

## WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	<b>Teoria pola elektromagnetycznego</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Electromagnetic field theory</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Elektrotechnika</b>
Specjalność (jeżeli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>I stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ELR051302</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	30	30			
Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):	120	60			
Forma zaliczenia:	egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):					
Liczba punktów ECTS:	4	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK):	2.80	1.40			

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

1. Zna podstawowe pojęcia z analizy wektorowej (dodawanie wektorów, iloczyn skalarny i wektorowy, operacje różniczkowania funkcji wektorowej, całki powierzchniowe i liniowe).
2. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z zakresu analizy wektorowej oraz rachunku różniczkowego w studiowanej dyscyplinie.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z wiedzą niezbędną do zrozumienia podstaw teorii pola elektromagnetycznego.  
C2. WYROBIEŃCIE UMIEJĘTNOŚCI KORZYSTANIA W PRAKTYCE INŻYNIERSKIEJ Z POZNANYCH PRAW UJMĄCYCH TEORIĘ POLA EM.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

## Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Zna podstawowe prawa i teoretyczne podstawy teorii pola elektrycznego.  
PEU\_W02 Zna podstawowe prawa i teoretyczne podstawy teorii pola magnetycznego.

## Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umie poprawnie wykorzystywać poznane prawa ujmujące teorię pola elektrycznego do wyznaczania wielkości fizycznych o charakterze inżynierskim (parametry RLC, rozkłady pola elektrycznego).  
PEU\_U02 Umie poprawnie wykorzystywać poznane prawa ujmujące teorię pola magnetycznego do wyznaczania wielkości fizycznych o charakterze inżynierskim (parametry RLC, rozkłady pola magnetycznego).

## Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się i podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		liczba godzin:
Wy1	Podstawy fizyczne teorii pola elektromagnetycznego. Ładunek elektryczny. Prawo równowagi i zasada zachowania ładunku. Rodzaje rozmieszczenia ładunku. Prawo Coulomba. Natężenie pola elektrycznego. strumień wektora natężenia pola elektrycznego. Potencjałność pola elektrostatycznego. Potencjał i napięcie elektryczne. Linie pola, rurki pola, powierzchnie ekwipotencjalne.	2
Wy2	Zasada superpozycji. Pole dipola elektrycznego, warstwa dipolowa. Źródłowość i bezwirowość pola elektrostatycznego. Operatory różniczkowe gradientu, dywergencji i rotacji. Prawa pola elektrostatycznego w postaci całkowitej i różniczkowej dla próżni.	2
Wy3	Pole elektrostatyczne w materii. Polaryzacja, podatność i przenikalność elektryczna. Wektor indukcji elektrycznej. Przewodniki w polu elektrostatycznym. Pole na granicy dwóch ośrodków materialnych.	2
Wy4	Pojemność elektryczna. Kondensator płaski, walcowy, sferyczny. Połączenie szeregowo i równoległe kondensatorów. Pojemności cząstkowe układów elektrycznych. Ekranowanie elektrostatyczne.	2
Wy5	Energia kondensatora. Energia pola elektrostatycznego. Gęstość przestrzenna energii. Energia elektrod kondensatora – własna i wzajemna.	2
Wy6	Metody analizy pól. Zastosowanie prawa Gaussa. Metoda zwierciadlanych odbić. Równania Laplace'a i Poissona, warunki brzegowe, jednoznaczność rozwiązania.	2
Wy7	Pole przepływowe prądu elektrycznego. Wektor gęstości prądu. Zjawisko przewodnictwa, elementy elektronowej teorii przewodnictwa, ruchliwość nośników ładunku. Prawo Ohma w postaci lokalnej. Prawo Joule'a. Prawo ciągłości prądu. Prawa stacjonarnego pola przepływowego w postaci całkowitej i różniczkowej.	2
Wy8	Rozszerzone prawo Ohma w postaci całkowitej dla odcinka rurki pola. Rezystancja uziomu, napięcie krokowe. Prawa Kirchhoffa. Obliczanie obwodów rezystancyjnych.	2
Wy9	Pole magnetyczne jako zjawisko elektrodyneamiczne. Wzór Lorentz'a. Wektor indukcji magnetycznej. Strumień magnetyczny. Siły wzajemnego oddziaływania między obwodami z prądem. Definicja jednostki natężenia prądu (ampera).	2
Wy10	Moment mechaniczny działający na obwód z prądem. Wzór Laplace'a i Biot-Savarta. Prawo Ampera (przepływu) dla próżni. Wirowość i beźródłowość pola indukcji magnetycznej w próżni. Potencjał wektorowy. Efekt Halla.	2
Wy11	Pole magnetyczne w ośrodkach materialnych. Wektor magnetyzacji. Wektor natężenia pola magnetycznego. Prawo Ampera (przepływu) dla ośrodka materialnego. Równania pola w postaci całkowitej i różniczkowej dla środowiska materialnego	2
Wy12	Klasyfikacja materiałów magnetycznych. Charakterystyka magnesowania, pętla histerezy, nasycenie, remanent i koercja. Załamanie linii pola na granicy dwóch środowisk.	2
Wy13	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Prawo Faradaya. Reguła Lenza. Reguły strzałkowania napięć. Zjawisko samoindukcji i indukcji wzajemnej. Indukcyjności własne i wzajemne. Transformator bezrdzeniowy. Energia zwojnic sprzężonych. Energia zwojnic z rdzeniem ferromagnetycznym. Siły dynamiczne między zwojnicami sprzężonymi.	2
Wy14	Pole elektromagnetyczne. Prawo Faradaya w postaci całkowitej i różniczkowej. Równanie ciągłości prądu całkowitego. Postulat Maxwella. Prąd przesunięcia. Równania Maxwella. Warunki brzegowe dla wektorów pola elektromagnetycznego.	2
Wy15	Gęstość energii pola elektromagnetycznego. Straty energii w polu elektromagnetycznym. Transport energii. Wektor Poyntinga. Równania falowe pola elektromagnetycznego. Fala płaska.	2
suma godzin:		<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		liczba godzin:
Ćw1	Obliczanie rozkładów natężenia pola elektrycznego i potencjału przy danym rozkładzie ładunków ( część 1 ).	2
Ćw2	Obliczanie rozkładów natężenia pola elektrycznego i potencjału przy danym rozkładzie ładunków ( część 2 ).	2
Ćw3	Obliczanie napięć i strumieni wektora natężenia pola elektrycznego w polu elektrostatycznym.	2
Ćw4	Obliczanie pojemności kondensatorów i układów kondensatorowych ( część 1 ).	2
Ćw5	Obliczanie pojemności kondensatorów i układów kondensatorowych ( część 2 ).	2
Ćw6	Obliczanie rozkładu natężenia pola w polu przepływowym.	2
Ćw7	Obliczanie rezystancji upływu izolacji kondensatorów i rezystancji uziomów ( część 1 ).	2
Ćw8	Obliczanie rezystancji upływu izolacji kondensatorów i rezystancji uziomów ( część 2 ).	2
Ćw9	Wyznaczanie rozkładu natężenia pola magnetycznego dla danego obwodu z prądem ( część 1 ).	2
Ćw10	Wyznaczanie rozkładu natężenia pola magnetycznego dla danego obwodu z prądem ( część 2 ).	2
Ćw11	Obliczanie obwodów magnetycznych.	2
Ćw12	Obliczanie sił działających na obwody z prądem w polu magnetycznym.	2
Ćw13	Wyznaczanie indukowanych sił elektromotorycznych oraz obliczanie indukcyjności własnych i wzajemnych obwodów magnetycznie sprzężonych ( część 1 ).	2
Ćw14	Wyznaczanie indukowanych sił elektromotorycznych oraz obliczanie indukcyjności własnych i wzajemnych obwodów magnetycznie sprzężonych ( część 2 ).	2
Ćw15	kolokwium	2
suma godzin:		<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład tradycyjny  
N2. Praca własna studenta.  
N3. Konsultacje  
N4. Ćwiczenia rachunkowe.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> <i>F - formująca w trakcie semestru P - podsumowująca na koniec semestru</i>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1(W)	PEU_W01 PEU_W02	egzamin pisemny
P(W)	P=F1	
F1(C)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	kolokwium
P(C)	P=F1	

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Łobos T., Łukaniszyn M., Jaszczyk B., Teoria pola dla elektryków, Oficyna Wydawnicza PWR, 2004,  
[2] Sikora R., Teoria pola elektromagnetycznego, WNT 1997,  
[3] Rawa H., Podstawy Elektromagnetyzmu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011,

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Jackson J. D., Classical Electrodynamics – third edition, John Wiley & Sons, INC, 2001,  
[2] Michalski W. Elektryczność i magnetyzm, Zbiór zagadnień i zadań, Oficyna Wydawnicza PWR, 2004.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Adam Gubański, adam.gubanski@pwr.edu.pl