

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim**      **Elektromechaniczne systemy napędowe****Nazwa w języku angielskim**      **Electromechanical drive systems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      **Elektrotechnika****Specjalność (jeśli dotyczy):**      **Odnawialne Źródła Energii****Stopień studiów i forma:**      **II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu:**      **obowiązkowy****Kod przedmiotu**      **ELR023209****Grupa kursów**      **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>15</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>90</b>		<b>30</b>		
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		<b>1</b>		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			<b>1</b>		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1,5</b>		<b>0,5</b>		

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

W zakresie wiedzy:

1. Ma wiedzę w zakresie znajomości podstawowych praw mechaniki i elektrotechniki. Posiada podstawową wiedzę w zakresie obwodów elektrycznych oraz budowy i działania podstawowych maszyn elektrycznych.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie znajomości teorii napędu elektrycznego, działania elementów i układów energoelektronicznych oraz układów sterowania i regulacji.

W zakresie umiejętności:

1. Potrafi krytycznie analizować działanie wybranych układów mechanicznych, elektrycznych i układów napędu elektrycznego.

W zakresie kompetencji:

1. Student potrafi pracować w grupie i prezentować swoje wyniki.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Przedstawienie zasad elektromechanicznego przetwarzania energii oraz metod formułowania modeli matematycznych i analizy elektromechanicznych systemów napędowych.
- C2. Poznanie zjawisk elektromechanicznych i elektromagnetycznych w elektromechanicznych systemach napędowych
- C3. Uzyskanie umiejętności analizy i syntezy układów sterowania elektromechanicznymi systemami

napędowymi.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

W zakresie wiedzy:

PEK\_W01 - Zna podstawowe pojęcia dotyczące elektromechanicznych systemów napędowych, zasady formułowania modeli matematycznych oraz metody analizy tych systemów.

PEK\_W02 - Ma wiedzę z zakresu metod modelowania i analizy elektromechanicznych systemów napędowych z maszynami prądu stałego. Potrafi formułować równania stanu oraz schematy strukturalne elektromechanicznych systemów napędowych i na ich podstawie określać właściwości tych systemów.

PEK\_W03 - Ma wiedzę z zakresu metod modelowania i analizy elektromechanicznych systemów napędowych z wybranymi maszynami prądu zmiennego: silnikami indukcyjnymi 3-fazowymi i wielofazowymi, silnikami synchronicznymi oraz z silnikami BLDC i PMSM. Potrafi formułować wektorowe równania stanu dla tych i na ich podstawie analizować metody sterowania wybranych wielkości elektromagnetycznych.

PEK\_W04 - Ma wiedzę z zakresu nowoczesnych metod analitycznego i graficznego opisu złożonych elektromechanicznych systemów napędowych. Zna podstawy projektowania i doboru elementów elektromaszynowych systemów napędowych.

W zakresie umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi przeprowadzać badania eksperymentalne stanów statycznych i stanów elektrodynamicznych w elektromechanicznych systemach napędowych.

PEK\_U02 - Potrafi wyznaczać podstawowe parametry elektromagnetyczne i charakterystyki elektromechanicznych systemów napędowych.

PEK\_U03 - Ma umiejętność określania właściwości elektromechanicznych systemów napędowych na podstawie wyników wykonanych pomiarów i wyznaczonych charakterystyk elektromechanicznych.

W zakresie kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Rozumie konieczność rozwijania wiedzy interdyscyplinarnej oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.

PEK\_K02 - ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz celowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia elektromechaniki. Klasyfikacja elektromechanicznych systemów napędowych.	2
Wy2 - Wy3	Modele fizyczne i matematyczne elementów układów mechanicznych, elektrycznych i elektromechanicznych. Metody klasyczne i energetyczne analizy elektromechanicznych systemów napędowych.	4
Wy4	Modelowanie i analiza elektromechanicznych systemów napędowych - równania ruchu i schematy strukturalne układu 1-masowego, układu 2-masowego o połączeniu sprężystym i układów wielomasowych	2
Wy5	Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych z silnikami prądu stałego. Równania stanu i schematy strukturalne	2

	elektromechanicznych systemów napędowych z silnikami prądu stałego	
Wy6	Analiza procesów elektromechanicznych i elektromagnetycznych w układach sterowania elektromechanicznymi systemami napędowymi z silnikami prądu stałego	2
Wy7 - Wy8	Modelowanie elektromechanicznych systemów napędowych z silnikami indukcyjnymi 3-fazowymi i wielofazowymi. Równania stanu i schematy strukturalne elektromechanicznych systemów napędowych dla różnych układów współrzędnych	4
Wy9- Wy10	Analiza procesów elektromechanicznych i elektromagnetycznych w układach sterowania elektromechanicznymi systemami napędowymi z silnikami indukcyjnymi	4
Wy11	Modelowanie i analiza elektromechanicznych systemów napędowych z silnikami synchronicznymi	2
Wy12 - Wy13	Modelowanie i analiza elektromechanicznych systemów napędowych z silnikami BLDC i PMSM	4
Wy14	Zasady i metody modelowania elektromechanicznych systemów napędowych z zastosowaniem grafów wiązań BG, grafów typu POG i VBG oraz metod EMR	2
Wy15	Podstawy projektowania i doboru elementów i układów elektromaszynowych systemów napędowych w zastosowaniach przemysłowych.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Zapoznanie się ze stanowiskami laboratoryjnymi oraz omówienie zasad wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych.	2
La2	Badanie elektromechanicznego systemu napędowego z silnikiem prądu stałego	2
La3	Badanie wielosilnikowego elektromechanicznego systemu napędowego	2
La4	Badanie elektromechanicznego systemu napędowego z silnikiem indukcyjnym	2
La5	Badanie procesów elektromagnetycznych w elektromechanicznym systemie napędowym z silnikiem indukcyjnym	2
La6	Badanie wybranych stanów elektromechanicznego przetwarzania energii w elektromechanicznym systemie napędowym	2
La7	Badanie systemu elektromechanicznego z autonomicznym generatorem indukcyjnym	2
La8	Sprawdzian zaliczeniowy	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
Wykład: N1 - Wykład tradycyjny. N2 - Wykład z użyciem technik audiowizualnych i prezentacji multimedialnych.		
Laboratorium: N1 - Laboratorium pomiarowe prowadzone w sposób tradycyjny w ćwiczeniowych grupach studenckich.		

### 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		
P	PEK_W01 ÷ PEK_W04; PEK_K01 ÷ PEK_K02	Egzamin pisemno-ustny
LABORATORIUM		
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U03	Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01 ÷ PEK_U03	Aktywność na zajęciach laboratoryjnych
F3	PEK_U01 ÷ PEK_U03	Ocena sprawozdań z wykonanych badań
$P=0,4 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Jagiełło A.S.: Systemy elektromechaniczne dla elektryków, Politechnika Krakowska, Kraków, 2008
[2] Cannon R.H. : Dynamika układów fizycznych. WNT, Warszawa, 1973
[3] Meisel J.: Zasady elektromechanicznego przetwarzania energii, WNT, Warszawa, 1970.
[4] Puchała A.: Dynamika maszyn i układów elektromechanicznych, PWN, Warszawa, 1977.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] Tunia H., Kaźmierkowski M.P.: Automatyka napędu przekształtnikowego. PWN, Warszawa, 1989
[2] Czemplik A.: Modele dynamiki układów fizycznych dla inżynierów. Zasady i przykłady konstrukcji modeli dynamicznych obiektów automatyki. WNT, Warszawa, 2008
[3] Paszek W.: Stany nieustalone maszyn elektrycznych prądu przemiennego. WNT, Warszawa, 1986
[4] White D.C., Woodson H.M.: Electromechanical Energy Conversion. New York, 1960.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Krzysztof Pieńkowski, krzysztof.pienkowski@pwr.edu.pl</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU:**  
**Elektromechaniczne systemy napędowe**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU: Elektrotechnika**  
**I SPECJALNOŚCI: Odnawialne Źródła Energii**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów</b>	<b>Cele przedmiotu</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego</b>
<b>PEK_W01</b>	K2ETK_W04	C1, C2, C3	Wy1, Wy2, Wy3, Wy4	N1, N2
<b>PEK_W02</b>	K2ETK_W04	C1, C2, C3	Wy5, Wy6	N1, N2
<b>PEK_W03</b>	K2ETK_W04	C2, C3	Wy7, Wy8, Wy9, Wy10, Wy11, Wy12, Wy13	N1, N2
<b>PEK_W04</b>	K2ETK_W04	C1, C2, C3	Wy14, Wy15	N1, N2
<b>PEK_U01</b>	K2ETK_U04, K2ETK_U03,	C1, C2, C3	La2 – La7	N1
<b>PEK_U02</b>	K2ETK_U04, K2ETK_U03,	C1, C2, C3	La2 – La7	N1
<b>PEK_U03</b>	K2ETK_U04, K2ETK_U03,	C1, C2, C3	La2 – La7	N1
<b>PEK_K01</b>	K2ETK_K02	C1, C2, C3	La2 – La7	N1
<b>PEK_K02</b>	K2ETK_K02	C1, C2, C3	La2 – La7	N1