

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

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 (jeżeli dotyczy):	Elektrotechnika Przemysłowa
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu:	ELR043106
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	30		15		
Liczba godzin zajęć 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):	1.40		0.70		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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.
4. 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.
5. Potrafi zastosować poznaną teorię pola elektromagnetycznego do jakościowej i ilościowej oceny wielkości fizycznych o charakterze inżynierskim.
6. 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.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**Z zakresu wiedzy:**

- PEK_W01 Zna podstawowe prawa elektrodynamiki technicznej opisane równaniami Maxwella.
- PEK_W02 Potrafi opisać budowę modelu polowego i modelu polowo-obwodowego maszyny lub urządzenia elektrycznego.
- PEK_W03 Potrafi wytłumaczyć sposoby obliczania parametrów indukcyjnych uzwojeń, sił elektrodynamicznych i strat mocy.

Z zakresu 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 oraz potrafi ocenić wyniki obliczeń numerycznych rozkładu pola elektromagnetycznego.
- PEK_U03 Potrafi obliczyć indukcyjności uzwojeń, siły elektrodynamiczne i momenty oraz straty mocy w elementach konstrukcyjnych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 Zna zasady pracy grupowej i kierowania małym zespołem, przyjmując odpowiedzialność za efekty jego pracy.

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. Wiroprądowe 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 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:		30

Forma zajęć - laboratorium

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	Prezentacja do oceny sprawozdań z wykonanych ćwiczeń.	1
suma godzin:		15

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 <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	Egzamin
P(W)	P=F1	
F1(L)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01	Sprawozdania z obliczeń
P(L)	P=F1	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA: [1] Turowski J., Obliczenia elektromagnetyczne elementów maszyn i urządzeń elektrycznych, WNT, Warszawa 1982 [2] Turowski J., Elektrodynamika techniczna, WNT, Warszawa 1993 [3] Demenko A., Symulacja dynamicznych stanów pracy maszyn elektrycznych w ujęciu polowym, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1997 LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: [1] Sadiku M. N. O., Numerical Techniques in Electromagnetics, CRC PRESS LLC, 2001 [2] Bianchi N., Electrical machine analysis using finite elements, CRC Taylor&Francis, Boca Raton, 2005

OPIEKUN PRZEDMIOTU
Paweł Zalas, pawel.zalas@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU ELR043106 - Modelowanie obwodowo-polowe maszyn i urządzeń elektrycznych Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Elektrotechnika I SPECJALNOŚCI Elektrotechnika Przemysłowa				
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	S2ETP_W11	C.1 C.2	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 Wy5 Wy6	N.1
PEK_W02	S2ETP_W11	C.2 C.3	Wy7 Wy8 Wy9 Wy10	N.1
PEK_W03	S2ETP_W11	C.4	Wy11 Wy12 Wy13 Wy14 Wy15	N.1
PEK_U01	S2ETP_U09	C.3	La1	N.2
PEK_U02	S2ETP_U09	C.3 C.4	La2 La3 La4 La5 La6 La7	N.2
PEK_U03	S2ETP_U09	C.3 C.4	La3 La5 La7	N.2
PEK_K01	K2ETK_K07	C.5	La1 La2 La3 La4 La5 La6 La7 La8	N.2