

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika i Automatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E\_3\_4

Stopień studiów: II

Specjalności: Informatyczne systemy automatyki

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Modelowanie komputerowe
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK EIA oIIS PS22 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

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

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
2	15	0	0	25	15	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Powzięcie wiedzy związanej z podstawowymi pojęciami i metodami modelowania komputerowego układów dynamicznych i analogiami występującymi między środowiskami fizycznymi.

**Cel 2** Powzięcie wiedzy z zakresu opisu matematycznego procesów dynamicznych ciągłych i dyskretnych oraz transformacji układu ciągłego w dyskretny w dziedzinach czasu i częstotliwości.

**Cel 3** Nabycie umiejętności obliczania przebiegów przejściowych w liniowych i nieliniowych układach dynamicznych przy uwzględnieniu obecności zakłóceń (w tym drgań wymuszonych układów liniowych oraz przebiegów swobodnych w układach nieliniowych)

**Cel 4** Nabycie umiejętności konstruowania wybranych modeli dynamicznych obiektów automatyki przemysłowej i badania ich stabilności.

**Cel 5** Doskonalenie umiejętności pracy zespołowej.

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

1 Zaliczenia przedmiotów: "Analiza matematyczna i algebra liniowa", "Matematyka dyskretna".

2 Zaliczenie przedmiotów: "Wstęp do programowania", "Metody obliczeniowe".

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student powinien nabyć wiedzę w zakresie znajomości podstawowych zagadnień modelowania komputerowego i symulacji obiektów dynamicznych.

**EK2 Wiedza** Student powinien nabyć wiedzę w zakresie problematyki transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny w dziedzinach czasu i częstotliwości wraz ze znajomością wpływu kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.

**EK3 Umiejętności** Student powinien posiadać umiejętność konstruowania podstawowych algorytmów numerycznego rozwiązania zagadnień początkowych opisanych układami równań różniczkowych zwyczajnych z ukieunkowaniem na zastosowania z dziedziny elektrotechniki.

**EK4 Umiejętności** Student powinien posiadać umiejętność dokonywania oszacowania dokładności obliczeniowej i oceny stabilności numerycznej typowych algorytmów symulacyjnych przy uwzględnieniu problemu sztywności równań modelu.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student powinien doskonalić umiejętności pracy zespołowej przy konstruowaniu modeli matematycznych urządzeń wymagającym wiedzy interdyscyplinarnej.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Wstępne określenie własności dynamicznych zadanego obiektu. Określenie wartości jego parametrów. Budowa modelu symulacyjnego w formie układu równań opisujących jego dynamikę.	3
P2	Określenie typu algorytmu symulacyjnego, jego rzędu, alternatywnie wybór metody ze zmiennym rzędem. Wybór strategii doboru kroku całkowania poprzedzony wstępną analizą charakteru równań modelu.	2
P3	Przeprowadzenie wariantowych badań symulacyjnych przy użyciu wybranych typów algorytmów symulacyjnych i ewentualnych zmian strategii doboru rzędu metody oraz doboru kroku całkowania. Wykorzystanie pakietu Simulink środowiska Matlab.	6

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P4</b>	Oszacowanie dokładności obliczeń symulacyjnych dla wybranej strategii doboru rzędu i kroku.	2
<b>P5</b>	Przygotowanie raportu zawierającego opis przebiegu przeprowadzonych badań oraz podsumowanie zawierające wnioski jakie z nich wynikają.	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Pojęcia wstępne problematyki modelowania komputerowego. Statyka i dynamika obiektów. Stacjonarność i niestacjonarność procesów, typy modeli matematycznych. Formy opisu dynamiki układów nieliniowych i liniowych, ciągłych i dyskretnych.	2
<b>W2</b>	Analityczne metody konstrukcji modeli dynamiki. Uogólnione prawa zachowania. Równania ruchu układów fizycznych. Analogie występujące między środowiskami fizycznymi, analogie elektryczne układów mechanicznych. Metody energetyczne, równania Lagrange'a.	2
<b>W3</b>	Modele w postaci układów równań różniczkowych: liniowych i nieliniowych. Liniowe modele dynamiki. Lokalna linearyzacja statyczna i dynamiczna. Opis w przestrzeni stanów, portrety fazowe, badanie trajektorii fazowej.	2
<b>W4</b>	Modele operatorowe. Przekształcenie Fouriera. Charakterystyki częstotliwościowe. Zastosowania częstotliwościowego opisu obiektu. Przykłady.	2
<b>W5</b>	Porównanie form opisu modeli, relacje między różnymi formami opisu. Równoważność opisów. Ilustracja omawianych zagadnień na przykładach.	2
<b>W6</b>	Eksperymentalna identyfikacja własności dynamicznych obiektu. Metody charakterystyk czasowych i częstotliwościowych. Metodyka symulacji złożonych układów dynamicznych na wybranych przykładach. Dobór struktury i parametrów modelu poprzez porównanie reakcji modelu i obiektu na to samo wymuszenie. Problem wpływu sztywności równań modelu na efektywność symulacji komputerowej. Strategia zmiany rzędu i kroku algorytmu symulacyjnego.	2
<b>W7</b>	Transformacje układu ciągłego w komputerowy model dyskretny. Problem zniekształceń charakterystyk częstotliwościowych modelu dyskretnego w porównaniu z modelem ciągłym.	2
<b>W8</b>	Porównanie doświadczeń związanych z wykorzystaniem funkcji przeznaczonych do całkowania równań modelu zaimplementowanych w pakiecie Simulink (MATLAB) z doświadczeniami wynikającymi z użytkowania własnego oprogramowania symulacyjnego.	1

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Badanie modeli komputerowych liniowych obwodów elektrycznych. Modele wybranych czwórników elektrycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości.	3
K2	Transformator jako element automatyki. Transformator idealny. Badanie modelu transformatora obciążonego i w stanie jałowym. Badanie wpływu nasycenia obwodu magnetycznego na dynamikę obiektu.	3
K3	Transformacja modelu ciągłego w model dyskretny na przykładzie wybranego obwodu elektrycznego RLC drugiego rzędu. Przeprowadzenie badań symulacyjnych modelu ciągłego i modelu dyskretnego obwodu przy wykorzystaniu metod Eulera. Zbadanie wpływu częstotliwości próbkowania na stabilność numeryczną.	3
K4	Badanie modelu silnika obcowzbudnego prądu stałego w kaskadowym układzie regulacji z obciążeniem masowo-sprężystym. Określenie wpływu nastaw regulatorów prędkości i prądu na przebiegi przejściowe. Problem optymalizacji nastaw.	3
K5	Badanie modelu komputerowego nieliniowego, zamkniętego układu mechanicznego zawierającego w torze głównym regulator dwupołożeniowy z histerezą i liniowy filtr dolnoprzepustowy. Ilustracja wyników na płaszczyźnie fazowej. Określenie i uzasadnienie warunku generowania oscylacji ustalonych. Przeprowadzenie badań stabilności układu w zależności od wzmocnienia regulatora, szerokości strefy histerezy i parametrów filtra liniowego.	3
K6	Badanie symulacyjne dynamiki uproszczonego makromodelu systemu energetycznego z automatyczną regulacją częstotliwości. Symulacja awarii zlokalizowanej w wybranej części systemu i testowanie skuteczności układu regulacji częstotliwości dla różnych nastaw regulatora.	3
K7	Badanie symulacyjne dynamiki serwomechanizmu suboptymalnego. Dobór współczynnika wzmocnienia regulatora.	3
K8	Omówienie uzyskanych wyników. Przeprowadzenie pisemnego kolokwium zawierającego pytania związane z realizacją ćwiczeń.	4

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Konsultacje

N5 Praca w grupach

N6 Dyskusja

## 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	55
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	6
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	16
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	16
praca w grupach	3
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

Formy oceny

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Odpowiedź ustna

F3 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F4 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Projekt

P2 Średnia ważona ocen formujących

P3 Egzamin pisemny

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał w dostatecznym stopniu wiedzy o podstawowych zagadnieniach modelowania i symulacji komputerowej
NA OCENĘ 3.0	Student posiadał wiedzę o podstawowych zagadnieniach modelowania i symulacji komputerowej w dostatecznym stopniu, nie wykazuje jednak aktywności w spożytkowaniu tej wiedzy
NA OCENĘ 3.5	Student dość dobrze orientuje się w podstawowych zagadnieniach modelowania i symulacji komputerowej lecz ma trudności z samodzielnym wykorzystywaniem tej wiedzy
NA OCENĘ 4.0	Student dobrze orientuje się w podstawowych zagadnieniach modelowania i symulacji komputerowej lecz z trudnością tą wiedzę wykorzystuje
NA OCENĘ 4.5	Student bardzo dobrze orientuje się w podstawowych zagadnieniach modelowania i symulacji komputerowej ale przy samodzielnym wykorzystywaniu tej wiedzy ma niekiedy trudności
NA OCENĘ 5.0	Student biegle zna podstawowe zagadnienia modelowania i symulacji komputerowej złożonych obiektów dynamicznych i z pożytkiem je wykorzystuje
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał w dostatecznym stopniu wiedzy o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny.
NA OCENĘ 3.0	Student posiadał w wystarczającym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny, ale nie potrafi dobrze oszacować wpływu kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	Student posiadał w wystarczającym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi ogólnie oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
NA OCENĘ 4.0	Student posiadał w dobrym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi ogólnie oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
NA OCENĘ 4.5	Student posiadał w dobrym stopniu wiedzę o transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi prawidłowo oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
NA OCENĘ 5.0	Student doskonale zna problematykę transformacji układu dynamicznego ciągłego w dyskretny i potrafi prawidłowo oszacować wpływ kroku dyskretyzacji na dokładność rozwiązania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi skonstruować podstawowych algorytmów numerycznego rozwiązywania zagadnień początkowych opisanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi.

NA OCENĘ 3.0	Student potrafi skonstruować co najmniej dwa podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania zagadnień początkowych opisanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi skonstruować trzy podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania zagadnień początkowych opisanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi samodzielnie konstruować podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania zagadnień początkowych opisanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi samodzielnie konstruować podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania zagadnień początkowych opisanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi i potrafi dokonać oceny ich skuteczności.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi swobodnie konstruować podstawowe algorytmy jednokrokowe numerycznego rozwiązywania zagadnień początkowych opisanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi, dobierać krok całkowania i dokonywać oceny skuteczności obliczeń symulacyjnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej i oceny stabilności numerycznej typowych algorytmów symulacyjnych.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej i oceny stabilności numerycznej jednego typowego algorytmu symulacyjnego.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi samodzielnie dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej dwóch typowych algorytmów symulacyjnych.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi samodzielnie dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej trzech typowych algorytmów symulacyjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi samodzielnie dokonać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej trzech typowych algorytmów symulacyjnych przy uwzględnieniu sztywności równań modelu.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi biegle dokonywać oszacowania dokładności obliczeniowej oraz oceny stabilności numerycznej typowych algorytmów symulacyjnych przy uwzględnieniu sztywności równań modelu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie posiadał umiejętności zespołowego konstruowania modeli i przeprowadzania badań. Nie potrafi wkomponować się w skład zespołu realizującego projekt.
NA OCENĘ 3.0	Student posiadał w dostatecznym stopniu umiejętność konstruowania modeli i przeprowadzania badań, ale z trudnością potrafił się wkomponować w skład zespołu realizującego projekt.

NA OCENĘ 3.5	Student w dość dobrym stopniu posiadał umiejętność konstruowania modeli i przeprowadzania badań, ale z pewnymi oporami wkomponowuje się w skład zespołu realizującego projekt.
NA OCENĘ 4.0	Student w dobrym stopniu posiadał umiejętność konstruowania modeli i przeprowadzania badań symulacyjnych. Dobrze wkomponowuje się w skład zespołu realizującego projekt.
NA OCENĘ 4.5	Student w bardzo dobrym stopniu posiadał umiejętność konstruowania modeli i przeprowadzania badań symulacyjnych. Dobrze wkomponowuje się w skład zespołu realizującego projekt.
NA OCENĘ 5.0	Student biegle buduje modele i przeprowadza badania symulacyjne. Doskonale współpracuje z kolegami i lubi pracować w zespole realizującym projekt.

## 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_W02 K_W06 K_W10 K_W12	Cel 1	P1 W1 W2 W3 K1 K2	N1 N2 N3	F1 F2 F4
EK2	K_W01 K_W02 K_W03 K_W10 K_W12	Cel 2 Cel 3	P1 P2 W2 W3 W4 W5 W6 K3 K4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4
EK3	K_W15 K_U01 K_U02 K_U03 K_U08 K_U09 K_U13 K_U20 K_U24	Cel 2 Cel 3 Cel 4	P2 P3 W3 W4 K1 K2 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK4	K_U04 K_U09 K_U10 K_U11 K_U14 K_U20	Cel 3 Cel 4	P3 P4 W6 W7 K5 K6 K7	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 F4 P1
EK5	K_W15 K_U23 K_U25 K_K01 K_K02 K_K03	Cel 5	P4 P5	N1 N2 N3 N4	P1 P2 P3



## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Czemplik A.** — *Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów*, Warszawa, 2008, WNT
- [2 ] **Cannon R.H. jr.** — *Dynamika układów fizycznych*, Warszawa, 1973, WNT
- [3 ] **Klempka R., Stankiewicz A.** — *Modelowanie i symulacja układów dynamicznych*, Kraków, 2006, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [4 ] **Klempka R., Sikora-Iliew R., Stankiewicz A., Świętek B.** — *Modelowanie i symulacja układów elektrycznych w Matlabie. Przykłady*, Kraków, 2007, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [5 ] **Osowski S.** — *Modelowanie i symulacja układów i procesów dynamicznych*, Warszawa, 2007, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej
- [6 ] **Drozdowski P.** — *Wprowadzenie do Matlaba*, Kraków, 1996, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [7 ] **Brzózka J., Dorobczyński L.** — *Matlab. Środowisko obliczeń naukowo-technicznych*, Warszawa, 2008, PWN SA
- [8 ] **Pratap R.** — *Matlab 7 dla naukowców i inżynierów*, Warszawa, 2007, PWN SA

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Mieczysław Zajac (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)

.....