

# 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: niestacjonarne

Kod kierunku: E\_3\_4

Stopień studiów: II

Specjalności: Elektryczne urządzenia sterowania

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Automatyka napędów przekształtnikowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK EIA oIIN PS17 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	6.00
SEMESTRY	2

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

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
2	15	0	20	20	12	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** 1. Struktury układów regulacji automatycznej napędów z silnikami prądu stałego i przemiennego, ich analiza i synteza. Dobór optymalnych nastaw i parametrów układu sterowania.

**Cel 2** 2. Wpływ przekształtników statycznych na jakość sterowania napędem i sieć zasilającą. Uwzględnienie filtrów wejściowych i wyjściowych w układzie sterowania.

**Cel 3** 3. Zasady projektowania napędów przekształtnikowych i metodyka ich modelowania komputerowego.

**Cel 4** 4. Problematyka sterowania bezczujnikowego i zastosowania sztucznej inteligencji w napędach przekształtnikowych.

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

1 Podstawy napędów elektrycznych w zakresie kursu inżynierskiego.

2 Znajomość metod sterowania podstawowych przekształtników energoelektronicznych (prostowniki, przerywacze, falowniki).

3 Modelowanie matematyczne maszyn elektrycznych i układów elektromechanicznych.

4 Podstawy automatyki i teorii sterowania.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** K\_W06. ma podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modelowania i identyfikacji parametrów dynamicznych elektromechanicznych systemów napędowych oraz ich oddziaływania na sieć energetyczną

**EK2 Wiedza** K\_W08. ma podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod sterowania przekształtników energoelektronicznych i innych urządzeń elektrycznych, w szczególności silników elektrycznych

**EK3 Umiejętności** K\_U03. potrafi opracować szczegółową dokumentację z przeprowadzonego eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego o charakterze naukowym

**EK4 Umiejętności** K\_U15. potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania konstrukcyjne urządzeń elektrycznych i systemów elektromechanicznego przetwarzania energii oraz ich układów sterowania

**EK5 Kompetencje społeczne** K\_K03. potrafi ustalić harmonogram i podział prac przy zespołowej realizacji zadania badawczego

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	1. Wprowadzenie do laboratorium. Szkolenie BHP.	2
L2	2. Dobór nastaw układu automatycznej regulacji prędkości silnika komutatorowego.	4
L3	3. Przemysłowy napęd skalarnej regulacji prędkości silnika indukcyjnego.	4
L5	5. Dobór nastaw układu automatycznej regulacji prędkości bezszczotkowego silnika prądu stałego i silnika synchronicznego wzbudzanego magnesami trwałymi.	6
L6	Sterowanie wektorowe, polowo zorientowane silnika indukcyjnego.	4

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	1. Zapoznanie się z zadaną tematyką projektu. Analiza układu napędowego. Przegląd literatury. Wybór programu komputerowego. Dobór podzespołów.	2
<b>P2</b>	2. Opis matematyczny napędu. Wyznaczenie parametrów modelu. Dobór nastaw układu sterowania.	3
<b>P3</b>	3. Sformułowanie programu symulacji komputerowych projektowanego układu napędowego i badania komputerowe. Dobór podzespołów konstrukcyjnych.	5
<b>P4</b>	4. Przygotowanie i wygłoszenie referatu w formie sprawozdania z przeprowadzonych badań i omówienia dokumentacji projektowej.	2

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Objaśnienie celu i zakresu laboratorium korespondującego z laboratorium aparaturowym.	2
<b>K2</b>	Dobór nastaw układu automatycznej regulacji prędkości silnika komutatorowego.	4
<b>K4</b>	Badanie układu regulacji wektorowej momentu i prędkości silnika indukcyjnego.	4
<b>K5</b>	Regulacja automatyczna napędu z bezszczotkowym silnikiem prądu stałego.	4
<b>K6</b>	Regulacja automatyczna napędu z silnikiem synchronicznym wzbudzonym magnesami trwałymi.	4
<b>K7</b>	Kolokwium zaliczeniowe.	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	1. AUTOMATYKA NAPĘDÓW Z OBCOWZBUDNYM SILNIKIEM PRĄDU STAŁEGO. Struktury układów regulacji automatycznej i fizykalna interpretacja ich działania. Opis matematyczny. Synteza układu regulacji automatycznej. Dobór regulatorów o działaniu ciągłym i dyskretnym. Wpływ zasilania przekształtnikowego. Serwonapęd. Estymacja i obserwacja zmiennych stanu. Zastosowanie układów sterowania rozmytego.	4

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W2	2. AUTOMATYKA NAPĘDÓW Z BEZSZCZOTKOWYM SILNIKIEM PRĄDU STAŁEGO I SILNIKIEM SYNCHRONICZNYM WZBUDZANYM MAGNESAMI TRWAŁYMI. Struktury układów sterowania. Czujniki położenia wirnika. Regulacja momentu elektromagnetycznego. Praca silnika przy sterowaniu napięciowym i prądowym. Bezpośrednia regulacja momentu. Praca dwustrefowa napędu. Sterowanie prądowe przy komutatorze opartym na falowniku napięcia i falowniku prądu. Wymuszanie prądów fazowych o zadanym kształcie. Możliwości sterowania bezczujnikowego z obserwacją napięć rotacji oraz inne metody.	5
W3	3. AUTOMATYKA NAPĘDÓW Z SILNIKIEM INDUKCYJNYM KLATKOWYM. Metody regulacji momentu elektromagnetycznego przy sterowaniu wektorowym silników pierścieniowych i klatkowych. Sterowanie zorientowane względem wektora strumienia stojana i względem wektora strumienia wirnika. Wyznaczenie wektorów strumieni z modelu napięciowego i prądowego. Metody bezpośredniej regulacji momentu. Sterowanie z wymuszeniem napięcia i wymuszeniem prądu. Sterowanie bezczujnikowe. Adaptacyjny estymator prędkości typu MRAS i jego modyfikacje. Zastosowanie obserwatorów zmiennych stanu silników indukcyjnych. Napędy uniwersalne sterowane skalarnie i wektorowo.	4
W4	AUTOMATYKA SYSTEMÓW WIELONAPĘDOWYCH. Przykłady wielonapędowych układów przemysłowych. Systemy zadawania sygnałów sterujących: bezpośredni i hierarchiczny. Analiza i modelowanie uproszczone automatyki układu wielo napędowego.	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne aparaturowego

N3 Ćwiczenia laboratorium komputerowego

N4 Narzędzie 4

## 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	67
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>142</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	6.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Odpowiedź ustna

F4 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt zespołowy

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	x
NA OCENĘ 3.5	x

NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	Zasady doboru nastaw układów regulacji automatycznej napędów przekształtnikowych z uwzględnieniem parametrów silnika, przekształtnika, sieci zasilającej i obciążenia mechanicznego. Identyfikacja parametrów modeli matematycznych napędów przekształtnikowych. Formułowanie modelu symulacji komputerowej pracy napędów. Metodyka przeprowadzania eksperymentów symulacyjnych i ocena wyników obliczeniowych wzajemnego oddziaływania silnika, przekształtnika, sieci zasilającej i obciążenia mechanicznego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	x
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	Sterowanie przekształtników energoelektronicznych jako źródeł napięcia lub prądu zasilających silnik napędowy: przerywacze prądu stałego, falowniki, prostowniki sterowane fazowo,
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	x
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	Dokumentacja projektu i wygłoszony referat. Sformułowanie wniosków dotyczących działania zaprojektowanego urządzenia atomatyki napędowej. Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych i omówienie, uzasadnione teoretycznie, uzyskanych wyników badań.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	x
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	Ocena wpływu niewłaściwego doboru nastaw układu sterowania. Ocena wpływu zakłóceń na jakość regulacji. Ocena wpływu napędu przekształtnikowego na sieć zasilającą i system elektroenergetyczny. Diagnostyka uszkodzeń napędu przekształtnikowego.

EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	x
NA OCENĘ 3.5	x
NA OCENĘ 4.0	x
NA OCENĘ 4.5	x
NA OCENĘ 5.0	Skuteczność podziału zadań na jakość ich wykonania przy realizacji projektów i ćwiczeń laboratoryjnych.

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4	L1 L2 L3 L5 P1 P2 P3 P4 K1 K2 K4 K5 K6 K7 W1 W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1 F2 F3 F4 P1
EK2		Cel 2 Cel 3	L2 L3 L5 P3 P4 K2 K4 K5 W1 W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1 F2 F3 F4 P1
EK3		Cel 1 Cel 3	L2 L3 L5 P4 K1 K2 K4 K5 K6 W1 W2 W3 W4	N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK4		Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4	L2 L3 L5 P1 P2 P3 P4 K2 K4 K5 K6 W1 W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1 F2 F3 F4 P1
EK5		Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L5 P1 P2 P3 P4 K1 K2 K4 K5 K6 K7 W1 W2 W3 W4	N2 N3	F1 F2 F3 F4 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Drozdowski Piotr — *Automatyka napędów przekształtnikowych*, Kraków, 2012, Plik w formacie .pdf
- [2 ] Drozdowski Piotr — *Wprowadzenie do napędów elektrycznych*, Kraków, 1998, Wyd. PK
- [3 ] Tunia H., Kaźmierkowski M. — *Automatyka napędu przekształtnikowego.*, Warszawa, 1987, PWN
- [4 ] Bielawski S. — *Teoria napędu elektrycznego*, Warszawa, 1978, WNT
- [5 ] Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T. — *Automatyka napędu elektrycznego*, Poznań, 2012, WPPoz.
- [6 ] Sieklucki G. i in. — *Modele i zasady sterowania napędami elektrycznymi*, Kraków, 2014, WPPoz.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Orłowska-Kowalska T. — *Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi*, Wrocław, 2003, Ofic. Wyd. PW
- [2 ] Zawirski K. — *Sterowanie silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych*, Poznań, 2005, Wyd. PP
- [3 ] Koziół R., Sawicki J., Szklarski L. — *Digital Control of Electric Drives*, Warszawa, 1992, PWN
- [4 ] Orłowska-Kowalska T. Editor — *Power electronics and electrical drives*, Wrocław, 2007, Ofic. Wyd. PW

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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