

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2024/2025

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: II

Specjalności: Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń, Technologie informacyjne w systemach produkcyjnych

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Teoria sterowania
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM AIR oIIN B7 24/25
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	9	9	0	9	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Cel przedmiotu 1 Zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi sterowania w układach ciągłych i dyskretnych z uwzględnieniem ograniczeń fizycznych

Cel 2 Cel przedmiotu 2 Zapoznanie się z metodami badania stabilności układów nieliniowych

Cel 3 Cel przedmiotu 3 Kształtowanie strategii, planowanie trajektorii sterowania

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Wymaganie 1 Znajomość podstawowych pojęć z podstaw automatyki na poziomie inżynierskim
- 2 Wymaganie 2 Znajomość podstaw rachunku operatorowego Laplace'a
- 3 Wymaganie 3 Znajomość metod rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Opanował metody matematyczne opisu układów automatyki zarówno ciągłych jak i dyskretnych. Zna metody analizy modeli układów sterowania zarówno w dziedzinie czasu i częstotliwości.
- EK2 Wiedza** Opanował podstawy teorii stabilności układów liniowych i nieliniowych. Zna i rozumie pojęcia: celu sterowania, warunków początkowych oraz ograniczeń w opracowywaniu strategii sterowania.
- EK3 Umiejętności** Ma umiejętność dokonywania wzajemnych transformacji modeli matematycznych z dziedziny czasu w dziedzinę częstotliwości. Potrafi wykonać analizę stabilności układów nieliniowych.
- EK4 Umiejętności** Posiada umiejętności z zakresu doboru wzmocnienia wybranych regulatorów. Wykorzystuje matematyczne programy komputerowe w wybranych analizach układów sterowania.
- EK5 Kompetencje społeczne** Jest świadom wpływu techniki i technologii na środowisko, ekologię, bezpieczeństwo i poziom życia społeczeństwa. Podejmuje trud samodzielnego dokształcania się.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Modelowanie matematyczne układów sterowania	1
C2	Badanie sterowalności i obserwowalności układów liniowych	1
C3	Macierz fundamentalna, macierz transmitancji $G(s)$ vs. równania stanu	1
C4	Konstruowanie funkcji Lapunowa w badaniu stabilności układu nieliniowego metody przybliżone	2
C5	Rozsprężalność równań stanu. Wyznaczanie macierzy wzmocnień regulatora modalnego, wzór Ackermanna	2
C6	Optymalizacja parametryczna i funkcjonalna strategii sterowania. Wyznaczanie macierzy wzmocnień regulatora liniowo-kwadratowego	2

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Budowa i analiza modeli symulacyjnych układów sterowania i automatycznej regulacji (Mathcad, Matlab-Simulink)	1
K2	Wyznaczanie transformat Laplace'a sygnałów okresowych (Mathcad, Matlab-Simulink)	1
K3	Zastosowanie programów Mathcad, Matlab-Simulink w badaniu stabilności, układów liniowych	1
K4	Kształtowanie wymaganego zapasu stabilności (Mathcad), wykresy Bodego (Matlab)	2
K5	Charakterystyki amplitudowo-fazowe (Mathcad, Matlab-Simulink)	1
K6	Wyznaczanie wartości i wektorów własnych, macierzy modalnych (Mathcad)	1
K7	Badanie stabilności układów przekąźnikowych (Mathcad)	1
K8	Synteza układu sterowania dla kryterium kwadratowego (Mathcad, Matlab)	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Modele matematyczne układów sterowania i automatycznej regulacji; układy liniowe i nieliniowe. Wzajemne transformacje modeli matematycznych z dziedziny czasu w dziedzinę częstotliwości	1
W2	Metody Lapunowa badania stabilności nieliniowych układów dynamicznych	2
W3	Metoda funkcji opisujących w analizie stabilności układów przekąźnikowych	1
W4	Rozsprzęgalność równań stanu, sterowanie modalne, wzór Ackermanna	2
W5	Sterowanie Fuzzy-logic	1
W6	Wstęp do sterowania optymalnego.	1
W7	Zasada optymalności Bellmana, programowanie dynamiczne.	1

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Laboratorium komputerowe

N4 Prezentacje i symulacje komputerowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	27
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	40
Opracowanie wyników	8
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	100
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie ocen pozytywnych z: ćwiczeń i z laboratorium komputerowego

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Zaliczenie zadań testowych z laboratorium komputerowego

F3 Egzamin

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie pozytywnych ocen z Kolokwium 1 i Kolokwium 2

W2 Zaliczenie zadań testowych laboratorium komputerowego

W3 Egzamin

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA**B1** Ocena 1 Sprawdzenie przygotowania przez odpytywanie na ćwiczeniach**B2** Ocena 2 Sprawdzenie opanowania materiału przez zadania tablicowe**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Potrafi zapisać model matematyczny zarówno jako: ciągły jak i dyskretny. Potrafi dokonywać wzajemnych transformacji modeli matematycznych z postaci równań stanu w macierz transmitancji operatorowych
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3.
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Zna metody Lapunowa, Krassowskiego oraz metody przybliżone analizy stabilności układów nieliniowych. Stabilność, sterowalność, obserwowalność - jako ograniczenia strategii sterowania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Posiada umiejętność wykorzystywania programów matematycznych w zakresie wybranych analiz układów sterowania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Potrafi dobrać wzmocnienia regulatora modalnego dla zadanych miejsc biegunowych i wybranych modów. Potrafi rozwiązać proste zagadnienie z zakresu optymalizacji strategii sterowania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3.
NA OCENĘ 3.0	51% -60% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0.
NA OCENĘ 3.5	61% -70% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0.
NA OCENĘ 4.0	71% -80% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0.
NA OCENĘ 4.5	81% -90% w stosunku do wymaga na ocenę 5.0.
NA OCENĘ 5.0	Ma świadomość wpływu techniki na środowisko. Potrafi w sposób ogólnie zrozumiały wyjaśnić problemy inżynierskie. Podejmuje trud samodzielnego dokształcania się.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2 Cel 3	C1 C2 C6 K1 K5 K8 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK2		Cel 1 Cel 2 Cel 3	C2 C3 C4 K1 K3 K4 K5 K6 K7 W1 W2 W3 W4 W7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3		Cel 1 Cel 2 Cel 3	C3 C4 K1 K3 K4 K6 K7 K8 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK4		Cel 1 Cel 2 Cel 3	C1 C3 C6 K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 K8 W1 W2 W3 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK5		Cel 1 Cel 2 Cel 3	C3 C6 K3 K4 K7 K8 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N4	F1 F2 F3 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Bubnicki Z. — *Teoria i algorytmy sterowania*, Warszawa, 2005, PWN
- [2] | Kaczorek T. — *Teoria sterowania, t1, t2.*, Warszawa, 1977, PWN
- [3] | Pełczewski W. — *Teoria sterowania*, Warszawa, 1980, WNT
- [4] | B. Heimann, W. Gerth, K. Popp — *Mechatronika*, Warszawa, 2001, PWN
- [5] | F. Golnaraghi, B. C. Kuo — *Automatic Control Systems*, New York, 2010, Wiley

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Bishop R.H. — *Modern control systems analysis and design using Matlab and Simulink*, California, 1997, Addison Wesley Longman, Inc
- [2] | Zabczyk J. — *Zarys matematycznej teorii sterowania*, Warszawa, 1991, PWN

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | Klamka J — *Sterowalność układów dynamicznych*, Warszawa,, 1990, PWN

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Stefan, Sławomir Chwastek (kontakt: stefan.chwastek@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Stefan Chwastek (kontakt: stefan.chwastek@pk.edu.pl)
- 2 dr inż.prof. PK Janusz Pobędza (kontakt: janusz.pobedza@pk.edu.pl)
- 3 dr hab. inż. prof. PK Grzegorz Tora (kontakt: grzegorz.tora@pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Andrzej Czerwiński (kontakt: andrzej.czerwinski@pk.edu.pl)
- 5 dr inż. Artur Gawlik (kontakt: artur.gawlik@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....