**Nazwa przedmiotu:**

Pola i fale

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Dawid ROSOŁOWSKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika i Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty podstawowe

**Kod przedmiotu:**

PFM

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

45 h - udział w wykładach
22.5 h =- przyswojenie treści bieżących wykładów i przygotowanie do kolejnych wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, rozwiązywanie miniproblemów sformułowanych na wykładzie),
 5 h - udział w konsultacjach dotyczących zagadnień teoretycznych (student może skorzystać z 5 konsultacji w semestrze),
15 h - udział w ćwiczeniach
22.5 h - przygotowanie do ćwiczeń (przyswojenie metodyki rozwiązywania zadań, rozwiązanie zadań domowych, rozwiązywanie dodatkowych zadań z bieżącej tematyki),
 5 h - udział w konsultacjach z zakresu rozwiązywania zadań (student może skorzystać z 5 konsultacji w semestrze),
 20 h - przygotowanie do kolokwiów: (rozwiązanie zadań przygotowujących do kolokwialnych + udział w konsultacjach)
 20 h - przygotowanie do egzamin (przypomnienie teorii oraz rozwiązywanie zadań)
 5 h - udział w konsultacjach przed egzaminem

ŁĄCZNIE 160 h

**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:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Do zrozumienia treści przedmiotu konieczne jest posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu fizyki (elektryczność i magnetyzm) oraz matematyki (analiza).

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest opanowanie podstawowych właściwości pól i fal elektromagnetycznych oraz umiejętność zastosowania zdobytej wiedzy do rozwiązania prostych zadań z tego zakresu.

**Treści kształcenia:**

Wykłady zawierają cechy fizyczne i opis matematyczny pól elektrycznych i magnetycznych, statycznych i dynamicznych, w przestrzeni nieograniczonej. Ponadto opisano pola w liniach transmisyjnych TEM, falowodach i pola w rezonatorach.

Wstęp - Analiza wektorowa. Operacje wektorowe - gradient, diwergencja, rotacja, laplasjan. Tożsamości wektorowe. Interpretacja fizyczna. Układy współrzędnych krzywoliniowych - (2h).

Elektrostatyka - Prawo Culomba. Siła działająca na ładunek w polu elektrostatycznym. Bezwirowość pola elektrostatycznego. Prawo Gaussa i jego interpretacja fizyczna. Zależność między wektorami natężenia pola, polaryzacji, indukcji. Potencjał skalarny pola elektrostatycznego. Równanie Laplace'a i Poissona - (5h).

Pola magnetyczne stacjonarne - Prawo Biota-Savarta. Wektor natężenia pola magnetycznego, magnetyzacji, indukcji magnetycznej. Prawo przepływu (Ampera). Bezźródłowość pola magnetycznego. Magnetyczny potencjał wektorowy - (3h).

Fala płaska w przestrzeni nieograniczonej - Klasyczna teoria pól i fal. Prawa indukcji. Równania Maxwella w postaci całkowej i różniczkowej. Interpretacja fizyczna równań Maxwella. Rodzaje ośrodków materialnych i ich własności z punktu widzenia teorii pola. Założenia i ograniczenia upraszczające układ równań Maxwella. Równania falowe w dielektryku (bezstratnym/stratnym). Fala płaska. Polaryzacja fali. Fale akustyczne (porównanie). Straty. Energia magazynowana. Twierdzenie Poyntinga. Bilans energii - (9h).
Fala w różnych ośrodkach i na granicy ośrodków - Fala w plazmie. Prędkość fazowa i grupowa fali. Zjawiska wpływające na propagację fal z uwzględnieniem jonosfery. Warunki brzegowe. Fala padająca prostopadle na granicę ośrodków. Ośrodki uwarstwione - (7h).

Źródła pól i promieniowanie - Potencjały pól w przypadku dynamicznym i quasistatycznym. Dipol Hertza. Podstawowe parametry anten - (5h).

Prowadnice falowe - 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. Światłowody - (9h).

Pola w obszarach ograniczonych i rezonatorach - Ogólne cechy rezonatorów. Rezonatory zbudowane z odcinków linii TEM i falowodów, rozkłady pól, częstotliwość rezonansowa, dobroć. Rezonatory dielektryczne - (5h)

**Metody oceny:**

1. Zaliczenie przedmiotu wymaga uzyskania minimum 51 pkt podczas semestru.
2. Maksymalna liczba punktów - 100 pkt
3. Podczas wykładów, po zakończeniu działów tematycznych odbędzie się 5 kolokwiów ocenianych w skali 0 - 10 pkt
4. 50 pkt uzyskuje się z egzaminu pisemnego.

Ocena wystawiana jest według ogólnie przyjętej na PW skali procentowej

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
 T. Morawski, J. Zborowska "Pola i Fale" , materiały pomocnicze.
 D. Rosołowski, materiały wykładowe.

Literatura uzupełniająca:
 T. Morawski, W. Gwarek "Pola i fale elektromagnetyczne", WNT, Warszawa 2013.
 T. Morawski, J. Zborowska " Pola i fale elektromagnetyczne : zbiór zadań", Oficyna Wydawnicza PW, 2005

**Witryna www przedmiotu:**

www.elka.pw.edu.pl, materiały dostępne na stronie WEiTI

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PFM\_W1:**

Ma podstawową wiedzę dotyczącą fal elektromagnetycznych, ich propagacji oraz stosowanego do opisu aparatu matematycznego.
Ma podstawowa wiedzę dotyczącą warunków brzegowych dla pól elektromagnetycznych oraz odbicia fal od granicy ośrodków.

Weryfikacja:

kolokwia, ćwiczenia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PFM\_W2:**

Ma podstawową wiedzę dotyczącą prowadnic falowych stosowanych w technice w.cz. (linie współosiowe, falowody). Ma podstawową wiedzę dotyczącą zasad konstrukcji rezonatorów mikrofalowych.

Weryfikacja:

kolokwia, ćwiczenia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PFM\_U1:**

Umie interpretować podstawowe zjawiska fizyczne z dziedziny elektrodynamiki i fal elektromagnetycznych. Potrafi do opisu zjawisk fizycznych zastosować adekwatny model zgodny z klasyczną elektrodynamiką (równania Maxwella) lub uproszczony model obwodowy.

Weryfikacja:

kolokwia, ćwiczenia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PFM\_U2:**

Umie ocenić głębokość wnikania fal elektromagnetycznych w ośrodki materialne, obliczyć rezystancje przewodów 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 określić w nich przybliżone rozkłady pól.

Weryfikacja:

kolokwia, ćwiczenia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**