

# 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: I

Specjalności: Automatyka w układach elektrycznych, Inżynieria systemów elektrycznych, Trakcja elektryczna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Sterowanie urządzeń energoelektronicznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ELEKTROTECH oIS PK40 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	6

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

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
6	30	0	30	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Metody formowania sygnałów sterujących kształtujących napięcia i prądy wyjściowe przekształtników statycznych.

**Cel 2** Sterowanie przekształtników pracujących z filtrami wejściowymi i wyjściowymi.

**Cel 3** Regulacja automatyczna układów z przekształtnikami.

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

- 1 Elektronika i energoelektronika, podstawy regulacji automatycznej, teoria obwodów, maszyny elektryczne, umiejętność programowania w Pspice i Matlab.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** K\_W17. Ma wiedzę w zakresie elektroniki i energoelektroniki oraz sterowania urządzeń przekształtnikowych

**EK2 Wiedza** K\_W08. Zna komputerowe metody projektowania i analizy obwodów elektrycznych i elektronicznych, urządzeń energoelektronicznych

**EK3 Umiejętności** K\_U07. potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne, a także symulacje komputerowe do analizy i oceny działania układów i urządzeń elektrycznych

**EK4 Umiejętności** K\_U11. Potrafi zaplanować i przeprowadzić symulację oraz pomiary charakterystyk eksploatacyjnych, a także ekstrakcję podstawowych parametrów charakteryzujących urządzenia elektryczne i energoelektroniczne, potrafi przedstawić otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć właściwe wnioski

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	STRUKTURY UKŁADÓW PRZEKSZTAŁNIKOWYCH. Układy DC/DC, AC/DC, DC/AC, AC/AC cel przekształcania i regulacji. Praca nawrotna przekształtników układy podwójne układy czterokwadrantowe. Charakterystyki zewnętrzne przekształtników. Model matematyczny układów z przekształtnikami w zapisie wektorowym.	4
W2	PRZERYWACZE PRĄDU STAŁEGO (DC/DC). Sterowanie napięcia wyjściowego przerywacza czterokwadrantowego przy bipolarnej i unipolarnej modulacji szerokości impulsów (PWM) praca nawrotna przy obciążeniu R-L-E. Sterowanie prądu wyjściowego przerywacza za pomocą regulatorów histerezowych i regulatorów z PWM. Układy zredukowane zakres sterowania. Układy scalone sterowników bramkowych tranzystorów mocy MOSFET i IGBT i ich wpływ na jakość sterowania napięcia. Dobór tłumiącego układu odciążającego. Współpraca z filtrami pasywnymi na wejściu i wyjściu. Układ zastępczy przerywacza oparty na źródłach sterowanych i możliwości jego stosowania.	6
W3	PROSTOWNIKI STEROWANE FAZOWO (AC/DC). Regulacja fazowa napięcia wyjściowego tyrystorowych prostowników jednofazowych i trójfazowych. Układ podwójny, praca nawrotna prostownika przy obciążeniu R-L-E. Układ zastępczy prostownika oparty na źródłach sterowanych. Sygnały synchronizujące i generowanie impulsów bramkowych. Układy scalone sterowania fazowego. Sterowanie prądowe prostownika.	5

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W4	FALOWNIKI (DC/AC). Układy mostkowe jednofazowego i trójfazowego falownika napięcia. Opis za pomocą wektorów przestrzennych. Regulacja napięcia i częstotliwości napięcia wyjściowego metodą modulacji szerokości impulsów (PWM). Wektory przestrzenne i modulator wektorowy. Praca prostownikowa falownika prostownik PWM. Model uproszczony falownika napięcia oparty na źródłach sterowanych. Praca nawrotna falownika napięcia obciążonego odbiornikiem R-L-E w każdej fazie. Wymuszenie prądu odbiornika za pomocą falownika napięcia (falownik napięcia jako źródło prądowe). Trójfazowe falowniki prądu. Sterowanie jednotaktowe i wielotaktowe. Zasilające źródła prądu i ich sterowanie. Praca nawrotna falownika prądu.	6
W5	TYRYSTOROWY STEROWNIK MOCY (AC/AC). Trójfazowy, tyrystorowy sterownik mocy jako prostownik zwarty układ odwrotnie równoległy. Sterownik przy obciążeniu R i R-L. Regulacja prądu, napięcia i mocy odbiorników.	4
W6	PRZEKSZTAŁTNIK MACIERZOWY PRZEKSZTAŁTNIK UNIWERSALNY. Podstawy sterowania napięciowego PWM.	5

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wprowadzenie do laboratorium. Omówienie ćwiczeń. Szkolenie BHP.	2.5
L2	Sterowanie układu mostkowego 4T jako układu nawrotnego o funkcji przerywacza lub falownika napięcia. Symulacja komputerowa pracy układu laboratoryjnego. Zaliczenie ćwiczenia.	5.5
L3	Sterowanie napięciowe i prądowe przerywacza prądu stałego. Symulacja komputerowa pracy układu laboratoryjnego. Zaliczenie ćwiczenia.	5.5
L4	Sterowanie napięciowe i prądowe trójfazowego falownika napięcia. Symulacja komputerowa pracy układu laboratoryjnego. Zaliczenie ćwiczenia.	5.5
L5	Sterowanie prądowe i napięciowe falownika prądu. symulacja komputerowa pracy układu laboratoryjnego. Zaliczenie ćwiczenia.	5.5
L6	Regulacja tyrystorowego układu odwrotnie-równoległego jako sterownika mocy. Symulacja komputerowa pracy układu laboratoryjnego. Zaliczenie ćwiczenia.	5.5

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Konsultacje

## 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	0
Konsultacje przedmiotowe	20
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	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

Na wykładach odbędą się trzy kolokwia sprawdzające postępy w przyswajaniu wiedzy po 1/3, 2/3 i całości wykładanego materiału.

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	60% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	70% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	80% wymagań na ocenę 5,0

NA OCENĘ 4.5	90% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Znajomość struktur i zasady działania podstawowych przekształtników statycznych (prostowniki przerywacze prądu stałego, falowniki napięcia i prądu, sterowniki mocy, przekształtniki macierzowe). Znajomość metod sterowania i kształtowania sygnałów sterujących podstawowych przekształtników statycznych. Opis wektorowy urządzeń energoelektronicznych obejmujący przekształtnik i obciążenie w powiązaniu z układem regulacji automatycznej.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	60% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	70% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	80% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	90% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Znajomość metod symulacji układów przekształtnikowych. Znajomość sposobów formowania sygnałów sterujących w środowiskach PSPICE i MATLAB. Umiejętność przeprowadzenia symulacji układów przekształtnikowych. Świadomość wyboru uproszczonych metod symulacji, za pomocą zastępczych modeli przekształtników, względem symulacji pełnego układu lub urządzenia energoelektronicznego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	60% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	70% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	80% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	90% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność oceny poprawności działania układu przekształtnikowego przy założonym sposobie sterowania i kształtowania impulsów sterujących na podstawie wyników symulacji komputerowej i wyników badań laboratoryjnych. Interpretacja fizykalna zjawisk.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	60% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	70% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	80% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	90% wymagań na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność porównania i interpretacji uzyskanych wyników pomiarowych i wynikających z symulacji komputerowej badanych urządzeń przekształtnikowych.

## 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_W08, K_W17	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK2	K_W08, K_W17, K_U07	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK3	K_W17, K_U07	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK4	K_U07, K_U11	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Drozdowski P.** — *Sterowanie urządzeń energoelektronicznych*, Kraków, 2012, Plik komputerowy konspektu do wykładów w formacie pdf
- [2] | **Piróg S** — *Energoelektronika*, Kraków, 2006, AGH Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne
- [3] | **Nowak M., Barlik R** — *Poradnik inżyniera energoelektronika*, Warszawa, 1998, WNT
- [4] | **Nowacki Z** — *Modulacja szerokości impulsów w napędach przekształtnikowych prądu przemiennego*, Warszawa, 1991, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Klempka R. i in.** — *Modelowanie i symulacja układów elektrycznych w Matlabie*, Kraków, 2007, AGH, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab.inż. Piotr Drozdowski (kontakt: pdrozdow@usk.pk.edu.pl)

### **OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

- 1 Dr hab. inż., prof. PK Piotr Drozdowski (kontakt: pdrozdow@pk.edu.pl)
- 2 Dr hab. inż. Witold Mazgaj (kontakt: wmazgaj@pk.edu.pl)
- 3 Dr inż. Zbigniew Szular (kontakt: aszs@poczta.fm)
- 4 Mgr inż. Arkadiusz Duda (kontakt: aduda@pk.edu.pl)
- 5 Dr inż. Janusz Petryna (kontakt: jpetryna@pk.edu.pl)

### **13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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