

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: II

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

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Teoria sterowania
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Control Theory
KOD PRZEDMIOTU	WM AIR oIIS B7 19/20
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	15	15	0	15	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Cel przedmiotu 1 Zapoznanie się z podstawami teoretycznymi sterowania w układach dyskretnych i ciągłych

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

**Cel 3** Cel przedmiotu 3 Kształtowanie strategii 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 Laplacea
- 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** Posiadał 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

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Budowa i analiza modeli symulacyjnych układów sterowania i automatycznej regulacji (Mathcad, Matlab-Simulink)	3
<b>K2</b>	Charakterystyki amplitudowo-fazowe (Mathcad, Matlab-Simulink)	2
<b>K3</b>	Kształtowanie wymaganego zapasu stabilności, wykresy Bodego (Matlab)	3
<b>K4</b>	Badanie stabilności układów przekaźnikowych (Mathcad)	2
<b>K5</b>	Wyznaczanie: wartości i wektorów własnych, macierzy modalnych (Mathcad)	3
<b>K6</b>	Synteza układu sterowania dla kryterium kwadratowego (Mathcad, Matlab)	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Modelowanie matematyczne układów sterowania	3
<b>C2</b>	Badanie sterowalności i obserwowalności układów liniowych	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C3</b>	Macierz fundamentalna, macierz transmitancji $G(s)$ $\rightarrow$ równania stanu	2
<b>C4</b>	Konstruowanie funkcji Lapunowa w badaniu stabilności układu nieliniowego metody przybliżone	3
<b>C5</b>	Rozsprzęgalność równań stanu. Wyznaczanie macierzy wzmocnień regulatora modalnego, wzór Ackermanna	3
<b>C6</b>	Optymalizacja parametryczna i funkcjonalna strategii sterowania. Wyznaczanie macierzy wzmocnień regulatora liniowo-kwadratowego	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Modele matematyczne układów sterowania i automatycznej regulacji; układy liniowe i nieliniowe. Wzajemne transformacje modeli matematycznych z dziedziny czasu w dziedzinę częstotliwości	3
<b>W3</b>	Metody Lapunowa badania stabilności nieliniowych układów dynamicznych	3
<b>W4</b>	Metoda funkcji opisujących w analizie stabilności układów przekaźnikowych	3
<b>W5</b>	Rozsprzęgalność równań stanu, sterowanie modalne, wzór Ackermanna	3
<b>W6</b>	Wstęp do sterowania optymalnego. Zasada optymalności Bellmana	2
<b>W7</b>	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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>100</b>
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	Potra zapisać model matematyczny zarówno jako: ciągły jak i dyskretny. Potra 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 doksztalcania 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	A2_W11	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K1 K5 C1 C2 W1 W5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK2	A2_W11	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K3 K4 K5 K6 C4 C5 C6 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK3	A2_U13	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4 C3 C4 W1 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK4	A2_U12	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4 K5 K6 C6 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK5	A2_K02	Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W3 W4 W5 W6 W7	N4	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

### 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](mailto:stefan.chwastek@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....