

## WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	<b>Dynamika i sterowanie napędami prądu stałego i przemiennego</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Dynamics and Control of AC and DC Drives</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Elektrotechnika</b>
Specjalność (jeżeli dotyczy):	<b>Renewable Energy Systems</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ELR043225</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	30		15	15	
Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):	120		30	30	
Forma zaliczenia:	egzamin		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):					
Liczba punktów ECTS:	4		1	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):			1	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK):	2.80		0.70	0.70	

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

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

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Ugruntowanie i/lub uzupełnienie wiedzy z zakresu sterowania momentem i prędkością silników prądu stałego i przemiennego (indukcyjnych i synchronicznych z magnesami trwałymi) w zautomatyzowanych układach napędowych.
- C2. Zdobycie poszerzonej wiedzy z zakresu zastosowania zaawansowanych metod teorii sterowania w automatyce napędu elektrycznego, w tym: sterowania adaptacyjnego i bezczujnikowego.
- C3. Zdobycie umiejętności z zakresu badania oraz analizy zaawansowanych struktur sterowania silnikami prądu stałego i przemiennego, w tym bezczujnikowych.
- C4. Zdobycie 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 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie metod sterowania momentem i prędkością przekształtnikowych układów napędowych z silnikami prądu stałego, w tym układów adaptacyjnych.
- PEK\_W02 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą metod sterowania momentem i prędkością przekształtnikowych układów napędowych z silnikami indukcyjnymi (w tym: sterowanie skalarnie, wektorowe, sterowanie bezczujnikowe).
- PEK\_W03 Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą metod sterowania momentem i prędkością przekształtnikowych układów napędowych z silnikami synchronicznymi wzбудzanymi magnesami trwałymi (w tym: sterowanie wektorowe i sterowanie bezczujnikowe).

## Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 Potrafi wykonać badania symulacyjne wybranego układu napędowego w środowisku Matlab/Simulink na podstawie dostarczonego oprogramowania użytkowego i przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.
- PEK\_U02 Potrafi wykonać badania eksperymentalne wybranego układu sterowania napędem elektrycznym na stanowisku laboratoryjnym i przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.
- PEK\_U03 Potrafi zaprojektować i przebadать symulacyjnie wybraną strukturę sterowania prędkością lub położeniem napędu elektrycznego.

## Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane działania.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		liczba godzin:
Wy1	Zapoznanie z tematyką wykładu, wymaganiami i sposobem zaliczenia. Podstawy syntezy układów sterowania dla napędów przekształtnikowych; wskaźniki jakości sterowania dla napędów elektrycznych.	2
Wy2	Wskaźniki optymalizacji statycznej i dynamicznej napędów elektrycznych. Struktury układów regulacji momentu w napędach elektrycznych: rodzaje, cechy i właściwości	2
Wy3	Kryteria optymalnych nastaw regulatorów liniowych, kryteria całkowite, kryteria modułu i symetrycznego optimum, metoda lokowania biegunów transmitancji.	2
Wy4	Możliwości realizacji optymalizacji statycznej w napędzie prądu stałego; sterowanie ze stałym i zmiennym strumieniem wzbudzenia, wpływ zmian strumienia na właściwości dynamiczne silnika.	2
Wy5	Metody regulacji prędkości przekształtnikowych napędów prądu stałego: struktura szeregową i równoległą; porównanie właściwości dynamicznych.	2
Wy6	Wpływ przekształtnika sterowanego na właściwości dynamiczne napędu z silnikiem prądu stałego, adaptacyjne struktury sterowania.	2
Wy7	Silnik indukcyjny - model matematyczny w reprezentacji wektorowej, równania stanu.	2
Wy8	Napędy indukcyjne ze sterowaniem częstotliwościowym - warunki optymalizacji statycznej. Metody sterowania momentem silnika indukcyjnego.	2
Wy9	Wpływ rodzaju sterowania na postać charakterystyki mechanicznej napędu indukcyjnego. Wpływ orientacji sterowania na właściwości dynamiczne napędu z silnikiem indukcyjnym.	2
Wy10	Skalarne metody sterowania w napędach z silnikiem indukcyjnym; metody ze stałym strumieniem i ze stałą pulsacją poślizgu.	2
Wy11	Metody i struktury sterowania połowo-zorientowanego silnikiem indukcyjnym - część 1.	2
Wy12	Metody i struktury sterowania połowo-zorientowanego silnikiem indukcyjnym - część 2.	2
Wy13	Bezpośrednie sterowanie momentem silnika indukcyjnego - metody i struktury.	2
Wy14	Sterowanie silnikami bezszczotkowymi prądu stałego i przemiennego. Metoda połowo-zorientowana i bezpośrednie sterowanie momentem.	2
Wy15	Napędy bezczujnikowe, metody i układy odtwarzania zmiennych stanu dla napędów prądu przemiennego.	2
suma godzin:		30

Forma zajęć - laboratorium		liczba godzin:
La1	Sprawy organizacyjne. Modelowanie podstawowych układów w środowisku Matlab-Simulink - powtórzenie.	1
La2	Badania symulacyjne kaskadowej struktury regulacji dla wybranego obiektu dynamicznego. Stosowanie różnych metod doboru parametrów regulatorów. Układy anti-windup.	2
La3	Badanie kaskadowej struktury sterowania silnikiem prądu stałego; badania symulacyjne i eksperymentalne.	2
La4	Badanie układu skalarnego sterowania silnikiem indukcyjnym.	2
La5	Badanie układu wektorowego sterowania silnikiem indukcyjnym - metoda FOC. Część 1 -badania symulacyjne.	2
La6	Badanie układu wektorowego sterowania silnikiem indukcyjnym - metoda FOC. Część 2 -badania eksperymentalne.	2
La7	Badanie struktury bezpośredniego sterowania momentem silnika indukcyjnego.	2
La8	Badanie wybranej struktury sterowania bezczujnikowego z silnikiem indukcyjnym. Zaliczenie.	2
suma godzin:		15

Forma zajęć - projekt		liczba godzin:
Pr1	Ustalenie zasad zaliczenia kursu. Zapoznanie z metodyką realizacji projektów. Omówienie i wybór tematów projektowych.	1
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	Realizacja projektów według wyboru. Konsultacje korekty modeli symulacyjnych realizowanych przez studentów.	10
Pr4	Prezentacja projektów. Zaliczenie.	2
suma godzin:		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład multimedialny z elementami wykładu tradycyjnego i problemowego.
N2.	Konsultacje.
N3.	Laboratorium prowadzone w sposób tradycyjny w ćwiczeniowych grupach studenckich; sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkich sprawdzianów (wejściówki).
N4.	Ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.
N5.	Prezentacja projektu i jego ocena.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny <i>F - formująca w trakcie semestru P - podsumowująca na koniec semestru</i>	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1(W)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Uczestnictwo w zajęciach.
F2(W)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Egzamin.
P(W)	$P=0,1F1+0,9F2$	
F1(L)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Aktywność na zajęciach (w tym oceny z kartkówek).
F2(L)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.
P(L)	$P=0,3F1+0,7F2$	
F1(P)	PEK_U03 PEK_K01	Ocena aktywności na zajęciach projektowych.
F2(P)	PEK_U03 PEK_K01	Ocena projektu i formy jego prezentacji.
P(P)	$P=0,3F1+0,7F2$	

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M.P. Kazmierkowski, F. Blaabjerg, R. Krishnan, Control in Power Electronics - Selected Problems, Academic Press, USA, 2002
- [2] P. Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press, 1998
- [3] M.D. Murphy, F.G. Turnbull, Power Electronic Control of AC Drives, Pergamon Press, Oxford, 1988
- [4] W. Leonhard, Control of Electrical Drives, Springer Verlag, 1990
- [5] K. Ogata, Modern Control Engineering

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Kaźmierkowski M.P., Tunia H., Automatyka napędu przekształtnikowego. PWN, 1987
- [2] Orłowska-Kowalska T., Bezczytnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, 2003
- [3] Orłowska-Kowalska T., Automatyka napędu elektrycznego - podstawy. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, w druku
- [4] Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T., Automatyka napędu elektrycznego, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2012
- [5] T. Kaczorek, A. Dzieliński, W. Dobrowolski, R. Łopatka. Podstawy teorii sterowania, WNT, 2005

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Teresa Orłowska-Kowalska, teresa.orlowska-kowalska@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU ELR043225 - <b>Dynamika i sterowanie napędami prądu stałego i przemiennego</b> Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU <b>Elektrotechnika</b> I SPECJALNOŚCI <b>Renewable Energy Systems</b>				
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	C.1 C.2	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 Wy5 Wy6	N.1 N.2
PEK_W02	K2ETK_W04	C.1 C.2	Wy7 Wy8 Wy9 Wy10 Wy11 Wy12 Wy13 Wy15	N.1 N.2
PEK_W03	K2ETK_W04	C.1 C.2	Wy7 Wy14 Wy15	N.1 N.2
PEK_U01	K2ETK_U03	C.3 C.4	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8	N.3 N.4
PEK_U02	K2ETK_U03	C.3 C.4	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8	N.3 N.4
PEK_U03	K2ETK_U03	C.4 C.5	Pr1 Pr2 Pr3 Pr4	N.3 N.4
PEK_K01	K2ETK_K02 K2ETK_K06	C.5	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8 Pr1 Pr2 Pr3 Pr4	N.5