**Nazwa przedmiotu:**

Miernictwo radioelektroniczne

**Koordynator przedmiotu:**

Jacek CICHOCKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

MR

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

106: 30 godzin - udział w wykładach i kolokwiach wykładowych, 15 godzin udział w laboratoriach, 15 godzin przygotowania do 5 laboratoriów, 10 godzin przygotowanie sprawozdań z laboratoriów, 1 godziny udział w konsultacjach, 4 godziny - przygotowanie do wykładów, 8 godzin - bieżąca analiza treści wykładów bezpośrednio po wykładach, po 11 godzin - przygotowanie do kolokwiów wykładowych

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

2
(wykłady - 30, laboratoria -15, konsultacje - 2 godziny)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,5 (laboratoria - 15 godzin, przygotowania do laboratorium- rozwiązywanie zadań i opracowanie sprawozdań - ok 20 godzin)

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

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

**Wymagania wstępne:**

PR - Podstawy radiokomunikacji (wymagane)
PPOM - Podstawy pomiarów (wymagane)

**Limit liczby studentów:**

40

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do skutecznego rozwiązywania problemów występujących w praktyce pomiarów radioelektronicznych. Zakres przedmiotu obejmuje podstawowe zagadnienia pomiaru przebiegów i układów radioelektronicznych, zwłaszcza obiektów w.cz. Szczególną uwagę poświęcono metodom i technikom analizy widma przebiegów oraz wektorowych pomiarów immitancyjnych i transmisyjnych cech obwodów i układów. Omawiane są również zagadnienia pomiaru właściwości nieliniowych i szumowych obiektów. Część laboratoryjna pozwala na praktyczne zapoznanie studentów z możliwościami, ograniczeniami i zasadami wykorzystywania współczesnej aparatury pomiarowej.

**Treści kształcenia:**

TRESC WYKŁADU:
Wybrane zagadnienia ogólne.
Podstawowe pojęcia metrologii. Modelowanie obiektów i torów pomiarowych. Skale. Weryfikacja wiarygodności i szacowanie niepewności wyników pomiaru.

Przetwarzanie przebiegów w aparaturze pomiarowej.
Rodzaje i modele przebiegów. Kształtowanie widma, przemiana częstotliwości, metody próbkowania.

Pomiary przebiegów.
Zaawansowane pomiary oscyloskopowe. Szerokopasmowe pomiary intensywności przebiegów. Pomiary częstotliwości. Pomiary selektywne (woltomierze wektorowe, heterodynowe, homodynowe). Pomiary natężenia pola elektromagnetycznego. Metody pomiarowej analizy widma. Analizatory widma. Wektorowe analizatory sygnałów. Możłiwości i ograniczenia paratury do pomiaru przebiegów.

Pomiary obwodów i układów radioelektronicznych.
Modele i warunki pomiaru jedno- i dwuwrotników. Metody i aparatura do pomiaru impedancji. Pomiary transmitancji i grupowego czasu przejścia. Pomiary macierzy rozproszenia; skalarne i wektorowe analizatory obwodów. Miary i metody pomiaru właściwości nieliniowych i szumowych.

Generatory sygnałów pomiarowych.
Podstawowe metody syntezy sygnałów w.cz. Właściwości generatorów sygnałowych.

Wprowadzenie do pomiarów radiowych urządzeń nadawczych i odbiorczych.

Tendencje rozwojowe.

LABORATORIA:
Cwiczenie A: Pomiary oscyloskopowe
- wykorzystanie technik oscyloskopowych do badań złożonych przebiegów okresowych i impulsowych oraz sygnałów I Q stosowanych w modulacjach cyfrowych .
Cwiczenie B: Analizatory widma
- zapoznanie z podstawowymi właściwościami analizatorów FFT i analizatora heterodynowego.
Cwiczenie C: Pomiary selektywne
- wykorzystanie analizatora widma do badań zmodulowanych sygnałów w.cz, oceny właściwości generatorów sygnałowych i wzmacniaczy w.cz .
Cwiczenie D: Pomiary wektorowe
- badania właściwości jedno i wielowrotników z wykorzystaniem woltomierza wektorowego i wektorowego analizatora obwodów.
Cwiczenie E: Pomiary reflektometryczne
- wykorzystanie metod reflektometrii czasowej i częstotliwościowej do badań właściwości obowodów liniowych.

**Metody oceny:**

Przedmiot jest oceniany na podstawie sumy punktów uzyskanych:
z dwóch kolokwiów wykładowych (do 20 pkt za każde kolokwium),
w ramach laboratorium (do 8 pkt za każde z pięciu ćwiczeń).
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest: uzyskanie łącznie co najmniej 41 pkt oraz ponad 30% punktów z każdego kolokwium wykładowego.
Ocena końcowa (wystawiana Studentom, którzy zaliczyli przedmiot) jest ustalana według następującej skali:
od 70 do 80 - 5
od 62 do 69,5 4,5
od 55 do 61,5 4,0
od 48 do 54,5 3,5
od 41 do 47,5 3,0.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Cichocki J., Fiok A.J., Kołakowski J., Materiały pomocnicze do przedmiotu Miernictwo radioelektroniczne (slajdy do wykładów i instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych) - oprac. wewn. IR PW (aktualizowane na bieżąco, dostępne na stronie www przedmiotu ,
Literatura uzupełniająca:
Tumański S., Technika pomiarowa, WNT 2007
Dusza J., Gortat G., Leśniewski A., Podstawy miernictwa, Oficyna Wydawnicza PW, 2007 (Wyd.3)
Scott A.W., Frobenius R., RF Measurements for Cellular Phones and Wireless Data, John Wiley & Sons, 2008
Galwas. B., Miernictwo mikrofalowe, WKŁ 1985
Dokumenty normalizacyjna: www.etsi.org
Noty aplikacyjne i materiały szkoleniowe: m.in. www. agilent.com

**Witryna www przedmiotu:**

pmr.ire.pw.edu.pl/dydaktyka/MR/miernictwo\_radioelektroniczne.htm

**Uwagi:**

realizacja co semestr

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MR\_W1:**

Ma wiedzę na temat zasad przeprowadzania i opracowywania wyników pomiarów przebiegów i układów radioelektronciznych, rodzajów niepewności pomiarowych i sposobów ich szacowania

Weryfikacja:

kolokwium wykładowe 1, laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka MR\_W2:**

Ma wiedzę dotyczącą zasad działania i właściwości urządzeń pomiarowych stosowanych w pomiarach radioelektronicznych, zna tendencje rozwojowe aparatury pomiarowej

Weryfikacja:

kolokwia wykładowe, laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W07, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, III.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MR\_U1:**

Potrafi ocenić przydatność metod i urządzeń umożliwiającymi pomiar podstawowych wielkości charakteryzujących sygnały i urządzenia wykorzystywane w technikach radiowych

Weryfikacja:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.3.o, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka MR\_U2:**

Potrafi sprawnie posługiwać się aparaturą pomiarową wykorzystywaną w pomiarach sygnałów i urządzeń radiowych, przede wszystkim: analizatorami widma, analizatorami obwodów i oscyloskopami, potrafi właściwie dobierać warunki pomiarów i unikać błedów wynikajacych z ograniczeń aparatury pomiarowej

Weryfikacja:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U10, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka MR\_U3:**

Jest przygotowany do skutecznego rozwiązywania problemów występujących w praktyce pomiarów radioelektronicznych, sprawnie posługuje się skalami decybelowymi, potrafi zweryfikować poprawność wyniku, potrafi interpretować uzyskiwane wyniki

Weryfikacja:

kolokwia wykładowe, laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U14, K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.1.o, I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka MR\_K1:**

Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role; potrafi okreśłić priorytetysłużace realizacji zadań pomiarowych

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne (przebieg i opracowanie sprawozdań)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**