., Ćwiczenia z automatyki w Matlabie i Simulinku, Wydawnictwo Mikom, Warszawa, 1997.
4. Greblicki W., Teoretyczne podstawy automatyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2001.
5. Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów, PWN, Warszawa, 1999.
6. Kowal J. „Podstawy automatyki”, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2006.
7. Mazurek J., Vogt H., Zydanowicz W., Podstawy automatyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2002.
8. Pełczewski W., Teoria sterowania. Ciągłe stacjonarne układy liniowe, WNT, Warszawa, 1980.
9. Söderström T., Stoica P., Identyfikacja systemów, WNT, Warszawa, 1997.
10. Thaler G. J., Pastel M. P., Nieliniowe układy automatycznego sterowania analiza i projektowanie, WNT, Warszawa, 1965.
11. Wiszniewski A. i in., Podstawy automatyki. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2000.
12. Zalewski A., Cegiela R., Matlab — obliczenia numeryczne i ich zastosowania, Wydawnictwo Nakom, Poznań, 1997.
13. Żuchowski A., Metoda doboru nastaw regulatora PID uwzględniająca postulowany zapas stabilności modułu i fazy, Pomiary Automatyka Kontrola, str. 11—13, Nr 1/2004.