

Wydział ELEKTRYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa w języku polskim: **Dynamika i sterowanie napędami prądu stałego i przemiennego**Nazwa w języku angielskim: **Dynamics and Control of AC and DC Drives**Kierunek studiów: **Elektrotechnika**Specjalność (jeśli dotyczy): **CONTROL IN ELECTRICAL POWER ENGINEERING**Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna (anglojęzyczna)**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**Kod przedmiotu: **ELR023225**Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120		30	30	
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę	
Liczba punktów ECTS	4		1	1	
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1	1	
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2		1	1	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Posiada wiedzę z podstaw automatyki, informatyki i napędu elektrycznego w zakresie studiów.

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 projektowania, 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 społecznym

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 realizacje 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.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 - Potrafi wykonać badania symulacyjne wybranego 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.
- PEK_U04 - Potrafi zaprojektować i przebadать symulacyjnie wybraną strukturę sterowania prędkością lub położeniem napędu elektrycznego.

Z zakresu kompetencji społecznych: Nabywanie i utrwalanie kompetencji w zakresie:

- PEK_K01 – ciągłego podnoszenia kwalifikacji, współpracy w zespole oraz odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

TREŚCI PROGRAMOWE

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 – na przykładzie napędu z silnikiem prądu stałego.	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 tarciem i luzem mechanicznym.	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Modelowanie podstawowych układów w środowisku Matlab-Simulink.	2
La2	Badania symulacyjne kaskadowej struktury regulacji dla napędu prądu stałego. Stosowanie różnych metod doboru parametrów regulatorów. Układy anti-windup.	2
La3- 4	Sterowanie bezczujnikowe połowo-zorientowane silnikiem indukcyjnym, w tym z modulatorem SVM	4
La5-6	Modelowanie struktur sterowania adaptacyjnego dla napędu z silnikiem prądu stałego oraz indukcyjnym.	4
La7	Badanie wybranych struktur dla napędów z połączeniem sprzężystym – regulatory PI/PID, regulator stanu.	2
La8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Ustalenie zasad zaliczenia kursu. Zapoznanie z metodyką realizacji projektów. Omówienie i wybór tematów projektowych.	2
Pr2	Omówienie metodyki modelowania podstawowych elementów układów napędowych przy wykorzystaniu środowiska Matlab/Simulink. Uruchamianie i analiza modeli matematycznych i symulacyjnych podstawowych elementów układów napędowych (silnik prądu stałego, indukcyjny, przekształtnik AC/DC, DC/AC, modulator).	2
Pr3-7	Realizacja projektów według wyboru. Konsultacje korekty modeli symulacyjnych realizowanych przez studentów.	10
Pr8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1 - Wykład multimedialny z elementami wykładu tradycyjnego i problemowego</p> <p>N2 - Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu</p> <p>N3 - Konsultacje</p> <p>N4 - Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych</p> <p>N5 - Sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkich sprawdzianów (wejściówki).</p> <p>N6 - Ćwiczenia laboratoryjne - dyskusja otrzymanych wyników zawartych w sprawozdaniach.</p> <p>N7 - Prezentacja projektu.</p>

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
P=P1		
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
P = 0,2*F1+0,4*F2+0,4*F3		
PROJEKT		
F1	PEK_U03, PEK_U04	Aktywność na zajęciach projektowych
F2	PEK_U03, PEK_U04	Ocena projektu i formy jego prezentacji
P = 0,3*F1+0,7*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
<ol style="list-style-type: none"> 1. P.Vas, <i>Sensorless Vector and Direct Torque Control</i>, Oxford University Press, 1998 2. J.M.D.Murphy, F.G.Turnbull, <i>Power EWytronic Control of AC Drives</i>, Pergamon Press, Oxford, 1988 3. W. Leonhard, <i>Control of EWytrical Drives</i>, Springer Verlag, 1990 4. K. Ogata, <i>Modern Control Engineering</i>
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kaźmierkowski M.P., Tunia H., <i>Automatyka napędu przekształtnikowego</i>. PWN, 1987 2. Orłowska-Kowalska T., <i>Bezczujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi</i>. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, 2003 3. Orłowska-Kowalska T., <i>Automatyka napędu elektrycznego</i>. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, w druku 4. T. Kaczorek, A. Dzieliński, W. Dobrowolski, R. Łopatka. <i>Podstawy teorii sterowania</i>, WNT, 2005 5. P. Tatjewski, <i>Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych. Struktury i algorytmy</i>, Exit 2000
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Teresa Orłowska-Kowalska, teresa.orlowska-kowalska@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Dynamika i sterowanie napędami prądu stałego i przemiennego
(Dynamics and Control of AC and DC Drives)
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Elektrotechnika
I SPECJALNOŚCI CONTROL IN ELECTRICAL POWER ENGINEERING

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	K2ETK_W04	C1 ÷ C2	Wy1 ÷ Wy2	N1 ÷ N3
PEK_W02	K2ETK_W04	C1 ÷ C2	Wy3 ÷ Wy8	N1 ÷ N3
PEK_W03	K2ETK_W04	C1 ÷ C2	Wy9 ÷ Wy13	N1 ÷ N3
PEK_W04	K2ETK_W04	C1 ÷ C2	Wy14 ÷ Wy15	N1 ÷ N3
PEK_U01	K2ETK_U04	C3 ÷ C4	La1 ÷ La8	N4 ÷ N6
PEK_U02	K2ETK_U04	C3 ÷ C4	La1 ÷ La8	N4 ÷ N6
PEK_U03	K2ETK_U04	C3 ÷ C4	La1 ÷ La8	N4 ÷ N6
PEK_U04	K2ETK_U04	C3 ÷ C4	Proj1 ÷ Proj8	N3, N4, N7
PEK_K01	K2ETK_K01 – K2ETK_K03	C5	La1 ÷ La8 Proj1 ÷ Proj8	N1 ÷ N7