

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY / STUDIUM.....

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim: Modelowanie obwodowo-polowe maszyn i urządzeń elektrycznych**

**Nazwa w języku angielskim: Field-circuit modelling of electrical machines and apparatus**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektrotechnika**

**Specjalność (jeśli dotyczy): Elektrotechnika przemysłowa**

**Stopień studiów i forma: II stacjonarna**

**Rodzaj przedmiotu: wybieralny**

**Kod przedmiotu ELR023106**

**Grupa kursów NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		0,5		

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

W zakresie wiedzy:

- 1.Ma podstawową wiedzę w zakresie równań różniczkowych zwyczajnych oraz równań różniczkowych o pochodnych cząstkowych
- 2.Ma podstawową wiedzę w zakresie elektrodynamiki klasycznej (elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetostatyka, indukcja elektromagnetyczna, fale elektromagnetyczne)
3. Zna podstawowe prawa i właściwości pola elektromagnetycznego

W zakresie umiejętności:

1. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych powiązanych ze studiowaną dyscypliną inżynierską
2. Potrafi zastosować poznaną teorię pola elektromagnetycznego do jakościowej i ilościowej oceny wielkości fizycznych o charakterze inżynierskim

W zakresie kompetencji:

- 1.Umie współpracować w grupie i przedstawiać efekty tej współpracy

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Przedstawienie studentowi opisu fizycznego zjawisk elektromagnetycznych stanowiących zasadę działania maszyn i urządzeń elektrycznych.
- C2 . Uświadomienie studentowi związku pól elektromagnetycznych wzbudzanych w maszynach i

- urządzeniach z charakterystykami ich działania
- C3. Zapoznanie studenta z uniwersalną metodą obliczania pól (metodą elementów skończonych) jako narzędzia do obliczania parametrów indukcyjnych, sił i strat mocy.
- C4. Zapoznanie studenta z polowo-obwodową metodą analizy i projektowania maszyn i urządzeń elektrycznych.
- C5. Zapoznanie z pracą zespołową przy realizacji projektu obliczeniowego

\*niepotrzebne skreślić

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

W zakresie wiedzy:

PEK\_W01 Zna podstawowe prawa elektrodynamiki technicznej opisane równaniami Maxwella i relacjami konstytutywnymi

PEK\_W02 Rozumie podstawy metody elementów skończonych w zastosowaniu do obliczania pól elektromagnetycznych

PEK\_W03 Potrafi opisać budowę modelu polowego i modelu polowo-obwodowego maszyny lub urządzenia elektrycznego

PEK\_W04 Potrafi objaśnić uzyskany obliczeniowo rozkład pola

PEK\_W05 Potrafi wytłumaczyć sposoby obliczania parametrów indukcyjnych uzwojeń, sił elektrodynamicznych i strat mocy.

W zakresie umiejętności:

PEK\_U01 Potrafi użytkować komercyjne programy do polowych i polowo-obwodowych obliczeń elektromagnetycznych

PEK\_U02 Potrafi zaprojektować dwuwymiarowe modele polowe i polowo-obwodowe urządzeń i maszyn elektrycznych

PEK\_U03 Potrafi ocenić wyniki obliczeń numerycznych rozkładu pola elektromagnetycznego

PEK\_U04 Potrafi obliczyć indukcyjności uzwojeń, siły elektrodynamiczne i momenty oraz straty mocy w elementach konstrukcyjnych

PEK\_K01 Zna zasady pracy grupowej i kierowania małym zespołem przyjmując odpowiedzialność za efekty jego pracy.

### TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólny opis tematyki przedmiotu. Rys historyczny. Wskazanie i omówienie literatury. Przedstawienie wymagań i sposobu zaliczenia przedmiotu.	2
Wy2	Podstawowe prawa elektrodynamiki. Równania Maxwella, relacje konstytutywne.	2
Wy3	Równania różniczkowe i całkowe. Potencjały skalarny i wektorowy.	2
Wy4	Energia i moc. Związki energetyczne.	2
Wy5	Twierdzenie Poyntinga. Wiroprowadzone straty mocy.	2
Wy6	Właściwości elektromagnetyczne materiałów stosowanych w maszynach i urządzeniach elektrycznych. Magnetyki twarde i miękkie.	2
Wy7	Podstawy numerycznej metody elementów skończonych.	2
Wy8	Budowa polowego modelu obliczeniowego, generowanie siatki.	2
Wy9	Modele obwodowo-polowe i polowo-obwodowe.	2
Wy10	Sprężenie modelu polowo-obwodowego z równaniem ruchu. Obliczenia dynamiczne.	2
Wy11	Obliczenia dla stanu ustalonego. Pola harmoniczne. Zespolony potencjał magnetyczny wektorowy.	2

Wy12	Obliczenia stanów nieustalonych. Rozwiązanie „transient”.	2
Wy13	Obliczanie indukcyjności własnych i wzajemnych uzwojeń wielofazowych metodami: energetyczną i sprzężeń magnetycznych.	2
Wy14	Straty mocy w uzwojeniach, rdzeniach magnetycznych i elementach konstrukcyjnych.	2
Wy15	Siły elektrodynamiczne i moment elektromagnetyczny.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Instruktaż obsługi programów komputerowych do obliczeń polowych	2
La2	Budowa dwuwymiarowego, płaskorównoległego modelu polowego urządzenia elektromagnetycznego (np. elektromagnesu stycznika)	2
La3	Wykonanie obliczeń płaskorównoległego pola magnetycznego w urządzeniu elektromagnetycznym. Wykonanie analizy rozkładu pola.	2
La4	Budowa dwuwymiarowego, osiowosymetrycznego modelu polowego urządzenia elektromagnetycznego (np. zaworu elektromagnetycznego)	2
La5	Wykonanie obliczeń osiowosymetrycznego pola magnetycznego w urządzeniu elektromagnetycznym. Wykonanie analizy rozkładu pola i obliczenie siły elektrodynamicznej.	2
La6	Opracowanie modelu polowego maszyny elektrycznej z magnesami trwałymi	2
La7	Obliczenie rozkładu pola magnetycznego silnika elektrycznego z magnesami trwałymi. Obliczenie indukcyjności uzwojeń i momentu.	2
La8	Przedstawienie do oceny sprawozdań z wykonanych ćwiczeń.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 - Wykład z użyciem technik audiowizualnych, prezentacje multimedialne	
N2 - Laboratorium obliczeniowe prowadzone na indywidualnych stanowiskach komputerowych	

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
--	--------------------------	---

koniec semestru)		
Wykład P	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_W05	egzamin pisemny
Laboratorium P	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_U04 PEK_K01	Ocena sprawozdań z wykonanych obliczeń

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Turowski J., Obliczenia elektromagnetyczne elementów maszyn i urządzeń elektrycznych, WNT, Warszawa 1982</p> <p>[2] Turowski J., Elektrodynamika techniczna, WNT, Warszawa 1993</p> <p>[3] Demenko A., Symulacja dynamicznych stanów pracy maszyn elektrycznych w ujęciu polowym, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1997</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Sadiku M. N. O., Numerical Techniques in Electromagnetics, CRC PRESS LLC, 2001</p> <p>[2] Bianchi N., Electrical machine analysis using finite elements, CRC Taylor&amp;Francis, Boca Raton, 2005</p>	
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>	
<b>Ludwik Antal, ludwik.antal@pwr.wroc.pl</b>	

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
MODELOWANIE OBWODOWEO-POLOWE MASZYN I URZĄDZEŃ  
ELEKTRYCZNYCH  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA  
I SPACJALNOŚCI ELEKTROTECHNIKA PRZEMYSŁOWA**

<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>	S2ETP_A_W05	C1, C2	Wy1, Wy2 Wy3, Wy4 Wy5, Wy6	N1
<b>PEK_W02</b>	S2ETP_A_W05	C2, C3,	Wy7	N1
<b>PEK_W03</b>	S2ETP_A_W05	C3	Wy8, Wy9, Wy10	N1
<b>PEK_W04</b>	S2ETP_A_W05	C4	Wy11, Wy12	N1
<b>PEK_W05</b>	S2ETP_A_W05	C4	Wy13, Wy14, Wy15	N1
<b>PEK_U01</b>	S2ETP_A_U05	C3	La1	N2
<b>PEK_U02</b>	S2ETP_A_U05	C3, C4	La2, La4, La6	N2
<b>PEK_U03</b>	S2ETP_A_U05	C3, C4	La3, La5, La7	N2
<b>PEK_U04</b>	S2ETP_A_U05	C3, C4	La3, La5, La7	N2
<b>PEK_K01</b>	S2ETP_K02	C5	La1, La2, La3 La4, La5,La6	N2

\*\* - z tabeli powyżej