

## WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	<b>Automatyka napędu elektrycznego - podstawy</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Controlled Electrical Drives - fundamentals</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Automatyka przemysłowa</b>
Specjalność (jeżeli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>I stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu:	<b>APR013212</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	30		15		
Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):	90		60		
Forma zaliczenia:	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):					
Liczba punktów ECTS:	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK):	2.10		1.40		

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

1. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie maszyn elektrycznych i podstaw napędu elektrycznego.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie opisu liniowych i nieliniowych układów regulacji automatycznej, analizy ich stabilności oraz właściwości.
3. Potrafi poprawnie i efektywnie rozwiązać zadania z zakresu analizy liniowych układów regulacji automatycznej. Potrafi zastosować odpowiedni aparat matematyczny do analizy obiektów regulacji w dziedzinie czasu.
4. Potrafi wykorzystać środowisko programowe Matlab/Simulink w obliczeniach inżynierskich.
5. Rozumie potrzebę uczestniczenia w zajęciach w celu podnoszenia swoich umiejętności i zdobywania nowej wiedzy.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z podstawowymi metodami i strukturami sterowania przekształtnikowych napędów prądu stałego i ich realizacją praktyczną.
- C2. Zapoznanie studenta z podstawowymi metodami i strukturami sterowania skalarne i wektorowe przekształtnikowych napędów prądu przemiennego i ich realizacją praktyczną.
- C3. Nabycie praktycznej wiedzy i umiejętności badania oraz analizy działania wybranych zautomatyzowanych układów napędowych z silnikami prądu stałego i przemiennego.
- C4. Doskonalenie umiejętności rejestrowania i opracowywania w formie liczbowej i graficznej otrzymanych wyników badań oraz interpretowania i wyciągania odpowiednich wniosków.
- 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 UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metod i podstawowych układów sterowania silnikiem prądu stałego.
- PEU\_W02 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metod i podstawowych układów sterowania silnikiem indukcyjnym i silnikami bezszczotkowymi prądu stałego i przemiennego z magnesami trwałymi.
- PEU\_W03 Potrafi zdefiniować i opisać podstawowe metody i struktury sterowania napędami z silnikami prądu stałego, indukcyjnymi, silnikami bezszczotkowymi prądu stałego i przemiennego oraz scharakteryzować ich właściwości.

### Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Potrafi wykonać badania symulacyjne wybranego układu napędowego w środowisku Matlab/Simulink na podstawie dostarczonego oprogramowania użytkowego i przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.
- PEU\_U02 Potrafi wykonać badania eksperymentalne wybranego układu sterowania napędem elektrycznym na stanowisku laboratoryjnym i przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.

### Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_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. Klasyfikacja układów sterowania napędami elektrycznymi. Optymalizacja statyczna i dynamiczna układów napędowych.	2
Wy2	Podstawowe struktury układów regulacji momentu w napędach elektrycznych.	2
Wy3	Metody strojenia regulatorów liniowych dla napędów elektrycznych: kryteria całkowite, kryteria modułu i symetrycznego optimum.	2
Wy4	Wpływ rodzaju sterowania na właściwości dynamiczne silnika prądu stałego. Sterowanie ze stałym i zmiennym strumieniem wzbudzenia.	2
Wy5	Szeregową i równoległą strukturę sterowania prędkością napędu przekształtnikowego z silnikiem obcowzbudnym prądu stałego. Projektowanie regulatorów, właściwości dynamiczne. Porównanie. Część 1.	2
Wy6	Szeregową i równoległą strukturę sterowania prędkością napędu przekształtnikowego z silnikiem obcowzbudnym prądu stałego. Projektowanie regulatorów, właściwości dynamiczne. Porównanie. Część 2.	2
Wy7	Silnik indukcyjny - model matematyczny w reprezentacji wektorowej, równania stanu; schemat zastępczy w ujęciu wektorowym.	2
Wy8	Wpływ rodzaju sterowania na postać charakterystyki mechanicznej napędu indukcyjnego.	2
Wy9	Napędy indukcyjne ze sterowaniem częstotliwościowym - metody sterowania momentem silnika indukcyjnego.	2
Wy10	Metody i struktury sterowania polowo-zorientowanego (FOC) silnikiem indukcyjnym; idea sterowania, struktura sterowania strumieniem i momentem, podstawowe zagadnienia realizacji praktycznej.	2
Wy11	Metody i struktury bezpośredniego sterowania momentem (DTC) silnika indukcyjnego; idea sterowania, struktura sterowania strumieniem i momentem, podstawowe zagadnienia realizacji praktycznej.	2
Wy12	Metody sterowania skalarnego ze stałym strumieniem oraz stałą pulsacją poślizgu.	2
Wy13	Regulacja częstotliwościowa prędkości silników z magnesami trwałymi - sterowanie silnikiem BLDC; idea sterowania, struktura regulacji prędkości, właściwości i zastosowania.	2
Wy14	Regulacja częstotliwościowa prędkości silników synchronicznych z magnesami trwałymi - sterowanie silnikiem PMSM; idea sterowania wektorowego, struktura regulacji momentu i prędkości, właściwości i zastosowania.	2
Wy15	Tendencje rozwojowe w automatyce napędu; napędy bezczujnikowe, sterowanie inteligentne.	2
suma godzin:		<b>30</b>

## Forma zajęć - laboratorium

Forma zajęć - laboratorium		liczba godzin:
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Zapoznanie się ze stanowiskami laboratoryjnymi. Powtórzenie zasad modelowania układów dynamicznych przy wykorzystaniu środowiska Matlab/Simulink.	1
La2	Synteza sterowania obiektem dynamicznym 2-go rzędu przy wykorzystaniu kryterium modułu i symetrii.	2
La3	Sterowanie silnikiem prądu stałego w strukturze kaskadowej; część 1 - badania symulacyjne.	2
La4	Sterowanie silnikiem prądu stałego w strukturze kaskadowej; część 2 - badania eksperymentalne.	2
La5	Sterowanie skalarnie silnikiem indukcyjnym - badania eksperymentalne.	2
La6	Badanie układu polowo-zorientowanego sterowania silnikiem indukcyjnym; część 1 - badania symulacyjne.	2
La7	Badanie układu polowo-zorientowanego sterowania silnikiem indukcyjnym; część 2 - badania eksperymentalne.	2
La8	Badanie układu sterowania silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych (PMSM). Zaliczenie.	2
suma godzin:		<b>15</b>

**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.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny <i>F - formująca w trakcie semestru P - podsumowująca na koniec semestru</i>	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1(w)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Uczestnictwo w zajęciach.
F2(w)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Egzamin końcowy.
P(w)	$P=0,1 \cdot F1 + 0,9 \cdot F2$	
F1(L)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych (w tym oceny z kartkówek).
F2(L)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia.
P(L)	$P=0,3 \cdot F1 + 0,7 \cdot F2$	

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [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] Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T., Automatyka napędu elektrycznego, Wyd. Polit. Poznańskiej, 2012  
 [4] Orłowska-Kowalska T., Automatyka napędu elektrycznego. Oficyna Wydawnicza P.Wr., Wrocław, w druku

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Napęd elektryczny, praca zbiorowa pod red. Z. Grunwalda, WNT, 1987  
 [2] P.Vas, Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press, 1998  
 [3] J.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

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Teresa Orłowska-Kowalska, [teresa.orlowska-kowalska@pwr.edu.pl](mailto:teresa.orlowska-kowalska@pwr.edu.pl)