

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: II

Specjalności: Elektroenergetyka, Elektryczne urządzenia sterowania, Informatyczne systemy automatyki, Monitoring i diagnostyka układów elektrycznych, Systemy trakcji elektrycznej

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody i algorytmy automatyki    |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Control Methods and Algorithms   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK ELEKTROTECH oIIS PW6 15/16 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                             |
| SEMESTRY                                | 1                                |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 1       | 30      | 0         | 0           | 15                              | 0        | 0 |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Przekazanie studentom wiedzy obejmującej obszar analizy i syntezy złożonych obiektów sterowania z dziedziny elektrotechniki.

**Cel 2** Przekazanie studentom wiedzy z zakresu sterowalności, obserwowalności, odtwarzania wektora stanu i stabilizacji przez sprzężenie od odtworzonego wektora stanu.

**Cel 3** Wyrobienie umiejętności wykorzystania opisu obiektów sterowania w czasie dyskretnym do celów budowy komputerowych algorytmów sterowania wybranych urządzeń w dziedzinie elektrotechniki.

**Cel 4** Przekazanie studentom podstawowej wiedzy w zakresie projektowania regulatorów ze szczególnym uwzględnieniem regulatorów dyskretnych dla obiektów dyskretnych.

**Cel 5** Doskonalenie umiejętności samodzielnego myślenia i pracy zespołowej

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

1 Zaliczenie przedmiotów "Algebra liniowa" i "Analiza matematyczna"

2 Zaliczenie przedmiotów "Automatyka" i "Identyfikacja"

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student powinien posiadać podstawy wiedzy z zakresu analizy i syntezy złożonych układów automatyki stosowanych w dziedzinie elektrotechniki.

**EK2 Wiedza** Student powinien posiadać wiedzę w zakresie problematyki odtwarzania wektora stanu i stabilizacji stanu poprzez odtworzenie tego wektora.

**EK3 Umiejętności** Student powinien posiadać umiejętność opisu i analizy komputerowych układów sterowania w czasie dyskretnym.

**EK4 Umiejętności** Student powinien posiadać umiejętność formowania warunków określonych liniowymi nierównościami macierzowymi (LMI) w zastosowaniu do zagadnień sterowania układów dyskretnych w dziedzinie elektrotechniki.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student powinien zdobyć i udoskonalić umiejętność pracy zespołowej

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Przedstawienie najważniejszych metod obliczeniowych opisu ciągłych i dyskretnych układów sterowania, w tym metod znajdujących zastosowanie w stabilizacji obiektu na podstawie odpowiedzi próbkowanej w czasie. | 2                |
| <b>W2</b> | Problemy sterowalności i obserwowalności stacjonarnych układów liniowych, pojęcie postaci kanonicznej sterowalnej. Przykład.  | 2                |
| <b>W3</b> | Realizacja liniowego sprzężenia od wektora stanu. Przykład.   | 2                |
| <b>W4</b> | Wyznaczanie wektora stanu w sposób pośredni poprzez wykorzystanie równania wyjścia, postać kanoniczna obserwowalna, obserwator zredukowany.   | 3                |
| <b>W5</b> | Stabilizacja układu ciągłego przy zastosowaniu sprzężenia od odtworzonego wektora stanu. Przykład.  | 3                |
| <b>W6</b> | Stabilizacja układu w przypadku dyskretnego w czasie pomiaru sygnału wyjściowego. Przykład.   | 3                |

| WYKŁADY    |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W7</b>  | Projektowanie regulatorów metodą przesuwania biegunów: regulator od stanu, regulator z dodatkową pętlą sprzężenia zwrotnego, regulator z obserwatorem stanu.              | 3                |
| <b>W8</b>  | Projektowanie regulatorów metodą wielomianową. Problem wykorzystania cech charakterystycznych sterowanego obiektu. Problem nakładania dodatkowych ograniczeń.             | 2                |
| <b>W9</b>  | Problem wykorzystania liniowych nierówności macierzowych (LMI) w algorytmach sterowania. Konstrukcja warunków LMI w projektowaniu regulatora od stanu.                    | 3                |
| <b>W10</b> | Analiza odporności układów sterowania. Warunek LMI określający odporną stabilność układu.   | 2                |
| <b>W11</b> | Metoda projektowania regulatora poprzez kształtowanie charakterystyki amplitudowej.   | 2                |
| <b>W12</b> | Liniowe nierówności macierzowe dla dyskretnych układów sterowania. Oszacowania norm transmitancji dyskretnych. Projektowanie dyskretnego regulatora statycznego od stanu. | 3                |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |  |                  |
|-------------------------|--|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | Badanie sterowalności modelu odwróconego wahadła umocowanego na poruszającym się wózku.  | 2                |
| <b>K2</b>               | Badanie sterowalności zlinearyzowanego modelu żyroskopu o swobodnych osiach zawieszenia.   | 3                |
| <b>K3</b>               | Opracowanie układu stabilizacji dla modelu symulacyjnego obiektu 2 rzędu (stan: położenie i prędkość). Do stabilizacji położenia należy zastosować liniowe sprzężenie zwrotne od odtworzonego wektora stanu. | 2                |
| <b>K4</b>               | Badania symulacyjne dynamiki przy rozdzielaniu współrzędnych wektora stanu układu dyskretnego 3 rzędu w przypadkach: pojedynczych wartości własnych rzeczywistych, podwójnej wartości własnej rzeczywistej.  | 3                |
| <b>K5</b>               | Symulacja dynamiki układu o typowej strukturze układu zamkniętego o sprzężeniu zwrotnym od stanu. Przeprowadzenie procedury doboru regulatora metodą przesuwania biegunów.                                   | 2                |
| <b>K6</b>               | Zajęcia wprowadzające, kolokwium i zaliczenie zajęć  | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Konsultacje

N4 Praca w grupach

N5 Dyskusja

## 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   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| dyskusja   | 2   |
| <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   | 8   |
| praca w grupach  | 1   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

Przewidziano krótki sprawdzian pisemny przeprowadzany w toku wykładu

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

P2 Kolokwium

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Zaliczenie sprawdzianu pisemnego obejmującego treści wykładu oraz pozytywna ocena podsumowująca**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA****B1** Ocena aktywności jest przeprowadzana na konsultacjach**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiadał w wystarczającym stopniu wiedzy z zakresu podstawowych metod i algorytmów automatyki          |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w dostatecznym stopniu posiadał wiedzę z zakresu podstawowych metod i algorytmów automatyki                |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przeciętnym stopniu zna tematykę z zakresu podstawowych metod i algorytmów automatyki                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w dobrym stopniu poznał tematykę z zakresu podstawowych metod i algorytmów automatyki                      |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w bardzo dobrym stopniu poznał tematykę z zakresu podstawowych metod i algorytmów automatyki               |
| NA OCENĘ 5.0        | Student biegle zna tematykę z zakresu podstawowych metod i algorytmów automatyki                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna w wystarczającym stopniu problematyki odtwarzania i stabilizacji wektora stanu                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student słabo zna problematykę odtwarzania i stabilizacji wektora stanu.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przeciętnym stopniu zna problematykę odtwarzania i stabilizacji wektora stanu.                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w dobrym stopniu zna problematykę odtwarzania i stabilizacji wektora stanu.                                |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w bardzo dobrym stopniu zna problematykę odtwarzania i stabilizacji wektora stanu.                         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student biegle zna problematykę odtwarzania i stabilizacji wektora stanu.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi samodzielnie konstruować modeli matematycznych dyskretnych układów dynamicznych                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w dostatecznym stopniu potrafi samodzielnie konstruować dyskretne modele matematyczne układów dynamicznych |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przeciętnym stopniu potrafi samodzielnie konstruować dyskretne modele matematyczne układów dynamicznych     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w dobrym stopniu potrafi samodzielnie konstruować dyskretne modele matematyczne układów dynamicznych          |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w bardzo dobrym stopniu potrafi samodzielnie konstruować dyskretne modele matematyczne układów dynamicznych   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student biegle potrafi samodzielnie konstruować dyskretne modele matematyczne układów dynamicznych                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna podstawowych metod określania warunków LMI w zastosowaniu do zagadnień sterowania.                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student słabo zna podstawowe metody określania warunków LMI w zastosowaniu do zagadnień sterowania.                   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przeciętnym stopniu zna podstawowe metody określania warunków LMI w zastosowaniu do zagadnień sterowania.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w dobrym stopniu zna podstawowe metody określania warunków LMI w zastosowaniu do zagadnień sterowania.        |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w bardzo dobrym stopniu zna podstawowe metody określania warunków LMI w zastosowaniu do zagadnień sterowania. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi biegle stosować podstawowe metody określania warunków LMI w zastosowaniu do zagadnień sterowania.     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie wykazuje umiejętności pracy zespołowej  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student słabo współpracuje w zespole  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w dostatecznym stopniu wykazuje umiejętności pracy zespołowej   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w dobrym stopniu wykazuje umiejętności pracy zespołowej   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w bardzo dobrym stopniu wykazuje umiejętności pracy zespołowej  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student wykazuje znakomite umiejętności pracy zespołowej  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE    | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W01 K_W03  | Cel 1           | K1 K2 K3             | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK2               | K_W01 K_W03  | Cel 2           | W9 K1 K3 K5          | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK3               | K_W01 K_U08<br>K_U09   | Cel 3           | W9 K3 K4 K5<br>K6    | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK4               | K_W01 K_W03<br>K_U01 K_U02<br>K_U08 K_U09                                      | Cel 4           | W7 W8 W9 K4<br>K5 K6 | N1 N2 N3 N5           | F1 F2         |
| EK5               | K_K01 K_K02<br>K_K03   | Cel 5           | W8 K3 K6             | N2 N4 N5              | P1 P2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Klamka J.** — *Controllability of Dynamical Systems*, Warszawa, 1991, PWN, Kluwer Academic Publishers
- [2 ] **Gessing R.** — *Podstawy automatyki*, Gliwice, 2001, Wyd. Politechniki Śląskiej
- [3 ] **Kwiatkowski W.** — *Podstawy teorii sterowania. wybrane zagadnienia*, Warszawa, 2002, BEK Studio
- [4 ] **Koziński W.** — *Projektowanie regulatorów*, Warszawa, 2004, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej
- [5 ] **Gessing R., Skrzywan-Kosek A., Latarnik M.** — *Zbiór zadań z teorii sterowania układami nieliniowymi*, Gliwice, 2006, Wyd. Politechniki Śląskiej
- [6 ] **Górecki H.** — *Optymalizacja i sterowanie systemów dynamicznych*, Kraków, 2006, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [7 ] **Byrski W.** — *Obserwacje i sterowanie w systemach dynamicznych*, Kraków, 2007, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Kaczorek T., Dzieliński A., Dąbrowski W., Łopatka R.** — *Podstawy teorii sterowania*, Warszawa, 2009, WNT
- [2 ] **Białas S.** — *Odporna stabilność wielomianów i macierzy*, Kraków, 2002, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [3 ] **Skoczowski S., Osypiuk R., Pietruszewicz K.** — *Odporna regulacja PID o dwóch stopniach swobody w praktyce*, Warszawa, 2006, PWN SA

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab.inż. Mieczysław Zając (kontakt: gpedrak@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Mieczysław Zając (kontakt: mzaj@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....