



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu  
Fale i anteny [S1EiT1>FiA]

### Przedmiot

Kierunek studiów Elektronika i telekomunikacja	Rok/Semestr 2/4
Studia w zakresie (specjalność) –	Profil studiów ogólnoakademicki
Poziom studiów pierwszego stopnia	Język oferowanego przedmiotu polski
Forma studiów stacjonarne	Wymagalność obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład 15	Laboratorium 15	Inne (np. online) 0
Ćwiczenia 0	Projekty/seminaria 0	

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr inż. Piotr Górniak  
piotr.gorniak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien mieć wiedzę z podstaw algebry, analizy matematycznej, rachunku prawdopodobieństwa, fizyki, elektromagnetyzmu, teorii obwodów i metrologii elektrycznej. Powinien również posiadać umiejętność obliczania prostych obwodów elektrycznych prądu stałego i przemiennego, umiejętność pozyskiwania informacji z podanych źródeł i być gotowy do współpracy w zespole.

### Cel przedmiotu

Poznanie i zrozumienie matematycznego opisu pól elektromagnetycznych emitowanych przez źródła liniowe w polu bliskim oraz dalekim; poznanie i zrozumienie podstawowych numerycznych oraz asymptotycznych metod analizy linii transmisyjnych, anten oraz kanałów propagacyjnych. Poznanie i zrozumienie parametrów opisujących anteny, poznanie i zrozumienie działania najczęściej używanych typów anten, umożliwiające prawidłowy dobór anteny do konkretnego systemu radiokomunikacyjnego; poznanie i zrozumienie zasad pomiarów anten i torów antenowych, poznanie i zrozumienie propagacji fal radiowych w wolnej przestrzeni i atmosferze Ziemi dla różnych zakresów częstotliwości.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

Student po ukończeniu przedmiotu ma:

1. uporządkowaną i podbudowaną matematycznie szczegółową wiedzę w zakresie propagacji fal elektromagnetycznych, budowy i własności anten
2. wiedzę w zakresie miernictwa radiokomunikacyjnego - zna i rozumie metody pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących anteny i tory antenowe
3. podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej; zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, w tym dotyczące pracy w polu elektromagnetycznym.
4. orientację na temat obecnego stanu wiedzy oraz najnowszych trendów rozwojowych dotyczących stosowania anten w telekomunikacji.

#### Umiejętności:

Student po ukończeniu przedmiotu potrafi:

1. pozyskiwać dane z literatury i innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także formułować wnioski i uzasadniać opinie
2. projektować proste anteny z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych; zaprojektować tor antenowy oraz łącze radiowe, korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich anten oraz kabli i porównać rozwiązania projektowe w oparciu o zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne, a także rozumie podstawowe pojęcia związane z wykonywaniem projektów propagacyjnych
3. dokonać wyboru właściwych metod i wykonać pomiar podstawowych wielkości charakteryzujących anteny i tory antenowe stosując przy tym zasady BHP
4. przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie anten, torów antenowych i systemów radiokomunikacyjnych dostrzegać ich aspekty pozatechniczne (środowiskowe, ekonomiczne, prawne, budowlane)
5. dalej samodzielnie się kształcić i współpracować w zespole.

#### Kompetencje społeczne:

Student po ukończeniu przedmiotu:

1. rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych
2. ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny i przestrzegania etyki zawodowej
3. ma poczucie odpowiedzialności za zaprojektowane systemy telekomunikacyjne i zdaje sobie sprawę z potencjalnych niebezpieczeństw dla innych ludzi lub społeczeństwa wynikających z ich nieodpowiedniego wykorzystania, posiada umiejętność szacowania ryzyka wynikającego ze swojej działalności.

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

- na sem. IV

1. wiedza nabyta na wykładach weryfikowana jest w czasie końcowego kolokwium zaliczeniowego pisemnego i/lub ustnego (czas trwania części pisemnej 90 minut; 4-6 pytań problemowych, w których oczekuje się odpowiedzi opisowej lub obliczeniowej, próg zaliczeniowy 50% punktów (ocena 3,0), a następnie 60% (ocena 3,5), 70% (ocena 4,0), 80% (ocena 4,5), 90% (ocena 5,0), lista zagadnień zaliczeniowych przesyłana jest e-mailem do studentów, student w trakcie zaliczenia ma dostęp do wybranych wzorów umieszczonych na arkuszu, przekazywanym studentom przed końcem ostatniego wykładu).
2. wiedza i umiejętności nabyte na ćwiczeniach laboratoryjnych jest weryfikowana na podstawie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych (zasady przygotowania sprawozdań są przedstawiane na zajęciach organizacyjnych), ocena obejmuje formalną zgodność sprawozdania ze wzorcem, sposób opracowania wyników pomiarów oraz odpowiedzi na pytania zawarte w instrukcji.

- na sem. V:

1. wiedza nabyta na wykładach jest weryfikowana w czasie końcowego egzaminu pisemnego i/lub ustnego (czas trwania części pisemnej 90 minut; odpowiedź opisowa na 3-5 pytań, próg zaliczeniowy 50% punktów (ocena 3,0), lista zagadnień egzaminacyjnych jest przesyłana e-mailem do studentów)
2. wiedza i umiejętności nabyte na ćwiczeniach laboratoryjnych jest weryfikowana na podstawie oceny sprawozdań z tych ćwiczeń (zasady przygotowania sprawozdań są przedstawiane na zajęciach organizacyjnych), ocena obejmuje formalną zgodność sprawozdania ze wzorcem, sposób opracowania

wyników pomiarów oraz odpowiedzi na pytania zawarte w instrukcji.

## Treści programowe

Wykład sem. IV

1. Zastosowanie własności dipola Hertza do analizy pól elektromagnetycznych emitowanych przez źródła liniowe w polu bliskim oraz dalekim.
2. Analiza pól elektromagnetycznych emitowanych przez układy antenowe złożone ze źródeł liniowych. Idea sterowania wiązki układu antenowego.
3. Metoda FDTD (Finite-Difference Time-Domain) w analizie linii transmisyjnych oraz anten.
4. Metoda optyki geometrycznej (ang. Geometrical Optics - GO) oraz jednolitej teorii dyfrakcji (ang. Uniform Theory of Diffraction - UTD) w analizie propagacji fali elektromagnetycznej.

Wykład sem. V

1. Źródła promieniowania elektromagnetycznego, rola anteny w torze radiowym, podstawowe parametry anten, zasada wzajemności, najprostsze anteny – dipol krótki, dipol półfalowy, dipol pętlowy.
2. Anteny nad ziemią idealną i rzeczywistą, unipole, anteny prostoliniowe, symetryzacja, układy antenowe, anteny szerokopasmowe, anteny aperturowe, reflektorowe i mikropaskowe, anteny w systemach radiokomunikacyjnych, montaż i konserwacja anten, wpływ pola em. na organizm człowieka, przepisy BHP i ochrony środowiska dotyczące pracy w polu em.
3. Podstawowe zależności propagacyjne, propagacja fal w wolnej przestrzeni, strefy Fresnela, kryterium Rayleigha, przypadek dwóch anten podniesionych, właściwości troposfery i jonosfery, rozchodzenie się fal długich, średnich, krótkich, ultrakrótkich i mikrofal, projektowanie systemów radiokomunikacyjnych, modele propagacyjne, kompatybilność elektromagnetyczna systemów radiokomunikacyjnych
4. Pomiary torów antenowych, reflektometria FDR, pomiary WFS/RL, charakterystyki promieniowania i zysku energetycznego, pomiary propagacyjne.

Laboratorium sem. IV

1. Pomiar tłumienia linii transmisyjnej
2. Pomiar impedancji charakterystycznej i współczynnika skrócenia linii transmisyjnej
3. Pomiary generatora Gunna
4. Badanie dipola liniowego

Laboratorium sem. V

1. Pomiary charakterystyki promieniowania wybranych anten
2. Efekt Dopplera
3. Pomiar WFS/RL toru antenowego obciążonego anteną
4. Symulacja komputerowa wybranych anten
5. Pomiary izolatora i cyrkulatora
6. Pomiar propagacji fal w falowodach
7. Pomiar propagacji fal w wolnej przestrzeni

## Tematyka zajęć

brak

## Metody dydaktyczne

- na sem. IV

1. Wykład tradycyjny mieszany z wykładem problemowym. Prezentacje multimedialne.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie zadań praktycznych w grupach (2-4 osoby) w oparciu o pisemne instrukcje.

- na sem. V

1. Wykład tradycyjny (informacyjny): prezentacja multimedialna uzupełniona o przykłady podawane na tablicy, filmy edukacyjne.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie zadań praktycznych w grupach (2-4 osoby) w oparciu o pisemne instrukcje.

## Literatura

Podstawowa

1. Szóstka J., Fale i anteny (wyd. III), Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2006.
2. Bandurski W., Górniak P., Wardzińska A., Woźniak A., Metody analizy pól i propagacji fal elektromagnetycznych w elektronice i telekomunikacji, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2012

Uzupełniająca

1. Szóstka J., Mikrofałe. Układy i systemy, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2006.

2. Szóstka J., Horyzontowe linie radiowe, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	175	7,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	101	5,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiiów/egzaminu, wykonanie projektu)	74	2,00