

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2012/2013

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: I

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

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Sterowanie procesami ciągłymi |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Continuous Process Control    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | A217                          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe         |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                          |
| SEMESTRY                                | 5                             |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKLAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 5       | 9      | 0         | 9            | 9                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z zasadami projektowania układów sterowania procesami ciągłymi ze sprzężeniem od wyjścia lub od stanu

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Wiedza z zakresu: algebry macierzy, liniowych równań różniczkowych oraz przekształcenia Laplace'a.
- 2 Zaliczony przedmiot Podstawy Automatyki.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Ma wiedzę z zakresu opisu układów liniowych ciągłych w przestrzeni stanów.
- EK2 Wiedza** Ma wiedzę z zakresu syntezy układu sterowania z wykorzystaniem metod przestrzeni stanów.
- EK3 Wiedza** Zna zagadnienia związane z dokładnością statyczną układu sterowania.
- EK4 Wiedza** Zna podstawowe struktury układów sterowania.
- EK5 Wiedza** Zna problematykę stabilności liniowych układów ciągłych.
- EK6 Umiejętności** Potrafi, na podstawie charakterystyki czasowej, zidentyfikować obiekt sterowania.
- EK7 Umiejętności** Potrafi przedstawić opis układu w przestrzeni stanów.
- EK8 Umiejętności** Potrafi wyznaczyć wzmocnienie sprzężenia od stanu dla zadanych właściwości dynamicznych układu.
- EK9 Umiejętności** Potrafi zbudować komputerowy model symulacyjny układu ciągłego, przeprowadzić symulację i zinterpretować wyniki.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |  |                  |
|--------------|--|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                             | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Identyfikacja obiektu sterowania na podstawie charakterystyki skokowej.            | 1.2              |
| L2           | Regulacja dwupołożeniowa obiektem inercyjnym, regulacja dwupołożeniowa z korekcją. | 1.2              |
| L3           | Układ regulacji obiektem inercyjnym z regulatorem P.                               | 1.2              |
| L4           | Układ regulacji obiektem inercyjnym z regulatorem PID.                             | 1.2              |
| L5           | Struktura układu napędu posuwów obrabiarki NC.                                     | 1.2              |
| L6           | Stabilność podukładu regulacji prędkości serwonapędów obrabiarek NC.               | 1.2              |
| L7           | Dokładność statyczna serwonapędów obrabiarek NC.                                   | 1.2              |
| L8           | Zaliczenie.  | 0.6              |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Modelowanie i symulacja układów ciągłych w programie LabView - układy statyczne i astatyczne. | 2                |
| <b>K2</b>                | Modelowanie i symulacja układów sterowania położeniem.  | 2                |
| <b>K3</b>                | Model silnika prądu stałego ze wzbudzeniem stałym - przesuwanie biegunów.                     | 3                |
| <b>K4</b>                | Model dynamiczny i układ sterowania ze sprzężeniem od stanu dla wybranego obiektu.            | 2                |

| WYKŁAD    |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Modelowanie procesów ciągłych metodami przestrzeni stanów: układy jedno- i wielowymiarowe, zmienne fazowe i fizyczne, macierz transmitancji układu opisanego w przestrzeni stanów.   | 2                |
| <b>W2</b> | Modelowanie procesów ciągłych metodami przestrzeni stanów: niejednoznaczność równań stanu, macierz charakterystyczna, wartości własne. Macierz stanu w postaci kanonicznej Jordana oraz w postaci kanonicznej sterowalnej. | 2                |
| <b>W3</b> | Sterowalność i obserwowalność układów liniowych, warunki sterowalności i obserwowalności.  | 1                |
| <b>W4</b> | Związki położenia biegunów układu drugiego rzędu z jego właściwościami dynamicznymi.   | 1                |
| <b>W5</b> | Przesuwanie zer i biegunów - układy ze sprzężeniem zwrotnym od stanu. Układ sterowania ze sprzężeniem zwrotnym od stanu.   | 2                |
| <b>W6</b> | Układy statyczne i astatyczne transmitancja uchybowa, stopień astatyzmu i jego związek z uchybem ustalonym.  | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 0   |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 14  |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 23  |
| Opracowanie wyników  | 26  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 14  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>79</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

W2 Uzyskanie ocen pozytywnych dla każdego efektu kształcenia

W3 Ocena końcowa ustalana jest jako średnia ważona ocen formujących i egzaminu pisemnego

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | - |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi przedstawić opis układu w postaci równania stanu i równania wyjścia; potrafi zdefiniować pojęcie sterowalności i obserwowalności.  |
| NA OCENĘ 3.5        | -  |
| NA OCENĘ 4.0        | -  |
| NA OCENĘ 4.5        | -  |
| NA OCENĘ 5.0        | -  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | -  |
| NA OCENĘ 3.0        | Dla układu drugiego rzędu potrafi podać związki położenia biegunów z właściwościami dynamicznymi; potrafi przedstawić metodę przesuwania biegunów układu przez sprzężenie zwrotne od stanu.              |
| NA OCENĘ 3.5        | -  |
| NA OCENĘ 4.0        | -  |
| NA OCENĘ 4.5        | -  |
| NA OCENĘ 5.0        | -  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | -  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna pojęcie stopnia astatyzmu, wie jaki jest jego związek z dokładnością statyczną.  |
| NA OCENĘ 3.5        | -  |
| NA OCENĘ 4.0        | -  |
| NA OCENĘ 4.5        | -  |
| NA OCENĘ 5.0        | -  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | -  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna zasadę działania regulatora dwupołożeniowego oraz PID; potrafi przedstawić i omówić strukturę układu napędu posuwów obrabiarki NC oraz strukturę układu sterowania ze sprzężeniem zwrotnym od stanu. |
| NA OCENĘ 3.5        | -  |
| NA OCENĘ 4.0        | -  |
| NA OCENĘ 4.5        | -  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | -   |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna pojęcie stabilności oraz potrafi przedstawić kryteria stabilności układów liniowych ciągłych.   |
| NA OCENĘ 3.5        | -   |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 4.5        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | -   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi przedstawić charakterystykę skokową i impulsową dla podstawowych członów dynamicznych; potrafi określić ich parametry.            |
| NA OCENĘ 3.5        | -   |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 4.5        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | -   |
| NA OCENĘ 3.0        | Dla zadanego układu potrafi dobrać zmienne stanu oraz zapisać równania stanu i wyjścia.   |
| NA OCENĘ 3.5        | -   |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 4.5        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 8 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | -   |
| NA OCENĘ 3.0        | Dla zadanych właściwości dynamicznych układu potrafi określić wymagane położenie biegunów oraz wyznaczyć wzmocnienie sprzężenia od stanu. |
| NA OCENĘ 3.5        | -   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 4.5        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 9 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | -   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi zbudować model symulacyjny ciągłego układu sterowania w module Simulation systemu LabVIEW, przeprowadzić symulację i zinterpretować wyniki. |
| NA OCENĘ 3.5        | -   |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 4.5        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W10,<br>K1_UP06   | Cel 1           | K1 K2             | N1 N2 N3              | F2 P2         |
| EK2               | K1_W10   | Cel 1           | L5 K3 K4          | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               | K1_W09,<br>K1_UP06,<br>K1_UP05   | Cel 1           | L6                | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | K1_W09   | Cel 1           | L5                | N1 N2 N3              | F1 F2 P2      |
| EK5               | K1_W09   | Cel 1           |                   | N2 N3                 | F1 F2 P2      |
| EK6               | K1_W09,<br>K1_UP02   | Cel 1           |                   | N2 N3                 | F1 F2 P2      |
| EK7               | K1_W10,<br>K1_UP06   | Cel 1           | K1 K2             | N1 N2 N3              | F2 P2         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK8               | K1_W10,<br>K1_UP06,<br>K1_UP05   | Cel 1           | L5 K4             | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2   |
| EK9               | K1_UP06,<br>K1_UP05  | Cel 1           |                   | N2 N3                 | F2 P2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Pełczewski W.** — *Teoria sterowania*, Warszawa, 1980, WNT
- [2 ] **Kaczorek T.** — *Teoria sterowania, tom 1*, Warszawa, 1977, PWN
- [3 ] **Emirsajłow Z.** — *Teoria układów sterowania, , część 1*, Szczecin, 2000, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Ogata K.** — *Modern Control Engineering*, -, 2002, Prentice-Hall International, Inc

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Adam Słota (kontakt: adam.slota@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Adam Słota (kontakt: slota@mech.pk.edu.pl)
- 2 mgr inż. Jarosław Zych (kontakt: zych@mech.pk.edu.pl)
- 3 mgr inż. Ryszard Trela (kontakt: trela@mech.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)





**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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