

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika i Automatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E7

Stopień studiów: I

Specjalności: Elektromobilność, Automatyka w układach elektrycznych, Inżynieria systemów elektrycznych

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Rozwiązywanie zagadnień pola elektromagnetycznego
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Solutions for Electromagnetic Field
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK EIA20_21_IST_ST oIS PK21 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
3	30	15	0	20	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Utrwalenie i poszerzenie wiedzy o prawach dotyczących pól stacjonarnych i zmiennych w czasie.

Cel 2 Powtórzenie metod analitycznego wyznaczania elementarnych rozkładów pól oraz obliczania zastępczych parametrów obwodowych na podstawie praw podstawowych.

Cel 3 Poznanie narzędzi stosowanych w komercyjnych pakietach do modelowania numerycznego pól stacjonarnych. Opanowanie umiejętności posługiwania się nimi w celach inżynierskich

Cel 4 Poznanie opisu zjawisk wywoływanych polem harmonicznym w urządzeniach elektrycznych prądu zmiennego

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Posługiwanie się rachunkiem wektorowym w różnych układach współrzędnych w przestrzeni trójwymiarowej

2 Podstawowe wiadomości z analizy wektorowej z uwzględnieniem całek krzywoliniowych i powierzchniowych

3 Znajomość ze zrozumieniem podstawowych praw elektryczności i magnetyzmu

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Poszerzona znajomość praw elektromagnetyzmu w ujęciu całkowym i różniczkowym.

EK2 Umiejętności Obliczanie parametrów obwodowych R, L, C na podstawie rozkładów pól w elementarnych układach.

EK3 Wiedza Znajomość podstaw metod numerycznego obliczania zagadnień polowych.

EK4 Umiejętności Korzystanie z pakietów numerycznych do wyznaczania rozkładów i obliczania parametrów całkowych pól statycznych i harmonicznym

EK5 Wiedza Znajomość zjawisk polowych występujących w urządzeniach elektrycznych prądu zmiennego.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Wprowadzenie do modelowania pól elektrostatycznych i magnetostatycznych w środowisku programu FEMM	3
K2	Modelowanie pola elektrostatycznego w kondensatorze z dielektrykiem wielowarstwowym	3
K3	Modelowanie pola prądu stacjonarnego w izolacji wielożyłowego kabla z ekranem	3
K4	Wyznaczanie pola magnetostatycznego i charakterystyk elektromagnesu nurnikowego	3
K5	Wyznaczanie indukcyjności własnych i wzajemnych układu uzwojeń w przetworniku elektromechanicznym	3
K6	Obliczanie rozkładu pola harmonicznego w układach z przewodnikami masywnymi	3
K7	Końcowe zaliczanie i ocenianie sprawozdań	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Elementy algebry i analizy wektorowej, podstawy matematyczne teorii pola. Klasyfikacja pól ze względu na rodzaj, kształt, środowisko i zmienność w czasie.	6
W2	Pole elektrostatyczne, pole prądu stacjonarnego, pole magnetostaticzne, Prawa podstawowe w ujęciu całkowym i różniczkowym.	8
W3	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Prawo Faradaya w ujęciu całkowym i różniczkowym. Obliczanie parametrów indukcyjnych oraz energii i sił w obwodach magnetycznych	4
W4	Potencjał skalarny i wektorowy pola. Równania pola rozwiązywanie metodami numerycznymi. Obliczanie wielkości całkowych pola na podstawie jego rozkładu przestrzennego. Charakterystyka komercyjnych pakietów do obliczania rozkładów pól statycznych	8
W5	Harmoniczne pole elektromagnetyczne. Ilustracja i charakterystyka zjawisk wywołanych polem harmonicznym w urządzeniach elektrycznych prądu zmiennego	4

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Utrwalenie i poszerzenie umiejętności stosowania reguł algebry i analizy wektorowej.	2
C2	Przykłady wyznaczania rozkładów pól statycznych na podstawie praw podstawowych. Obliczanie zastępczych parametrów obwodowych. Oddziaływania elektrodynamiczne.	10
C3	Obliczanie zjawisk występujących w wolnozmiennym okresie polu elektromagnetycznym	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia tablicowe

N3 Laboratorium komputerowe

N4 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	65
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
rozwiązanie wzorcowych zadań	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	130
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Zadanie tablicowe

F3 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

P2 Egzamin pisemny

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna praw podstawowych dotyczących pola elektrycznego i magnetycznego
NA OCENĘ 3.0	Student zna prawa podstawowe dotyczące pola elektrycznego i magnetycznego

NA OCENĘ 3.5	Student zna i objaśnia prawa podstawowe dotyczące pola elektrycznego i magnetycznego
NA OCENĘ 4.0	Student rozumie różnice pomiędzy całkową i różniczkową postacią praw elektromagnetyzmu
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi zapisać i wyjaśnić równanie różniczkowe pola elektrycznego i magnetycznego
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi zapisać i omówić zestaw równań Maxwella
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi obliczyć żadnego rozkładu pola elektrycznego lub magnetycznego 1D
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć rozkład pola elektrycznego lub magnetycznego 1D w elementarnym układzie i obliczyć zastępczy parametr obwodowy
NA OCENĘ 3.5	Student zna i rozumie metody wyznaczania parametrów R, L, C na podstawie rozkładu pól
NA OCENĘ 4.0	Student opanował praktycznie metody wyznaczania parametrów R, L, C na podstawie rozkładu pól
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wymienić uproszczenia stosowane przy formułowaniu obwodowej reprezentacji obiektów wytwarzających pola elektryczne i magnetyczne
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi zaproponować obwód zastępczy modelujący wieloelementowy układ przewodników z prądami lub ładunkami elektrycznymi.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna zasady rozwiązywania numerycznego równań cząstkowych II rzędu opisujących pole elektryczne lub magnetyczne 2D
NA OCENĘ 3.0	Student zna zasadę rozwiązywania numerycznego równań cząstkowych II rzędu i jej zastosowanie w metodzie różnic skończonych
NA OCENĘ 3.5	Student dodatkowo zna klasyfikację numerycznych metod rozwiązywania równań pola.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi przedstawić elementarne równania jednej z metod numerycznego rozwiązywania równania pola
NA OCENĘ 4.5	Student zna schemat blokowy metody elementów skończonych
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi przedstawić etapy obliczeń metodą elementów skończonych
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi posługiwać się komercyjnym pakietem polowym w wersji edukacyjnej
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi posługiwać się komercyjnym pakietem polowym w wersji edukacyjnej

NA OCENĘ 3.5	Student zna na poziomie podstawowym sposoby wprowadzenie obiektu, zdefiniowania materiałów i wymuszeń oraz uzyskania rozwiązania w postaci rozkładu pola z wystarczającą dokładnością
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wybierać w programie polowym sposoby prezentacji wyników ze szczególnym uwzględnieniem tzw, wielkości całkowitych pola.
NA OCENĘ 4.5	Student zna sposoby zwiększania dokładności uzyskiwanego rozwiązania
NA OCENĘ 5.0	Student posiada umiejętność interpretacji uzyskanych wyników, pod kątem zmiany konstrukcji obiektu poprawiającej rozkład pola.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Brak znajomości zjawisk występujących w przewodnikach w polu elektromagnetycznym
NA OCENĘ 3.0	Podstawowa znajomość efektów występujących w przewodnikach w polu elektromagnetycznym
NA OCENĘ 3.5	Znajomość formuł opisujących te zjawiska
NA OCENĘ 4.0	Dobra znajomość zjawisk związanych z występowaniem elektromagnetycznego pola harmonicznego w różnych środowiskach
NA OCENĘ 4.5	Znajomość równań Maxwella w postaci zespolonej
NA OCENĘ 5.0	Znajomość właściwości falowych pola elektromagnetycznego

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	EiA_W02	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 C1 C2 C3	N1 N2	F1 F2
EK2	EiA_U03	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 C2 C3	N1 N2	F1 F2
EK3	EiA_U01	Cel 3	K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 W4	N1	F1 P1
EK4	EiA_U01 EiA_U02 EiA_U03	Cel 3 Cel 4	K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 W4	N1 N3	F1 F3

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK5	EiA_U01 EiA_U02 EiA_U03	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4	K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 W1 W2 W3 W4 W5 C1 C2 C3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1 P2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

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

[3] | M.Krakowski — *Elektrotechnika teoretyczna tom2 Pole elektromagnetyczne*, Warszawa, 1995, PWN

[4] | H.Rawa — *Podstawy elektromagnetyzmu*, Warszawa, 2015, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[2] | D.Meeker — *Finite Element Method Magnetics, User's Manual*, ver 4.2, , 2018, www.femm/info

LITERATURA DODATKOWA

[1] | Adm Warzecha — *Konspekt wykładu*, PK, 2022,

[2] | A.Warzecha, M.Sierzęga — *Rozwiązywanie zagadnień pola elektromagnetycznego - zbiór zadań*, PK, 2022,

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

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

4 mgr inż. Michał Sierzęga (kontakt: michal.sierzega@pl.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....