

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

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	Modelowanie cyfrowe układów energoelektronicznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ELEKTROTECH oIIS PK7 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	1

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

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
1	20	0	0	10	15	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studenta z możliwościami numerycznej realizacji modeli elementów i układów stosowanych w energoelektronice zawierających między innymi: diodę, tyrystor, tranzystor, linię zasilającą.

**Cel 2** Zapoznanie studenta z problematyką numerycznej analizy przekształtników energoelektronicznych z uwzględnieniem normalnych i awaryjnych stanów pracy.

**Cel 3** Zapoznanie studenta z zagadnieniem przygotowania projektu układu energoelektronicznego, przy wykorzystaniu Programu Pspice, na poziomie szczegółowości pozwalającym zrealizować go w praktyce.

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

- 1 Student posiada podstawowe umiejętności w zakresie obsługi komputera pod kontrolą systemu operacyjnego Windows.
- 2 Student zna podstawy elektrotechniki i matematyki.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada ogólną wiedzę w zakresie posługiwania się środowiskiem programowym Pspice korzystając z tekstowego i graficznego edytora programu. Student zna sposoby wizualizacji i interpretacji otrzymanych wyników.

**EK2 Wiedza** Student zna zasady opisu obwodu elektrycznego analogowego i cyfrowego zawierającego między innymi elementy energoelektroniczne, układy sterowania oraz zna własności podstawowych analiz.

**EK3 Umiejętności** Student posiada praktyczne umiejętności w posługiwaniu się programem Pspice w zakresie modelowania przekształtników energoelektronicznych oraz układów elektrycznych zawierających elementy przełączające.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi zbudować projekt układu energoelektronicznego o założonych parametrach technicznych z uwzględnieniem parametrów: linii zasilającej, transformatora, układu sterowania i zabezpieczeń.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	1. Charakterystyka programu Pspice. 2. Modele wbudowane i modele użytkownika elementów obwodu elektrycznego (rezystancja, pojemność, indukcyjność, transformator, linia transmisyjna).	2
<b>W2</b>	1. Wbudowane źródła sygnałów o przebiegu okresowym i nieokresowym. 2. źródła napięciowe i prądowe: a) niezależne, b) sterowane.	2
<b>W3</b>	1. Posługiwanie się bibliotekami elementów obwodu elektrycznego. 2. Wbudowane modele elementów energoelektronicznych (dioda, tranzystor, tyrystor).	2
<b>W4</b>	1. Tranzystory typu: IGBT i MOSFET -modele użytkownika. 2. Sposoby kształtowania sygnałów sterujących pracą tranzystorów.	2
<b>W5</b>	1. Programowa realizacja modulacji PWM. 2. Model przekształtnika DC/DC. 3. Model falownika napięcia.	2
<b>W6</b>	1. Tyrystory typu SCR i GTO -modele użytkownika. 2. Sposoby kształtowania sygnałów sterujących pracą tyrystora -realizacja dynamicznej zmiany kąta załączenia.	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W7</b>	1. Programowa realizacja modelu prostownika tyrystorowego. 2. Programowa realizacja modelu regulatora prądu przemiennego.	2
<b>W8</b>	1. Programowa realizacja regulatora PID 2. Programowa realizacja regulatora histerezyowego. 3. Prostownik sinusoidalny PWM.	2
<b>W9</b>	1. Model silnika obcowzbudnego DC. 2. Model silnika szeregowego DC.	2
<b>W10</b>	1. Problematyka zbieżności obliczeń, definiowanie opcji obliczeniowych.	2

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Ćwiczenie 1. Analiza pracy przekształtnika DC/DC podwyższającego -obniżającego napięcie.	2
<b>K2</b>	Ćwiczenie 2. Analiza pracy trójfazowego falownika napięcia pracującego z modulacją PWM.	2
<b>K3</b>	Ćwiczenie 3. Analiza pracy trójfazowego prostownika tyrystorowego.	2
<b>K4</b>	Ćwiczenie 4. Analiza pracy trójfazowego regulatora prądu.	2
<b>K5</b>	Ćwiczenie 5. Analiza pracy trójfazowego prostownika sinusoidalnego.	2

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Projekt 1. Przekształtnik DC/DC podwyższający -obniżający napięcie pracujący w układzie automatycznej regulacji napięcia i prądu wyjściowego, obciążony silnikiem DC. Projekt 2. Trójfazowy prostownik tyrystorowy pracujący w układzie automatycznej regulacji napięcia, obciążony silnikiem DC. Projekt 3. Trójfazowy falownik napięcia pracujący w układzie automatycznej regulacji napięcia wyjściowego obciążony odbiornikiem RLE. Projekt 4. Trójfazowy prostownik sinusoidalny pracujący w układzie automatycznej regulacji napięcia wyjściowego obciążony silnikiem DC. Projekt 5. Trójfazowy regulator napięcia przemiennego pracujący w układzie automatycznej regulacji napięcia wyjściowego obciążony odbiornikiem RLE. Projekt 6. Trójfazowy falownik prądu z diodami odcinającymi pracujący w układzie automatycznej regulacji napięcia wyjściowego, obciążony odbiornikiem RLE.	15

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Ćwiczenia projektowe

N5 Praca w grupach

## 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	0
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Odpowiedź ustna

F3 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F4 Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna podstaw programu Pspice.
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawy środowiska programowego Pspice.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawy środowiska programowego Pspice, potrafi posługiwać się edytorem tekstowym programu.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawy środowiska programowego Pspice, potrafi posługiwać się edytorem tekstowym i graficznym programu.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawy środowiska programowego Pspice, potrafi posługiwać się edytorem tekstowym i graficznym programu, potrafi korzystać z narzędzi do graficznej prezentacji wyników analiz.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawy środowiska programowego Pspice, potrafi posługiwać się edytorem tekstowym i graficznym programu, potrafi korzystać z narzędzi do graficznej prezentacji wyników analiz, prawidłowo interpretuje otrzymane wyniki.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna zasad opisu obwodu elektrycznego analogowego i cyfrowego, nie zna własności podstawowych analiz
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe zasady opisu obwodu elektrycznego analogowego.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe zasady opisu obwodu elektrycznego analogowego, zna własności głównych analiz (czasowa, zmiennoprądowa, stałoprądowa).
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe zasady opisu obwodu elektrycznego analogowego, zna własności głównych oraz szczegółowych analiz (czasowa, zmiennoprądowa, stałoprądowa oraz parametryczna, widmowa, wrażliwościowa).
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe zasady opisu obwodu elektrycznego analogowego i cyfrowego, zna własności głównych oraz szczegółowych analiz (czasowa, zmiennoprądowa, stałoprądowa oraz parametryczna, widmowa, wrażliwościowa).
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe zasady opisu obwodu elektrycznego analogowego i cyfrowego, zna własności głównych oraz szczegółowych analiz (czasowa, zmiennoprądowa, stałoprądowa oraz parametryczna, widmowa, wrażliwościowa). Student zna sposoby kształtowania parametrów wpływających na poprawę procesu obliczeniowego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi posługiwać się programem Pspice.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi budować modele obwodów elektrycznych zawierających podstawowe elementy: (rezystor, indukcyjność, kondensator), wbudowane modele elementów (dioda) oraz niezależne źródła napięcia i prądu.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi budować modele obwodów elektrycznych zawierających podstawowe elementy: (rezystor, indukcyjność, kondensator), wbudowane modele elementów (dioda, klucz rezystancyjny) oraz niezależne i sterowane źródła napięcia i prądu.

NA OCENĘ 4.0	Student potrafi budować modele obwodów elektrycznych zawierających podstawowe elementy: (rezystor, indukcyjność, kondensator), wbudowane modele elementów (dioda, klucz rezystancyjny, tyrystor, tranzystor) oraz niezależne i sterowane źródła napięcia i prądu.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi budować modele obwodów elektrycznych zawierających podstawowe elementy: (rezystor, indukcyjność, kondensator), wbudowane modele elementów (dioda, klucz rezystancyjny, tyrystor, tranzystor) oraz niezależne i sterowane źródła napięcia i prądu. Student potrafi budować własne modele elementów przełączających (tyrystor, tranzystor), potrafi kształtować sygnały sterujące pracą elementów energoelektronicznych.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi budować modele obwodów elektrycznych zawierających podstawowe elementy: (rezystor, indukcyjność, kondensator), wbudowane modele elementów (dioda, klucz rezystancyjny, tyrystor, tranzystor) oraz niezależne i sterowane źródła napięcia i prądu. Student potrafi budować własne modele elementów przełączających (tyrystor, tranzystor), potrafi kształtować sygnały sterujące pracą elementów energoelektronicznych, budować modele regulatorów (PID, histerezowy).
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi budować modeli układów energoelektronicznych.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi budować modele przekształtników energoelektronicznych złożonych z elementów niesterowanych (np. prostowniki diodowe, układy podwajania napięcia itp.).
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi budować modele przekształtników energoelektronicznych złożonych z elementów niesterowanych (np. prostowniki diodowe, układy podwajania napięcia itp.) oraz elementów sterowanych wykorzystując modele biblioteczne.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi budować modele przekształtników energoelektronicznych złożonych z elementów niesterowanych (np. prostowniki diodowe, układy podwajania napięcia itp.) oraz elementów sterowanych wykorzystując zarówno modele biblioteczne jak i własne.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi budować modele przekształtników energoelektronicznych złożonych z elementów niesterowanych (np. prostowniki diodowe, układy podwajania napięcia itp.) oraz elementów sterowanych wykorzystując zarówno modele biblioteczne jak i własne z uwzględnieniem parametrów linii zasilającej, potrafi budować modele transformatora.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi budować modele przekształtników energoelektronicznych złożonych z elementów niesterowanych (np. prostowniki diodowe, układy podwajania napięcia itp.) oraz elementów sterowanych wykorzystując zarówno modele biblioteczne jak i własne z uwzględnieniem parametrów linii zasilającej, potrafi budować modele transformatora. Student umie budować modele układów sterujących pracą przekształtników oraz układów zabezpieczenia nadprądowego i nadnapięciowego.

## 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_W06, K_W08, K_U10, K_U19, K_U20, K_U21, K_K01	Cel 1	W10 K2 K3 P1	N1 N2 N3 N5	F1 F2 P1
EK2	K_W01, K_W06, K_W08, K_U19, K_U20, K_U21, K_K01	Cel 1 Cel 2	W10 K2 K3 P1	N1 N2 N3 N5	F1 F3 P1
EK3	K_W01, K_W08, K_U19, K_U20, K_U21, K_K01	Cel 1 Cel 2	W6 W7 W8 K3 K4 K5	N1 N2 N3 N5	F1 F2 F3 P1
EK4	K_W01, K_W08, K_U10, K_U11, K_U19, K_U20, K_U21, K_K02, K_K03, K_K04	Cel 2 Cel 3	W6 W7 W8 W9 W10 K2 K3 K4 K5 P1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Porebski Jan, Korohoda Przemysław** — *SPICE program analizy nieliniowej układów elektronicznych*, Warszawa, 1996, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
- [2 ] **Król Artur, Moczko Joanna** — *PSpice symulacja i optymalizacja układów elektronicznych*, Poznań, 2000, Wydawnictwo Nakom
- [3 ] **Izydorczyk Jacek** — *PSpice komputerowa symulacja układów elektronicznych*, Gliwice, 1993, Helion
- [4 ] **Baranowski Krzysztof, Welo Artur** — *Symulacja układów Elektronicznych PSpice pakiet Design Center*, Warszawa, 1996, Mikom
- [5 ] **Dobrowolski Andrzej** — *Pod maska SPICEa. Metody i algorytmy analizy układów elektronicznych*, Warszawa, 2004, BTC

- [6 ] **Pasko Marian, Walczak Janusz** — *Zastosowanie programu Spice w analizie obwodów elektrycznych*, Gliwice, 2011, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [7 ] **Piróg S.** — *Energoelektronika. Układy o komutacji sieciowej i o komutacji twardej*, Kraków, 2006, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne
- [8 ] **Nowak M., Barlik R.** — *Poradnik inżyniera energoelektronika*, Warszawa, 1998, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Zbigniew Szular (kontakt: zszular@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Zbigniew Szular (kontakt: aszs@poczta.fm)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....