**Nazwa przedmiotu:**

Teoria i projektowanie anten

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż Yevhen Yashchyshyn

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

TPA

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

125

**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:**

1

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

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

**Wymagania wstępne:**

Zalecane przedmioty poprzedzające:
1. Podstawy radiokomunikacji
2. Anteny

**Limit liczby studentów:**

45

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowaną teorią anten, która stanowi bazę nowoczesnych metod projektowania anten, w tym za pomocą symulatorów elektromagnetycznych. Na przykładzie anten paskowych są rozpatrywane różne metody analizy oraz syntezy anten, które mają różny poziom przybliżenia zachodzących w strukturze zjawisk fizycznych oraz uwzględnienia ich wpływu na uzyskiwane charakterystyki. Część projektowa przedmiotu pozwala na praktyczne wykorzystanie przedstawionych metod projektowania wraz z analizą porównawczą otrzymanych rezultatów. Duży nacisk jest położony na projektowanie anten paskowych oraz inteligentnych.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
 Wprowadzenie (2 godziny):
Zagadnienia ogólne projektowania anten. Analiza i synteza anten, modele matematyczne. Komercyjne symulatory elektromagnetyczne – zalety i wady.
 Anteny drukowane na podłożu dielektrycznym (10 godzin):
Historia anten na podłożu dielektrycznym. Struktury paskowe. Fale w strukturach zawierających podłoże dielektryczne. Właściwości linii mikropaskowej. Cechy wspólne anten drukowanych. Zasilanie anten drukowanych. Modelowanie anten drukowanych. Metody uproszczone i zaawansowane. Możliwości i ograniczenia komercyjnych symulatorów anten. Metody projektowania anten drukowanych.
 Podstawy elektrodynamiczne do teorii i projektowania anten (10 godzin):
 Modele matematyczne anten. Obliczenie pola promieniowania anteny. Fale Elektryczne i Magnetyczne w współrzędnych prostokątnych. Zadania brzegowe i równania całkowe. Funkcja Greena. Podstawowe parametry szyków antenowych. Metoda Momentów. Impedancja własna i wzajemna radiatora w szyku antenowym. Synteza charakterystyk promieniowania szyków antenowych.
 Anteny Adaptacyjne i Inteligentne (8 godzin):
Wprowadzenie do anten inteligentnych. System antenowy z przełączeniem wiązki. System adaptacyjny. Adaptacyjne kształtowanie wiązki. Zastosowanie anten adaptacyjnych w systemach SDMA. Zastosowanie anten adaptacyjnych do określenia kierunku DOA. Adaptacyjne kształtowanie wiązki. Wpływ sprzężeń wzajemnych. Adaptacja optymalna. Metody MMSE, MSNR, MV, LMS.
Zakres projektu:
P1 – Projektowanie antenowego szyku drukowanych promienników
Projekt powinien zawierać:
I. Analiza pojedynczego promiennika:
1) uzasadniony wybór przenikalności dielektrycznej podłoża oraz grubości podłoża anteny paskowej,
2) obliczenie wymiarów promiennika,
3) obliczenie impedancji wejściowej promiennika,
4) obliczenie charakterystyki kierunkowej promiennika,
5) obliczenie kierunkowości promiennika.
II. Analiza liniowego fazowanego szyku:
1) obliczenie charakterystyki kierunkowej liniowego szyku bez fazowania,
2) obliczenie na poszczególnych radiatorach skoku fazy zapewniającego zadany zakres skanowania,
3) obliczenie kierunkowości szyku.
III. Projekt szyku antenowego wraz ze siecią zasilającą:
1) opracowanie konstrukcji sieci zasilającej,
2) uzasadniony wybór przesuwnika fazy (opcjonalnie),
IV. Podsumowanie i/lub wnioski

P2 – Projektowanie i analiza inteligentnej anteny adaptacyjnej Projekt powinien zawierać:
1) Obliczenie optymalnych wartości współczynników wagowych bez uwzględnienia sprzężeń wzajemnych;
2) Obliczenie optymalnych wartości współczynników wagowych z uwzględnieniem sprzężeń wzajemnych;
3) Analizę charakterystyk kierunkowych
4) Porównanie punktów 1 i 2;
5) Podsumowanie i/lub wnioski.

**Metody oceny:**

Ocena zaliczenia przedmiotu jest równa średniej z ocen projektu i egzaminu.
Na ogólną ocenę projektu składają się dwie oceny za każdą jego część (z uwzględnieniem współczynnika wagowego: W1=2; W2=1). Koniecznie jest wykonanie wszystkich części projektu. Należy uzyskać co najmniej połowę maksymalnej liczby punktów zarówno z egzaminu jak i z projektu. W przypadku uzyskania ogólnej oceny z projektu powyżej 4.75 oraz przy zaliczeniu każdej części projektu w najkrótszym terminie zaliczenie przedmiotu może odbywać się na podstawie egzaminu zerowego, czyli rozmowy kwalifikacyjnej.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura
1. Materiały do wykładu (są dostępne w postaci elektronicznej)
2. D. M. Pozar, D. H. Schauber “Microstrip Antennas”, IEEE PRESS, 1995
3. C. A. Balanis “Antenna Theory. Analysis and Design”, Wiley-Interscience, 2005
4. S. Drabowitch, A. Papiernik, H. Griffiths, J. Encinas „Modern Antennas”, 1998
5. R. C. Hansen “Phased Array Antennas”, Wiley-Interscience, 1998
6. W. Zieniutycz “Anteny, postawy polowe”, WKŁ, 2001
7. L. G. Godara „Smart Antennas”, CRC PRESS, 2004
8. T. K. Sarcar, M. C. Wickes, M. Salazar-Palma, R. J. Bonneau “Smart Antennas”, Wiley-Interscience, 2003
9. R. A. Monzigo, T. W. Miller „Introduction to Adaptive Arrays”, Wiley-Interscience, 1980

**Witryna www przedmiotu:**

www.ire.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Efektem kształcenia jest umiejętność projektowania, analizy oraz syntezy struktur promieniujących z uwzględnieniem technologicznych możliwości realizacji projektu.

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W14, K\_W01, K\_W04, K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka Wpisz opis:**

Student, który zaliczył przedmiot, potrafi wybrać metodę i zaprojektować antenę lub szyk antenowyy na podstawie znanych parametrow technicznychw aperturze anteny

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka Wpisz opis:**

ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności anten

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KR