

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Fale i anteny		Kod 1010801151010840040
Kierunek studiów Elektronika i Telekomunikacja	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 3 / 5
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: polski / angielski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 2 Ćwiczenia: - Laboratoria: 2 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 4
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) kierunkowy		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) z danego kierunku
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 4 100% 4 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:		
Prof. dr hab. inż. Wojciech Bandurski email: wojciech.bandurski@put.poznan.pl tel. 061 665 3848 Wydział Elektroniki i Telekomunikacji ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań		Dr inż. Jarosław Szóstka email: e-mail: szostka@et.put.poznan.pl tel. tel. 61 665 3895 Wydział Elektroniki i Telekomunikacji ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Posiada znajomość teorii pola elektromagnetycznego, teorii obwodów oraz metrologii elektrycznej w zakresie podstawowym. Wykazuje znajomość analizy matematycznej w zakresie: podstaw równań różniczkowych cząstkowych i analizy wektorowej.
2	Umiejętności:	Potrafi rozwiązywać proste obwody o parametrach skupionych i rozłożonych w stanie ustalonym oraz w nieustalonym-metodą operatorową. Stosuje rachunek wektorowy w trzech podstawowych układach współrzędnych, potrafi rozwiązywać jednowymiarowe równania różniczkowe o stałych współczynnikach. Wykazuje umiejętność posługiwania się programami: Matlab, Mathcad, Spice.
3	Kompetencje społeczne	Zdolny do samodzielnego uczenia się (podręczniki, programy komputerowe) Zachowuje się aktywnie na zajęciach, stawia pytania, świadomie korzysta z kontaktów z prowadzącym (np. w ramach konsultacji).
Cel przedmiotu:		
Poznanie najczęściej używanych typów anten z uwzględnieniem ich budowy, zasady działania i parametrów. Prawidłowy dobór anteny dla konkretnego systemu radiokomunikacyjnego, poznanie i rozumienie zasad pomiaru anten i torów antenowych. Poznanie i zrozumienie trzech sposobów analizy i symulacji propagacji fal elektromagnetycznych metodami analitycznymi, numerycznymi i asymptotycznymi. Zastosowanie tych metod do obliczania parametrów propagacji przewodowej oraz bezprzewodowej. Wprowadzenie do modelowania oddziaływania zakłóceń elektromagnetycznych z układami elektronicznymi.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		

<p>1. Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie pól i fal elektromagnetycznych, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia generacji, przewodowego i bezprzewodowego przesyłania oraz detekcji sygnałów w paśmie wysokich częstotliwości. - [K1_W07]</p> <p>2. Rozumie bilans energetyczny w polu elektromagnetycznym w oparciu o wektor Poyntinga. Ma podstawową wiedzę na temat falowodów oraz prostych układów promieniujących. - [K1_W07]</p> <p>3. Ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii, zna i rozumie metody pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy (anten) i układy (tory antenowe). Rozumie pojęcia: pole elektromagnetyczne dalekie, długość skuteczna anteny, skuteczny przekrój radarowy (RCS). - [K1_W18]</p> <p>4. Rozumie podstawy matematyczne metod: analitycznych, numerycznych i asymptotycznych stosowane w modelowaniu i symulacji propagacji fal elektromagnetycznych. - [K1_W07]</p> <p>5. Zna i rozumie zagadnienia dokładności i stabilności metod numerycznych. Wie na czym polega modelowanie wolnej przestrzeni oraz jaka jest rola absorpcyjnych warunków brzegowych (ABC). - [K1_W07]</p> <p>6. Posiada podstawową wiedzę w zakresie optyki geometrycznej oraz jednolitej teorii dyfrakcji w zastosowaniu do bezprzewodowej propagacji fal. Rozumie ich rolę w technice śledzenia promieni. - [K1_W07]</p> <p>7. Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych dotyczących stosowania anten w telekomunikacji. - [K1_W24]</p>
Umiejętności:
<p>1. Potrafi pozyskiwać dane z literatury i innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także formułować i uzasadniać opinie. - [K1_U01]</p> <p>2. Potrafi używać i przeliczać podstawowe jednostki wielkości fizycznych występujących w dziedzinie propagacji fal elektromagnetycznych w skali naturalnej (liniowej) i logarytmicznej (np. dB, dBv, dBm, itd.) - [K1_U02]</p> <p>3. Potrafi projektować proste anteny z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych; potrafi porównać rozwiązania projektowe elementów (anten, kabli itp.) ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne. - [K1_U11]</p> <p>4. Projektuje tor antenowy i potrafi obliczyć jego bilans energetyczny korzystając z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu doboru odpowiednich komponentów (anten, kabli, złącz) projektowanego układu lub systemu elektronicznego. - [K1_U11]</p> <p>5. Umie zapisać algorytm wybranej metody numerycznej (np. FDTD) dla prostych problemów propagacji fal w językach wyższego poziomu takich jak Matlab, Mathcad itp. - [K1_U11]</p> <p>6. Potrafi obliczyć wartości pola elektrycznego (magnetycznego) fal rozchodzących się w wolnej przestrzeni, a także z uwzględnieniem odbić od obiektów oraz ugięcia na krawędziach bazując na optyce geometrycznej i jednolitej teorii dyfrakcji korzystając z języków wyższego poziomu takich jak Matlab, Mathcad. - [K1_U15]</p>
Kompetencje społeczne:
<p>1. Jest otwarty na możliwości ciągłego doskonalenia się i rozumie konieczność podnoszenia kompetencji zawodowych. - [K1_K01]</p> <p>2. Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej; zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. - [K1_K02]</p> <p>3. Ma poczucie odpowiedzialności za zaprojektowane systemy elektroniczne i telekomunikacyjne. - [K1_K03]</p>

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

1. Egzaminacje pisemne i pytania testowe
2. Raporty (Sprawozdania) z ćwiczeń laboratoryjnych
3. Sprawdzanie aktywności podczas ćwiczeń laboratoryjnych

Treści programowe

? Źródła promieniowania elektromagnetycznego, rola anteny w torze radiowym, podstawowe parametry anten, zasada wzajemności, najprostsze anteny ? dipol krótki, dipol półfalowy, dipol pętlowy.

? 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, przepisy BHP i ochrony środowiska.

? Pomiary torów antenowych, reflektometria FDR, pomiary WFS/RL, charakterystyki promieniowania i zysku energetycznego, pomiary propagacyjne.

? Potencjały: magnetyczny wektorowy oraz skalarny elektryczny w propagacji fal elektromagnetycznych.

? Przegląd równań falowych w wybranych układach współrzędnych oraz sposoby ich rozwiązywania metodą rozdzielania zmiennych.

? Czynny przekrój radarowy (RCS) definicja oraz jego obliczanie, pole dalekie, skuteczna długość anteny, transmitancja systemu antenowego w transmisji szerokopasmowej.

? Algorytm różnic skończonych (FDTD) w zastosowaniu do równań Maxwella. Modelowanie wolnej przestrzeni w metodzie FDTD, absorpcyjne warunki brzegowe (ABC).

? Elementy optyki geometrycznej oraz jednolitej teorii dyfrakcji w zastosowaniu do techniki śledzenia promienia.

? Analiza przypadku rozpraszania fali elektromagnetycznej na doskonale przewodzącym cylindrze metodami: analityczną, numeryczną (FDTD), asymptotyczną (optyka geometryczna i jednolita teoria dyfrakcji) tzw. ?case study?.

Literatura podstawowa:		
1. Fale i anteny (wyd. III), Szóstka J., Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2006.		
2. Metody analizy pól i propagacji fal w elektronice i telekomunikacji, W. Bandurski, P. Górniak, A. War-dzińska, A. Woźniak, WPP, Poznań, 2012		
3. Numerical Techniques in Electromagnetics, M.N.O. Sadiku, CRC Press, New York , 2000		
Literatura uzupełniająca:		
1. Mikrofałe. Układy i systemy, Szóstka J., Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2006.		
2. Advanced engineering electromagnetic, C.A. Balanis, Wiley, New York, 1989		
3. Teoria pola elektromagnetycznego, T. Morawski, W. Gwarek, WNT , Warszawa, 1978 i na-stępne		
4. Pole i fale elektromagnetyczne, L. Różański, WPP, Poznań, 1997		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność		Czas (godz.)
1. Udział w wykładzie		30
2. Udział w laboratorium		30
3. Przygotowania do laboratorium i opracowania raportu		30
4. Studiowanie literatury (podręczniki, katalogi)		10
5. Przygotowania do egzaminu		20
6. Konsultacje z wykładowcami		3
7. Udział w egzaminie		2
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	65	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	60	2