**Nazwa przedmiotu:**

Anteny i propagacja fal

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Stanisław ROSŁONIEC

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika i Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty kierunkowe

**Kod przedmiotu:**

ANM

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

30 h - liczba godzin wykładowych
15 h - liczba godzin laboratoryjnych
30 h - przygotowanie do wykładów
45 h - przygotowanie do laboratorium i wykonanie sprawozdania
12 h - przygotowanie do kolokwiów

ŁACZNIE 132 h

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

1. Podstawowe wiadomości z zakresu analizy matematycznej i geometrii różniczkowej.
2. Podstawowe wiadomości z zakresu elektrodynamiki (teorii pola elektromagnetycznego).
3. Podstawowe wiadomości z zakresu fizyki

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Zasadniczymi celami dydaktycznymi są:
- zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami elektrodynamiki związanymi z propagacją fal elektromagnetycznych w wolnej przestrzeni
- zapoznanie studentów z podstawowymi funkcjami anten nadawczych i odbiorczych w torze radiokomunikacyjnym

**Treści kształcenia:**

Zakres wykładu:
 Wykład 1, 2 h
Podstawowe prawa elektrodynamiki - równania Maxwella i równanie falowe Helmholtza. Rola anteny w torze radiokomunikacyjnym i jej podstawowe parametry elektryczne: charakterystyka kierunkowości, zysk kierunkowy, zysk energetyczny, częstotliwościowe pasmo pracy, rezystancja promieniowania, długość skuteczna dla anten przewodowych, powierzchnia skuteczna dla anten aperturowych, wytrzymałość energetyczna dla anten nadawczych i temperatura szumowa dla anten odbiorczych.
 Wykład 2, 2 h
Anteny elementarne: dipol elektryczny Hertza, dipol magnetyczny (nieskończenie mała ramka z prądem) i element Huygens’a (elementarny wycinek fali płaskiej). Zasada wektorowego sumowania natężeń pól elektromagnetycznych generowanych przez różne określone źródła. Anteny przewodowe prostoliniowe: antena krótka, antena półfalowa, antena symetryczna o dowolnej długości l określonej względem długości fali.
 Wykład 3, 2 h
Anteny przewodowe prostoliniowe zasilane symetrycznie. Nienormowana charakterystyka kierunkowości, wpływ ziemi (idealnie przewodzącej powierzchni) na charakterystykę kierunkowości anteny ustawionej względem niej prostopadle i równolegle. Przykłady analizy.
 Wykład 4, 2 h
 Antena przewodowa, prostoliniowa ustawiona prostopadle względem powierzchni ziemi i zasilana u podstawy. Parametry anteny: przestrzenna charakterystyka kierunkowości, wysokość efektywna, rezystancja promieniowania i zysk kierunkowy. Obwody dopasowująco – symetryzujące wykorzystywane do zasilania różnego rodzaju anten przewodowych.
 Wykład 5, 2 h
Wieloelementowe, liniowe szyki antenowe – zagadnienie analizy. Charakterystyka grupowa regularnych szyków synfazowych o równomiernym rozkładzie amplitud prądów zasilających. Mechanizm powstawania listków dyfrakcyjnych i jego wpływu na wymiary geometryczne omawianych anten. Zagadnienie syntezy liniowego, synfazowego szyku antenowego metodą Dolpha – Czebyszewa. Przykłady syntezy.
 Wykład 6, 2 h
Płaski szyk antenowy (antena ścianowa) z elektronicznie kształtowaną charakterystyką kierunkowości. Omówienie zasady pracy anten ścianowych wielowiązkowych wykorzystujących matryce Blassa lub Butlera. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych anten ścianowych wykorzystywanych radiokomunikacji (telefonii komórkowej) i w radiolokacji.
 Wykład 7, 2 h
Anteny z fala bieżącą – charakterystyka promieniowania prostoliniowego przewodu , w którym wzbudzany jest prąd w postaci fali bieżącej. Podstawowe rozwiązania
konstrukcyjne anten rombowych. Anteny spiralne promieniujące wzdłuż swojej osi i ich zastosowania w systemach łączności satelitarnej.
 Wykład 8, 2 h
Anteny reflektorowe z reflektorami płaskimi, kątowymi , typu cylinder paraboliczny, paraboloidalnymi i paraboloidalnymi przesuniętymi. Antena peryskopowa. Algorytmy projektowania omawianych anten. Przykłady rozwiązań zadań projektowych.
 Wykład 9, 2 h
Anteny dwureflektorowe typu Cassegraina i Gregoriana. Anteny tubowe: tuba sektorowa w płaszczyźnie H, tuba piramidalna E – H i antena tubowo – paraboloidalna. Algorytmy projektowania i przykłady rozwiązań konstrukcyjnych.
 Wykład 10, 2 h
Metodyka wyznaczania przestrzennej charakterystyki promieniowania anten aperturowych wykorzystująca teorię elementu Huygensa. Przykady obliczeń dla prostokątnej płaskiej apertury, po której płyną synfazowe prądy o równomiernych i nierównomiernych rozkładach amplitudowych.
 Wykład 11, 2 h
Anteny soczewkowe z soczewkami opóźniającymi (dielektrycznymi) i przyspieszającymi (metalowymi). Soczewki strefowane. Soczewki dielektryczne niejednorodne: Maxwella i Luneberga. Przykłady zastosowań.
 Wykład 12, 2 h
Anteny szczelinowe rezonatorowe i falowodowe. Metodyka wykorzystania teorii anten przewodowych do analizy anten szczelinowych – zasada dualności. Wybrane algorytmy projektowania wieloszczelinowych, regularnych szyków antenowych.
 Wykład 13, 2 h
Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych anten szczelinowych wykorzystywanych w radiolokacji i w radionawigacji. Wybrane układy antenowe o parametrach słabo zależnych od częstotliwości i ich zastosowania: w szerokopasmowej transmisji i w systemach rozpoznania radioelektronicznego.
 Wykład 14, 2 h
Anteny szerokopasmowe samodopełniające się. Anteny logarytmiczno – periodyczne i zasady ich projektowania. Anteny ze spiralami Archimedesa, logarytmicznymi i anteny typu ’’sinuous’’.
 Wykład 15, 2 h
Anteny mikrofalowe wykonane w technologii niesymetrycznej linii paskowej.
Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych pojedynczych anten łatwych i przybliżone metody ich projektowania. Jednowymiarowe regularne szyki antenowe z promiennikami łatowymi.
Dwuwymiarowe podwójnie regularne szyki antenowe z promiennikami łatowymi.

Zakres laboratorium:
 Badanie charakterystyk kierunkowych (3 h)
 Badanie charakterystyk polaryzacyjnych (3 h)
 Pomiar impedancji własnej oraz sprzężeń wzajemnych między radiatorami (3 h)
 Badanie rozkładu pola elektromagnetycznego na aparaturze anteny (3 h)
 Propagacja fal (3 h)

**Metody oceny:**

1. Dwa kolokwia wykładowe
2. Kolokwia wstępne przed laboratoriami i ocena sprawozdań
3. Egzamin pisemny i ustny (obowiązkowy)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
 S. Rosłoniec "Podstawy techniki antenowej" Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2006.
 D. J. Bem "Anteny i rozchodzenie się fal radiowych" - WNT - Warszawa 1973
 J. Szóstka "Fale i anteny" - WKŁ Warszawa 2000

Literatura uzupełniająca:

 G. Z Ajzenberg "Anteny krótkofalowe" - WNT Warszawa, 1968
 R. C. Johnson "Antenna Engineering Handbook" - MacGraw-hill Inc., New York 1993
 J. Matuszczyk "Poradnik antenowy dla krótkofalowców amatorów i służb profesjonalnych" - WKŁ Warszawa 2003.
 J. Pieniak "Anteny telewizyjne i radiowe" - WKŁ - Warszawa 1997

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ANM\_W01:**

Student, który zaliczył przedmiot ma podstawową wiedzę na temat zasad działania anten przewodowych, aperturowych, sektorowych i wieloelementowych szyków antenowych

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów, egzaminu pisemnego i ustnego i sprawozdań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ANM\_W01:**

Student, który zaliczył przedmiot ma podstawową wiedzę na temat zasad działania anten przewodowych, aperturowych, sektorowych i wieloelementowych szyków antenowych

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów, egzaminu pisemnego i ustnego i sprawozdań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka :**

Student potrafi wyznaczyć eksperymentalnie charakterystyki kierunkowości podstawowych typów anten radiokomunikacyjnych

Weryfikacja:

kontrola sprawozdań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka :**

Student potrafi wyznaczyć eksperymentalnie charakterystyki kierunkowości podstawowych typów anten radiokomunikacyjnych

Weryfikacja:

kontrola sprawozdań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ANM\_U01:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi zaprojektować podstawowe rodzaje anten przewodowych, aperturowych, sektorowych i wieloelementowych szyków antenowych.

Weryfikacja:

Kontrola umiejętności w trakcie egzaminu pisemnego i ustnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ANM\_U02:**

Student potrafi wykorzystywać źródła literaturowe

Weryfikacja:

W trakcie egzaminu ustnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ANM\_U02:**

Student potrafi wykorzystywać źródła literaturowe

Weryfikacja:

W trakcie egzaminu ustnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ANM\_K01:**

Student potrafi pracować w zespole laboratoryjnym

Weryfikacja:

ocena pracy zespołu laboratoryjnego w trakcie wykonywania ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**