**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy techniki w.cz.

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Daniel GRYGLEWSKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika i Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty podstawowe

**Kod przedmiotu:**

PTWM

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

30 h - udział w wykładach
15 h - udział w ćwiczeniach
25 h - przygotowanie do kolejnych wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania miniproblemów sformułowanych na wykładzie)
15 h - przygotowanie do ćwiczeń (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania przykładowych zadań)
 3 h - udział w konsultacjach 3 godz. (zakładamy, że student korzysta z konsultacji dotyczących wykładu 3 razy w semestrze)
12 h - udział w zajęciach laboratoryjnych
20 h - przygotowanie do kolejnych laboratoriów (przejrzenie materiałów do laboratorium, rozwiązanie miniproblemów sformułowanych w materiałach przygotowujących do laboratorium, udział w konsultacjach )
30 h - przygotowanie do kolokwium i egzaminu (rozwiązanie zadań przygotowawczych, udział w konsultacjach)

ŁĄCZNIE 150 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:**

3

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

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

**Wymagania wstępne:**

Sygnały, modulacje i systemy
Analiza Matematyczna
Pola i fale (E)
Teoria obwodów

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

- zapoznanie studentów ze specyfiką opisu, projektowania i realizacji powszechnie stosowanych układów i urządzeń mikrofalowych w systemach łączności bezprzewodowej, radarowych i grzania mikrofalowego;
- ukształtowanie umiejętności analizy i projektowania wybranych pasywnych i aktywnych układów mikrofalowych;
- nabycie umiejętności korzystania z danych katalogowych i not aplikacyjnych podzespołów mikrofalowych;
- opanowanie umiejętności posługiwania się podstawową aparaturą pomiarową wykorzystywaną w pasmie mikrofal

**Treści kształcenia:**

Wykład:
- Warunki zaliczenia. Mikrofale - zdefiniowanie pojęć, podział na pasma i przykłady zastosowań (m.in. kuchenka mikrofalowa) - 1 h
- Obwodowy 1-wymiarowy model linii długiej w dziedzinie czasu i częstotliwości - pojęcie napięcia, prądu i mocy fali w linii długiej, rozwiązanie równań Telegrafistów dla pobudzenia sinusoidalnego. Rozkład amplitud. Współczynnik odbicia i fali stojącej. Transformacja impedancji - 1 h
- Wykres Smitha. Zagadnienie dopasowania, warunek dopasowania energetycznego i sposoby dopasowania zespolonej impedancji - 2 h
- Macierzowy opis liniowych N-wrotników mikrofalowych. Zespolone amplitudy napięcia fal padających i odbitych. Definicja macierzy rozproszenia [S] i transmisyjnej [T]. Klasyfikacja układów mikrofalowych (odwracalność, symetria stratność). Przykłady macierzy [S] prostych 2-wrotników. Graf przepływu sygnału - 2 h
- Podstawowe prowadnice falowe - konstrukcja, parametry, zastosowania: linie TEM (współosiowa), niesymetryczna linia paskowa, falowód koplanarny, falowody o metalowych ściankach (prostokątny i cylindryczny), rodzaje złącz i gniazd mikrofalowych - 2 h
- Metody pomiaru mocy mikrofalowej. Dioda Schottky’ego, detektor i mieszacz. Pomiar długości fali, częstotliwości modułu współczynnika odbicia i fali stojącej (WFS) oraz impedancji - linia pomiarowa ze szczeliną. - 2 h
- Pomiar wyrazów macierzy rozproszenia [S] - reflektometr, mostek kierunkowy, wektorowy analizator obwodów. Zagadnienie kalibracji analizatora obwodów. Analizator widma - zasada działania, budowa - 2 h
- Skupione elementy bierne RLC (SMD) i podzespoły pasywne - dopasowane obciążenia, tłumiki, dzielniki mocy, sprzęgacze kierunkowe. Metoda pobudzeń w fazie i w przeciwfazie w projektowaniu wybranych dwuwrotowych układów pasywnych. Zagadnienie zasilania DC mikrofalowych elementów aktywnych.- 2 h
- Dioda PIN, waraktor i układy przełączane. Modulatory amplitudy i fazy - analogowe i cyfrowe - 1 h
- Pojęcie szumu. Rodzaje szumów. Współczynnik i temperatura szumów. Czułość odbiornika - 1 h
- Tranzystory mikrofalowe (Si-BJT, MESFET, LDMOSFET, HBT, HEMT) – technologia, parametry i zastosowania. Punkt pracy. Model małosygnałowy. Analiza danych katalogowych tranzystorów - 2 h
- Wzmacniacze niskoszumne i nadawcze. Parametry i przegląd metod projektowania. Procedury projektowe obwodów wzmacniaczy ze względu na minimum szumów lub maksimum mocy wyjściowej - 1 h
- Warunki generacji. Przykłady konstrukcji generatorów mikrofalowych. Stabilność długo- i krótko terminowa. Pomiar poziomu szumów fazowych. Pętla fazowa PLL. Syntezer częstotliwości - 1 h

Ćwiczenia:
Ćwiczenia odbywają się naprzemiennie z wykładem, po omówieniu istotnej części materiału. Przewiduje 4 terminy cwiczeń:
1. Po omówieniu rozkładu napięć i prądów w jednowymiarowym modelu linii długiej – 2 h
2. Zagadnienie dopasowania, wykres Smitha, macierz rozproszenia, grafy – 4 h
3. Projektowanie sprzęgaczy kierunkowych, dzielników mocy, polaryzatorów, detektora diodowego – 3 h.
4. Obliczanie optymalnej rezystancji obciążenia tranzystora ze względu na maksymalna moc w wzmacniaczu klasy A i maksymalnej mocy. Obliczanie współczynnika szumów kaskady elementów. Szacowanie poziomu szumów fazowych na podstawie pomiarów uzyskanych z analizatora widma- 3 h

Laboratorium:
Ćwiczenia laboratoryjne odbywają się równolegle z wykładem i służą pogłębieniu wiedzy przekazanej podczas wykładu oraz zdobyciu umiejętności praktycznych w obsłudze aparatury pomiarowej. W ramach przygotowania do laboratorium studenci wykonują zadania projektowe, które następnie realizują w trakcie ćwiczeń. Program ćwiczeń obejmuje 4 3-godzinnych ćwiczeń:
1. Podstawowe pomiary mikrofalowe w linii szczelinowej. Pomiar długości fali i nieznanej impedancji obciążenia.
2. Pomiar mocy i detekcja sygnału mikrofalowego. Pomiar produktów przemiany mieszacza. Praca z analizatorem obwodów mikrofalowych oraz proces kalibracji i analizatorem widma. Zadanie w ramach przygotowania do ćwiczenia: projekt układu do pomiaru reflektancji lub strat odbicia dysponując sprzęgaczem reflektometrycznym, woltomierzem wektorowym lub dwoma miernika mocy oraz generatorem.
3. Pomiar podstawowych parametrów diod PIN i waraktorów. Wyznaczyć małosygnałowy model zmierzonych diod. Przygotowanie do ćwiczenia obejmuje projekt jednodiodowego klucza – cyfrowego modulatora amplitudy o zadanej maksymalnej częstotliwości przełączania.
4. Małosygnałowe pomiary tranzystorów i wzmacniaczy mikrofalowych. Zadanie do samodzielnego rozwiązania: Na podstawie danych katalogowych tranzystora wyznaczyć prostą obciążenia optymalną dla maksymalnej mocy wyjściowej w warunkach pracy w klasie A.

**Metody oceny:**

Metody oceny:
1. Zaliczenie przedmiotu, to minimum 50% pkt z egzaminu i ocena minimum 3 z każdego z ćwiczeń laboratoryjnych i kolokwium
2. Udział kolokwium w końcowej ocenie wynosi 30%.
3. Udział laboratorium w końcowej ocenie wynosi 30%.
4. Pozostałe 40% przypada na wynik z egzaminu.
Skala ocen: procentowa według zasad obowiązujących na PW

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
S. Rosłoniec "Liniowe obwody mikrofalowe - Metody analizy i syntezy", WKiŁ, Warszawa 1991.
B. Galwas "Miernictwo mikrofalowe", WKiŁ, Warszawa 1985.
"Mikrofalowe generatory i wzmacniacze tranzystorowe", WKiŁ, Warszawa 1991.
J. Dobrowolski "Projektowanie mikrofalowych wzmacniaczy z tranzystorami MESFET", WNT, Warszawa 1991.

Literatura uzupełniająca:
J. Dobrowolski "Mikrofale", Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1991.

**Witryna www przedmiotu:**

www.elka.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PTWM\_W01:**

student, który zaliczył przedmiot posiada wiedzę nt. obwodowego opisu linii długiej w dziedzinie częstotliwości dla pobudzenia sinusoidalnego i umie wyznaczyć współczynnik odbicia i fali stojącej dla zadanej impedancji obciążenia i odniesienia oraz wykreślić rozkład amplitud prądu i napięcia w prowadnicy falowej

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin,
laboratorium nr 1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W01:**

student, który zaliczył przedmiot posiada wiedzę nt. obwodowego opisu linii długiej w dziedzinie częstotliwości dla pobudzenia sinusoidalnego i umie wyznaczyć współczynnik odbicia i fali stojącej dla zadanej impedancji obciążenia i odniesienia oraz wykreślić rozkład amplitud prądu i napięcia w prowadnicy falowej

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin,
laboratorium nr 1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W02:**

student, który zaliczył przedmiot wie jak opisać liniowy dwuwrotnik przy pomocy macierzy rozproszenia [S] oraz sformułować i rozwiązać graf przepływu sygnału dwuwrotnika obciążonego jednowrotnikiem;

Weryfikacja:

kolokwium,
egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W02:**

student, który zaliczył przedmiot wie jak opisać liniowy dwuwrotnik przy pomocy macierzy rozproszenia [S] oraz sformułować i rozwiązać graf przepływu sygnału dwuwrotnika obciążonego jednowrotnikiem;

Weryfikacja:

kolokwium,
egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W03:**

student, który zaliczył przedmiot zna budowę, zasadę działania i główne parametry detektora, mieszacza i wybranych przyrządów pomiarowych;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W03:**

student, który zaliczył przedmiot zna budowę, zasadę działania i główne parametry detektora, mieszacza i wybranych przyrządów pomiarowych;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W03:**

student, który zaliczył przedmiot zna budowę, zasadę działania i główne parametry detektora, mieszacza i wybranych przyrządów pomiarowych;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W04:**

student, który zaliczył przedmiot zna konstrukcję, istotne parametry i technikę realizacji typowych, mikrofalowych układów pasywnych takich jak: tłumiki stałe, dopasowane obciążenia, sprzęgacze (gałęziowy, pierścieniowy, z liniami sprzężonymi, reflektometryczny), dzielniki i sumatory mocy (3dB/kwadraturowy, Wilkinsona, 3dB/antyfazowy)

Weryfikacja:

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W04:**

student, który zaliczył przedmiot zna konstrukcję, istotne parametry i technikę realizacji typowych, mikrofalowych układów pasywnych takich jak: tłumiki stałe, dopasowane obciążenia, sprzęgacze (gałęziowy, pierścieniowy, z liniami sprzężonymi, reflektometryczny), dzielniki i sumatory mocy (3dB/kwadraturowy, Wilkinsona, 3dB/antyfazowy)

Weryfikacja:

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W05:**

student, który zaliczył przedmiot nabył podstawową wiedzę o materiałach półprzewodnikowych stosowanych w technologii mikrofalowych przyrządów aktywnych, zna budowę, zasadę działania, ważne parametry i przeznaczenie takich elementów aktywnych jak: dioda Schottky’ego, PIN, waraktor, tranzystory – Si-BJT, MESFET, HEMT, HBT;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 3 i 4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W05:**

student, który zaliczył przedmiot nabył podstawową wiedzę o materiałach półprzewodnikowych stosowanych w technologii mikrofalowych przyrządów aktywnych, zna budowę, zasadę działania, ważne parametry i przeznaczenie takich elementów aktywnych jak: dioda Schottky’ego, PIN, waraktor, tranzystory – Si-BJT, MESFET, HEMT, HBT;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 3 i 4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_W05:**

student, który zaliczył przedmiot nabył podstawową wiedzę o materiałach półprzewodnikowych stosowanych w technologii mikrofalowych przyrządów aktywnych, zna budowę, zasadę działania, ważne parametry i przeznaczenie takich elementów aktywnych jak: dioda Schottky’ego, PIN, waraktor, tranzystory – Si-BJT, MESFET, HEMT, HBT;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 3 i 4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PTWM\_U01:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi zaprojektować obwód dopasowujący daną impedancję do impedancji linii odniesienia metodą graficzną z wykorzystaniem wykresu Smitha oraz obwód zasilania DC (polaryzator) elementu aktywnego

Weryfikacja:

kolokwium,
egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U01:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi zaprojektować obwód dopasowujący daną impedancję do impedancji linii odniesienia metodą graficzną z wykorzystaniem wykresu Smitha oraz obwód zasilania DC (polaryzator) elementu aktywnego

Weryfikacja:

kolokwium,
egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U02:**

student, który zaliczył przedmiot posiada umiejętność posługiwania się miernikami mocy oraz w zakresie podstawowym wektorowym analizatorem obwodów i analizatorem widma;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 2 i 3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U02:**

student, który zaliczył przedmiot posiada umiejętność posługiwania się miernikami mocy oraz w zakresie podstawowym wektorowym analizatorem obwodów i analizatorem widma;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 2 i 3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U02:**

student, który zaliczył przedmiot posiada umiejętność posługiwania się miernikami mocy oraz w zakresie podstawowym wektorowym analizatorem obwodów i analizatorem widma;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 2 i 3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U02:**

student, który zaliczył przedmiot posiada umiejętność posługiwania się miernikami mocy oraz w zakresie podstawowym wektorowym analizatorem obwodów i analizatorem widma;

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 2 i 3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U03:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi podać podstawowe struktury wzmacniaczy i generatorów mikrofalowych, opisać zasadę działania i parametry takich układów oraz zna procedury projektowe wzmacniaczy niskoszumnych i nadawczych oraz generatorów z wykorzystaniem podejścia małosygnałowego.

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U03:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi podać podstawowe struktury wzmacniaczy i generatorów mikrofalowych, opisać zasadę działania i parametry takich układów oraz zna procedury projektowe wzmacniaczy niskoszumnych i nadawczych oraz generatorów z wykorzystaniem podejścia małosygnałowego.

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_U03:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi podać podstawowe struktury wzmacniaczy i generatorów mikrofalowych, opisać zasadę działania i parametry takich układów oraz zna procedury projektowe wzmacniaczy niskoszumnych i nadawczych oraz generatorów z wykorzystaniem podejścia małosygnałowego.

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium nr 4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka PTWM\_K01:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz określić priorytety niezbędne do realizacji postawionych przed nim i grupą zadań

Weryfikacja:

laboratoria 1-4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka PTWM\_K01:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz określić priorytety niezbędne do realizacji postawionych przed nim i grupą zadań

Weryfikacja:

laboratoria 1-4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**