

**Wydział Elektryczny****KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Automatyka napędu elektrycznego – zagadnienia wybrane**Nazwa w języku angielskim: **Controlled Electrical Drives – selected problems**Kierunek studiów: **Automatyka i Robotyka**Specjalność: **Automatyzacja Maszyn, Pojazdów i Urządzeń**Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ARR023218**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>120</b>		<b>60</b>		
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>		<b>2</b>		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>0</b>		<b>2</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>2</b>		<b>2</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Posiada wiedzę z podstaw automatyki, informatyki i podstaw napędu elektrycznego.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zdobyć poszerzonej wiedzy z zakresu zastosowania zaawansowanych metod teorii sterowania w automatyce napędu elektrycznego, w tym: sterowania adaptacyjnego, predykcyjnego, ślizgowego oraz sterowania bezczujnikowego.
- C2 – Zapoznanie studenta z metodami odtwarzania zmiennych stanu układów napędowych.
- C3 – Zdobyć umiejętności z zakresu badania oraz analizy zaawansowanych struktur sterowania silnikami prądu stałego i przemiennego, w tym bezczujnikowych.
- C4 – Zdobyć umiejętności jakościowego rozumienia, interpretacji oraz analizy stanów ustalonych i dynamicznych w wybranych zautomatyzowanych układach napędowych z silnikami prądu stałego i przemiennego.
- C5 – Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów; odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu, przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA****Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 – Zna strukturę regulatorów linowych PI/PID, metody doboru nastaw współczynników układu regulacji, potrafi scharakteryzować kaskadową strukturę regulacji na przykładzie napędu z silnikiem prądu stałego lub przemiennego.

PEK\_W02 – Zna podstawy metody modulacji wektorowej oraz współczesne metody sterowania wektorowego przekształtnikowymi układami z silnikami prądu przemiennego, w tym

realizację bezczujnikowe.
PEK_W03 – Posiada uporządkowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą zaawansowanych metod sterowania złożonymi układami napędowymi z silnikami prądu stałego i przemiennego, w tym podstawy sterowania ślizgowego, adaptacyjnego, predykcyjnego i ich zastosowania w układach napędowych.
PEK_W04 – Zna struktury sterowania układów napędowych o złożonej części mechanicznej.
<b>Z zakresu umiejętności:</b>
PEK_U01 - Potrafi wykonać badania symulacyjne wybranego przekształtnikowego układu napędowego w środowisku Matlab/Simulink na podstawie dostarczonego oprogramowania użytkowego.
PEK_U02 - Potrafi wykonać badania eksperymentalne wybranego układu napędowego na stanowisku laboratoryjnym.
PEK_U03 - Potrafi wykonać analizę otrzymanych wyników badań symulacyjnych i eksperymentalnych wybranych układów napędowych prądu stałego i przemiennego sterowanych w układach zamkniętych, w tym bezczujnikowych, zawierających algorytmy ślizgowe, adaptacyjne, predykcyjne i inne.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych: Nabywanie i utrwalanie kompetencji w zakresie:</b>
PEK_K01 – zespołowej pracy dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1-2	Wprowadzenie. Kaskadowa struktura regulacji – wady i zalety. Regulatory PI/PID – właściwości, kryteria doboru nastaw. Zjawisko windup oraz układy anty-windup.	4
Wy3	Metody modulacji PWM, modulacja wektorowa SVM.	2
Wy4-5	Sterowanie wektorowe w przekształtnikowych układach zasilania (prostowniki aktywne AC/DC) oraz przekształtnikowych układach napędowych – podobieństwa, cechy szczególne.	4
Wy6-7	Estymatory zmiennych stanu – podział. Projektowanie obserwatora Luenbergera dla wybranych obiektów dynamicznych, filtru Kalmana; przykłady zastosowań dla napędów z silnikami prądu stałego i przemiennego.	4
Wy8	Estymatory typu MRAS oraz neuronowe dla silników prądu przemiennego.	2
Wy9-10	Sterowanie ślizgowe – podstawy teoretyczne. Ślizgowe sterowanie momentem silnika indukcyjnego – bezpośrednie i w układach kaskadowych.	4
Wy11	Sterowanie adaptacyjne – podział, projektowanie, przykłady zastosowań.	2
Wy12-13	Sterowanie predykcyjne – zasada działania, struktura regulatora predykcyjnego, właściwości.	4
Wy14-15	Struktury sterowania dla napędów z połączeniem sprzężystym: struktury z dodatkowymi sprzężeniami zwrotnymi, regulator stanu – projektowanie, właściwości. Struktury sterowania dla układów z tarcie i luzem mechanicznym.	4
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć – laboratorium		Liczba Godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Modelowanie podstawowych układów w środowisku Matlab-Simulink - powtórzenie	2
La2	Badania symulacyjne kaskadowej struktury regulacji dla wybranego obiektu	2

	dynamicznego. Stosowanie różnych metod doboru parametrów regulatorów. Układy anti-windup.	
La3	Badanie układów modulacji PWM dla falownika napięcia, w tym metody SVM.	2
La4-5	Badanie układu wektorowego sterowania przekształtnikiem sieciowym AC/DC oraz układu napędowego z silnikiem indukcyjnym zawierającym aktywny prostownik sterowany .	4
La6-7	Badanie bezczujnikowego napędu indukcyjnego z wybranymi estymatorami strumienia i prędkości wirnika.	4
La8	Badanie ślizgowych struktur sterowania napędem z silnikiem indukcyjnym.	2
La9-10	Modelowanie struktur sterowania adaptacyjnego dla napędu z silnikiem prądu stałego oraz indukcyjnym.	4
La11	Badanie struktury sterowania predykcyjnego prędkością i położeniem napędu z silnikiem prądu stałego.	2
La12-13	Badanie wybranych struktur dla napędów z połączeniem sprzężystym – regulatory PI/PID, regulator stanu.	4
La14-15	Badanie struktur nieliniowego sterowania układami napędowymi z uwzględnieniem tarcia i luzu.	3
La 15	Zaliczenie.	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 - Wykład multimedialny z elementami wykładu tradycyjnego i problemowego  
N2 - Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N3 - Konsultacje  
N4 - Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych  
N5 - Sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkich sprawdzianów (wejściówki).  
N6 – Ćwiczenia laboratoryjne - dyskusja otrzymanych wyników zawartych w sprawozdaniach.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
Wykład		
P1	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Egzamin pisemno-ustny
<b>P=P1</b>		
LABORATORIUM		
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U03	Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01 ÷ PEK_U03 PEK_K01	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych
F3	PEK_U01 ÷ PEK_U03	Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
<b>P = 0,2*F1+0,4*F2+0,4*F3</b>		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA

1. Kaźmierkowski M.P., Tunia H., *Automatyka napędu przekształtnikowego*. PWN, 1987
2. Orlowska-Kowalska T., *Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi*. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, 2003

3. Orłowska-Kowalska T., *Automatyka napędu elektrycznego*. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, w druku
4. T. Kaczorek, A. Dzieliński, W Dobrowolski, R. Łopatka. *Podstawy teorii sterowania*, WNT, 2005
5. P. Tatjewski, *Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych. Struktury i algorytmy*, Exit 2000

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. P.Vas, *Sensorless Vector and Direct Torque Control*, Oxford University Press, 1998
2. J.M.D.Murphy, F.G.Turnbull, *Power Electronic Control of AC Drives*, Pergamon Press, Oxford, 1988
3. W. Leonhard, *Control of Electrical Drives*, Springer Verlag, 1990
4. K. Ogata, *Modern Control Engineering*

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Teresa Orłowska-Kowalska, teresa.orłowska-kowalska@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Automatyka napędu elektrycznego – zagadnienia wybrane**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI Automatyzacja Maszyn, Pojazdów i Urządzeń**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2AMPU_W01	C1 ÷ C2	Wy1 ÷ Wy2	N1 ÷ N3
PEK_W02	S2AMPU_W01	C1 ÷ C2	Wy3 ÷ Wy8	N1 ÷ N3
PEK_W03	S2AMPU_W01	C1 ÷ C2	Wy9 ÷ Wy13	N1 ÷ N3
PEK_W04	S2AMPU_W01	C1 ÷ C2	Wy14 ÷ Wy15	N1 ÷ N3
PEK_U01	S2AMPU_U01	C3 ÷ C4	La1 ÷ La15	N4 ÷ N6
PEK_U02	S2AMPU_U01	C3 ÷ C4	La1 ÷ La15	N4 ÷ N6
PEK_U03	S2AMPU_U01	C3 ÷ C4	La1 ÷ La15	N4 ÷ N6
PEK_K01	S2AMPU_K01 S2AMPU_K02	C5	La1 ÷ La15	N1 ÷ N6