**Nazwa przedmiotu:**

Pola i fale (E)

**Koordynator przedmiotu:**

Wojciech GWAREK

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

POFA

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

150

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 0h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Do zrozumienia przedmiotu konieczne jest posiadanie podstawowej wiedzy: z matematyki w zakresie charakterystycznym dla przedmiotów Analiza I i Analiza II a w szczególności: - postaw rachunku różniczkowego i całkowego, - równań różniczkowych w tym równań cząstkowych, - rachunku wektorowego z uwzględnieniem wektorowych operatorów różniczkowania takich jak gradient, rotacja, dywergencja i laplasjan, oraz z fizyki w zakresie podstaw nauki o elektryczności i magnetyźmie.

**Limit liczby studentów:**

120

**Cel przedmiotu:**

Cele przedmiotu: - Zapoznanie z podstawowymi zagadnieniami elektrodynamiki klasycznej opartej na równaniach Maxwella, - Zapoznanie z podstawowymi własnościami pól elektromagnetycznych. - Zapoznanie z podstawowym zakresami zastosowania rozwiązań równań Maxwella w technice a w szczególności w takich zastosowaniach jak: linie przesyłowe, falowody, rezonatory i anteny. - Uświadomienie wszechobecności pól elektromagnetycznych w otaczającym nas świecie i konieczności brania pod uwagę odziaływań polowych w trakcie projektowania i eksploatacji urządzeń elektronicznych.

**Treści kształcenia:**

Treści merytoryczne: Przypomnienie podstawowych pojęć z analizy wektorowej w tym operatorów takich jak gradient, diwergencja, rotacja, laplasjan oraz ich interpretacji fizycznych. Równania Maxwella w postaci całkowej i różniczkowej. Rodzaje ośrodków materialnych. Założenia i ograniczenia upraszczające układ równań Maxwella. Równania falowe w dielektryku (bezstratnym / stratnym). Fala płaska. Polaryzacja fali. Straty. Energia magazynowana. Twierdzenie Poyintinga. Bilans energii. Fale w dielektrykach rzeczywistych i w przedowdnikach w tym efekt bnaskórkowy. Fale w specjalnych ośrodkach w tym w plaźmie. Prędkość fazowa i grupowa fali. Warunki brzegowe. Fala padająca prostopadle na granicę ośrodków. Ośrodki uwarstwione. Transformacja impedancji. Rodzaje fal i prowadnic falowych. Rozwiązanie zagadnienia polowego w prowadnicach (liniach) TEM. Najczęściej stosowane linie TEM, parametry obwodowe oraz rozkłady pól. Falowody o przewodzących ściankach. Fale typu E i H, rozkłady pól w falowodach o przekroju prostokątnym, kołowym. Inne rodzaje prowadnic falowych. Jakościowy opis prowadzenia fali w światłowodzie. Ogólne cechy rezonatorów. Rezonatory zbudowane z odcinków linii TEM i falowodów, rozkłady pól, częstotliwość rezonansowa, dobroć. Jakościowy opis dzaiłania rezonatorów dielektrycznych. Potencjały pól w przypadku dynamicznym i quasistatycznym. Dipol Hertza. Podstawowe parametry anten. Podstawowowe typy anten stosowane w praktyce.

**Metody oceny:**

Pięć ćwiczeń laboratoryjnych ocenianych w skali 0-3 p (w sumie maksymalnie do 15 p). Trzy kolokwia z materiału ćwiczeniowego punktowane w skali 0-9 p (w sumie do 27 p) Egzamin pisemny oceniany będzie w skali 0 - 58 p. Warunki zaliczenia: Warunki zaliczenia są następujące:
- co najmniej 8 punktów z laboratoriów,
- co najmniej 10 punktów z kolokwiów na ćwiczeniach,
- co najmniej 51 punktów w sumie z egzaminu + z ćwiczeń laboratoryjnych + z ćwiczeń rachunkowych.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Tadeusz Morawski, Wojciech Gwarek - "Teoria pola elektromagnetycznego", WNT, 1998 (lub wydania późniejsze)
2. Tadeusz Morawski (praca zbiorowa) - "Zbiór zadań z teorii pola elektromagnetycznego", WNT, 1990 (lub wydania późniejsze)
3. Materiały do wykładu udostępniane studentom przez prowadzących.

**Witryna www przedmiotu:**

www.elka.pw.edu.pl

**Uwagi:**

Nie ma specjalnych uwag dodatkowych

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka OT1A\_W01:**

Ma podstawową wiedzę dotyczącą fal elektromagnetycznych, ich opisu matematycznego oraz zasad propagacji.Ma podstawowa wiedzę dotyczącą warunków brzegowych dla pólelektromagnetycznych oraz odbicia fal od granicy ośrodków.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W02, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, III.P6S\_WG.o

**Charakterystyka OT1A\_W03, OT1A\_W04:**

Ma podstawową wiedzę dotyczącą prowadnic falowych stosowanych w elektronice wysokich częstotliwości . Ma podstawową wiedzę dotyczącą zasad konstrukcji rezonatorów mikrofalowych. Ma podstawową wiedzę dotyczącą meachnizmów promieniowania fal elektromagnetycznych i podstawowych parametrów anten.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin zaliczenie laboratoriów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, III.P6S\_WG.o

**Charakterystyka OT1A\_W04:**

Zapoznał się z przykładowymi programami komputerowymi symulującymi pola elektromagnetyczne. Wie w jakich sytuacjach można zastąpić rozwiązywanie równań Maxwella rozwiązaniami uproszczonymi prowadzącymi do równań obwodowych wykorzystujących pojęcia prądu i napięcia

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka OT2A\_W03:**

Umie iterpretować podstwowe zjawiska fizyczne z dziedziny elektrodynamiki i fal elektromagnetycznych wykorzystując aparat matematyczny stosowany w równaniach Maxwella. Umie rozróżnić, kiedy można zastosować do zjawisk fizycznych model matematyczny elektrodynamiki klasycznej sformalizowany równaniami Maxwella. Umie określić czy w danym zagadnieniu technicznym można zastować obwodowe pojęcia prądu i napięcia a kiedy trzeba odnosić się bezpośrdnio do rozkładów pola.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.2.o, I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka OT2A\_W04:**

Umie ocenić głebokości wnikania fal elektromagnetycznych w ośrodki materialne (np. ciało człowieka). Umie obliczyć rezystancje przewodów stosowanych w elektronice z uwzględnieniem efektu naskórkowego. Potrafi określić częstotliwości graniczne dla różnych rodzajów fal w prowadnicach falowych oraz przybliżone rozkłady pola dla najważniejszych praktycznie rodzajów pola. Umie obliczyć częstotliwości drgań własnych w prostych rezonatorach wnękowych oraz przybliżone rozkłady własne pól dla najczęśc

Weryfikacja:

laboratoria, kolokwia,egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.4.o