

Teoria pola elektromagnetycznego

FORMA ZAJĘĆ	ROK I SEMESTR STUDIÓW		LICZBA GODZIN		FORMA ZALICZENIA	PUNKTY ECTS
	ROK	SEMESTR	STUDIA STACJONARNE	STUDIA NIESTACJONARNE		
Wykład	II	IV	30		Egz.	
Ćwiczenia	-	-	-		-	
Laboratorium	II	IV	30		Oc.	

Typ przedmiotu: Obowiązkowy

Poziom przedmiotu: Zawansowany

Wymagania wstępne: Znajomość zagadnień z podstawowego kursu matematyki, analizy matematycznej, równań różniczkowych, oraz analizy wektorowej.

Cele przedmiotu i efekty kształcenia. Celem zajęć jest: przekazanie wiedzy i zainteresowanie studentów przedmiotem, wprowadzenie w problematykę nowoczesnej elektrotechniki w powiązaniu ze zjawiskami fizycznymi oraz ich zastosowaniem w praktyce inżynierskiej. Przedmiot ma dostarczyć wiedzy podstawowej do studiowania przedmiotów specjalistycznych na kierunku studiów *Elektrotechnika*.

Wykład na IV semestrze obejmuje 30 godzin zajęć dydaktycznych na studiach stacjonarnych oraz zajęcia laboratoryjne - 30 godzin, są one związane z treściami prowadzonego wykładu i realizowane w formie ćwiczeń laboratoryjnych i komputerowych.

Efektom kształcenia jest umiejętność opisu podstawowych zagadnień z zakresu pola elektromagnetycznego; formułowania równań opisujących pole elektrostatyczne, pole elektrycznego prądu stałego w środowisku przewodzącym, pole magnetyczne oraz pole elektromagnetyczne harmoniczne, obliczania rozkładu pól metodami analitycznymi oraz metodami numerycznymi.

Program nauczania:

Pole wektorowe. Rachunek wektorowy w zastosowaniu do analizy pola wektorowego.

Gradient, dywergencja, rotacja. Twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego, twierdzenie Stokesa.

Podstawowe cechy pola elektromagnetycznego. Równania Maxwella. Prawo zachowania ładunku.

Pole elektrostatyczne. Równania Laplace'a i Poissona. Prawo załamania linii pola na granicy dwóch środowisk.

Dielektryki w polu elektrostatycznym.

Pojemność elektryczna. Kondensatory. Energia pola elektrostatycznego. Siły w polu elektrostatycznym.

Metody wyznaczania pola elektrostatycznego

Stacyczne pole przepływowo. Równania pola. Prawo Ohma w postaci wektorowej. I i II prawo Kirchhoffa w postaci wektorowej.

Prawo Joule'a - Lenza . Prawo załamania linii pola na granicy dwóch środowisk. Analogia między polem przepływowym i polem elektrostatycznym. Uziomy.

Pole magnetostacyczne. Równania pola. Pole magnetyczne na granicy dwóch środowisk.

Potencjały pola magnetostacycznego. Prawo Biot-Savarta. Pole magnetyczne w środowisku materialnym.

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Energia pola magnetycznego. Siły w polu magnetycznym.

Obliczanie indukcyjności własnej i wzajemnej.

Metody wyznaczania pola magnetostacycznego.

Wolnozmiennie pole harmoniczne.

Propagacja pola elektromagnetycznego. Fala płaska. Zjawisko naskórkowości.

Wykorzystanie teorii pola do obliczania układów praktycznych. Podstawy ekranowania elektromagnetycznego.

Laboratorium

Wykaz ćwiczeń wykonywanych przez studentów w ramach laboratorium

1. Modelowanie pól za pomocą programu komputerowego Quick Field oraz FEMM
 Pole elektryczne w kondensatorze płaskim jedno i wielowarstwowym,
 Pole elektryczne w kondensatorze cylindrycznym jedno i wielowarstwowym,
 Pole elektryczne uziomu,
 Pole magnetyczne w kablu koncentrycznym,

Modelowanie pól w ekranach – elektrycznym i magnetycznym oraz ocena skuteczności ich działania,
Modelowanie zjawiska naskórkowości (układ szyn z prądem, żłobek silnika indukcyjnego)
Analityczne wyznaczanie rozkładów pola elektrycznego,
Analityczne wyznaczanie rozkładów pola elektrycznego w środowisku przewodzącym,
Analityczne wyznaczanie rozkładów pola magnetycznego. Obliczanie indukcyjności własnej i wzajemnej.

2. Badanie pola elektromagnetycznego cewki cylindrycznej,
3. Badanie pola elektromagnetycznego cewki z przewodzącym rdzeniem,
4. Pomiar podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym,
5. Modelowanie pól dwuwymiarowych na papierze elektroprzewodzącym.

Metody oceny:

Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie wyników egzaminu.

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych odbywa się na podstawie ocen cząstkowych z przeprowadzanych ćwiczeń, opracowania wyników badań w formie sprawozdań oraz sprawdzianów z wiedzy dotyczącej wykonywanych ćwiczeń.

Wykaz literatury podstawowej:

1. Maciej Krakowski: **Elektrotechnika teoretyczna t. II. Pole elektromagnetyczne**. PWN, 1999.
2. Ryszard Matusiak: **Elektrotechnika teoretyczna T.2. Teoria pola elektromagnetycznego**, WNT, 1982.
3. Zygmunt Piątek, Paweł Jabłoński: **Podstawy teorii pola elektromagnetycznego**, WNT 2010.
4. Henryk Rawa: **Podstawy elektromagnetyzmu**. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2005,
5. Antoni Cieśla, Elektrotechnika. **Elektryczność i magnetyzm w przykładach i zadaniach**, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2008.
6. Paweł Jabłoński, Zygmunt Piątek, **Przykłady i zadania z podstaw teorii pola elektromagnetycznego**. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2008.

Wykaz literatury uzupełniającej:

1. Tadeusz Łobos, Jacek Bogusz, Marian Łukaniszyn, **Teoria pola dla elektryków**. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2004
2. T. Cholewicki: **Elektrotechnika techniczna**, t. II WNT 1971
3. Henryk Rawa: **Elektryczność i magnetyzm w technice**. PWN Warszawa, 1994.
4. Ryszard Sikora: **Teoria pola elektromagnetycznego**, WNT 1997.
5. Jan Sikora, **Podstawy elementów skończonych. Zagadnienia potencjalne pola elektromagnetycznego**, Wydawnictwo Książkowe Instytutu Elektrotechniki. Warszawa 2008.
6. Janusz Turowski J.: **Elektrodynamika techniczna**, WNT 1968.
7. M. Zahn M.: **Pole elektromagnetyczne**, PWN 1989
8. Jerzy Kozłowski, Wojciech Machczyński, **Zadania z podstaw elektromagnetyzmu**, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1998.

Opracował: Dr inż. Ryszard Goleman