Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne | Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: II

Specjalności: Elektroenergetyka,Elektryczne urządzenia sterowania,Informatyczne systemy automatyki,Monitoring i diagnostyka układów elektrycznych,Systemy trakcji elektrycznej

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Polowe modelowanie układów elektromagnetycznych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Field Modelling of Electromagnetic Systems
Kod przedmiotu	WIEiK ELEKTROTECH oIIS PK1 16/17
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	3.00
Semestry	1

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykłady	Ćwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekty	
1	30	0	0	15	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Powtórzenie i pogłębienie wiedzy z teorii pola elektromagnetycznego

Cel 2 Przekazanie wiedzy na temat modelowania pól elektrycznych, magnetycznych, stałych i zmiennych w maszynach i urządzeniach elektrycznych

Cel 3 Nabycie umiejętności stosowania modelowania polowego w projektowaniu urządzeń elektrycznych i ocenie ich oddziaływania na środowisko

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Znajomość podstaw elektryczności i magnetyzmu oraz konstrukcji maszyn i urządzeń elektrycznych

2 Znajomość analitycznych i numerycznych metod wyznaczania rozkładów pól elektrycznych i magnetycznych w elementarnych układach

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza znajomość zaawansowanego opisu matematycznego pola elektromagnetycznego

EK2 Wiedza wiedza o sposobach formułowania polowych modeli układów elektromagnetycznych

EK3 Umiejętności umiejętność stosowania zaawansowanych metod polowych w obliczeniach inżynierskich

EK4 Umiejętności umiejętność modelowania pól rozproszonych w otoczeniu urządzeń elektrycznych

EK5 Kompetencje społeczne znajomość rozkładów pól elektromagnetycznych w typowych urządzeniach elektrycznych i ich oddziaływania na środowisko

6 Treści programowe

Laboratoria komputerowe		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
K1	Badania symulacyjne efektów wywołanych nieliniowością i histerezą magnetyczną rdzenia w transformatorze jednofazowym.	4
K2	Stosowanie warunków brzegowych w modelowaniu pola magnetycznego w transformatorze i w przetworniku elektromechanicznym	3
K3	Wyznaczanie widma rozkładu pola magnetycznego w szczelinie maszyny elektrycznej.	4
K4	Wyznaczanie napięcia i momentu elektromagnetycznego w prądnicy synchronicznej z magnesami trwałymi na podstawie wyników obliczeń polowych.	4

Wykłady		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Elementy obwodów magnetycznych maszyn i urządzeń elektrycznych. Charakterystyka zjawisk fizycznych i efektów ubocznych. Klasyfikacja pól ze względu na rodzaj, środowisko, zmienność w czasie, Wielkości wektorowe i skalarne stosowane w opisie pól. W2	3

Wykłady		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W2	Opis całkowy i różniczkowy pól statycznych. Przykłady analitycznego obliczania rozkładów pola elektrostatycznego, pola prądu stacjonarnego oraz pola magnetostatycznego w typowych układach.	4
W3	Analityczne metody rozwiązywania obwodów magnetycznych liniowych i nieliniowych. Obwody magnetyczne z magnesami trwałymi	2
W4	Przegląd numerycznych metod wyznaczania rozkładów pola magnetostatycznego. Algorytmy obliczające wielkości całkowe pola niezbędne do obliczania indukcyjnych parametrów modeli obwodowych	4
W5	Struktury równań pola rozwiązywanych metodą elementów skończonych Prezentacja wybranych wyników modelowania pola magnetostatycznego w transformatorach i maszynach wirujących	4
W6	Równania elektromagnetycznego pola harmonicznego (okresowo zmiennego) w dziedzinie zespolonej. Wpływ środowiska na równania i rozkład pola. W9 Charakterystyka programów do wyznaczania rozkładów pól harmonicznych przy wymuszeniach prądowych i napięciowych. Sposoby przedstawiania wyników obliczeń	3
W7	Ilustracje pól harmonicznych wzbudzanych w liniach przesyłowych i w urządzeniach elektroenergetycznych.	2
W8	Metody modelowania anizotropii, nieliniowości i histerezy magnetycznej. Efekty występujące w przewodnikach masywnych. Obliczanie strat wiroprądowych	3
W9	Struktury polowo-obwodowych modeli maszyn elektrycznych. Metody uwzględniania ruchu.	3
W10	Prezentacja wybranych wyników obliczeń przy użyciu modeli polowo obwodowych.	2

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Konsultacje

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	6
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	12
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**90**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	3.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium sprawdzające wiedzę z wykładów

Ocena podsumowująca

P1 Średnia ważona ocen formujących

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	x
Na ocenę 3.0	zna i rozumie różniczkową postać równań pola elektromagnetycznego
Na ocenę 3.5	x
Na ocenę 4.0	potrafi podać rozwiniętą postać różniczkowych równań pola elektromagnetycznego
Na ocenę 4.5	x

Na ocenę 5.0	potrafi zapisać równania pola dla konkretnego obiektu w odpowiednio dobranym układzie współrzędnych
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	x
Na ocenę 3.0	zna sposoby formułowania modelu polowego w standardowym pakiecie do obliczeń polowych
Na ocenę 3.5	x
Na ocenę 4.0	zna i rozumie algorytmy obliczeń wielkości całkowych pola na podstawie jego rozkladu
Na ocenę 4.5	x
Na ocenę 5.0	potrafi przedstawić istotne etapy metody elementów skończonych
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	x
Na ocenę 3.0	potrafi zinterpretować rozkład pola magnetycznego w urządzeniu elektrycznym otrzymany w wyniku obliczeń modelowych
Na ocenę 3.5	x
Na ocenę 4.0	zna sposoby modyfikacji modelu i procesu obliczeń w celu uwzględnienia dodatkowych właściwości (nieliniowość, magnesy trwałe)
Na ocenę 4.5	x
Na ocenę 5.0	potrafi sformułować cykl obliczeń polowych w celu zaprojektowania obwodu magnetycznego o zadanych parametrach
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	x
Na ocenę 3.0	zna rodzaje pól rozproszonych i potrafi zaproponować sposoby ich wyznaczenia
Na ocenę 3.5	x
Na ocenę 4.0	umie ustalić warunki brzegowe i zinterpretować otrzymane rozwiązanie
Na ocenę 4.5	x
Na ocenę 5.0	potrafi wskazać sposoby zmiany rozkładu pola i potwierdzić je praktycznymi wynikami
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	x

Na ocenę 3.0	Zna jakościowo rozkłady pola elektromagnetycznego w typowych urządzeniach elektrycznych.
Na ocenę 3.5	x
Na ocenę 4.0	Zna dopuszczalne poziomy natężenia pól w otoczeniu urządzeń elektrycznych zalecane normami
Na ocenę 4.5	x
Na ocenę 5.0	Porafi zaproponować działania inżynierskie ograniczające genarację lub rozprzestrzenianie się pól szkodliwych dla otoczenia

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1		Cel 1	K1 K2 K4 W1 W2 W4	N1	F2 P1
EK2		Cel 2	W3 W5 W6 W7 W8	N1	F2 P1
EK3		Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4	N2	F1 P1
EK4		Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4	N2	F1 P1
EK5		Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4 W6 W7	N1 N2 N3	F1 F2 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] M.Krakowski — *Elektrotechnika tom2*, Warszawa, 1995, PWN

[2] J.Turowski — *Elektrodynamika techniczna*, Warszawa, 2014, WNT

[3] Z.Piatek, P.Jabłoński — *Teoria pola elektromagnetycznego*, Warszawa, 2015, WNT

Literatura uzupełniająca

[1] B.Baron, D.Spałek — *Wybrane problemy z teorii pola elektromagnetycznego*, Gliwice, 2006, Pol.Śląska

[2] N.Bianchi — *Electrical machine analysis using finite elements*, xx, 2005, CRC Press

Literatura dodatkowa

[1] M. Siwczyński, — *Teoria pola elektromagnetycznego, materały nieopublikowane*, , 0,

[2] www.infolytica.com — *Pakiety polowe ElecNet, MagNet*, , 0,

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr hab. inż. Prof PK Adam Warzecha (kontakt: adam.warzecha@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 dr hab.inż. Adam Warzecha (kontakt: adam.warzecha@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .