**Nazwa przedmiotu:**

Miernictwo radioelektroniczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Jacek CICHOCKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika i Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty kierunkowe

**Kod przedmiotu:**

MRM

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

30 h - udział w wykładach i kolokwiach wykładowych
15 h - udział w laboratoriach
15 h - przygotowania do laboratoriów
10 h - przygotowanie sprawozdań z laboratoriów
2 h - udział w konsultacjach
6 h - przygotowanie do wykładów
8 h - bieżąca analiza treści wykładów bezpośrednio po wykładach
5 h - przygotowanie do kolokwiów wykładowych
ŁĄCZNIE 105 h

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,5

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

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

**Wymagania wstępne:**

PMEM - Podstawy metrologii (wymagane)
SMRM - Sygnały i modulacje (wymagane)

**Limit liczby studentów:**

30

**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 nieliniowych i szumowych właściwości obiektów. Część laboratoryjna pozwala na praktyczne zapoznanie studentów z możliwościami, ograniczeniami i zasadami wykorzystywania współczesnej aparatury pomiarowej.

**Treści kształcenia:**

TREŚĆ 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. Generatory sygnałów pomiarowych. Podstawowe metody syntezy sygnałów w.cz. Właściwości generatorów sygnałowych.
Pomiary przebiegów.
Zaawansowane pomiary oscyloskopowe. Szerokopasmowe pomiary intensywności przebiegów. Pomiary częstotliwości. Pomiary selektywne (woltomierze wektorowe, heterodynowe, homodynowe). Metody pomiarowej analizy widma. Analizatory widma. Wektorowe analizatory sygnałów. Możliwości i ograniczenia aparatury 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.
Wprowadzenie do pomiarów radiowych urządzeń nadawczych i odbiorczych.
Tendencje rozwojowe.
LABORATORIA:
Ćwiczenie O: Pomiary oscyloskopowe
- wykorzystanie technik oscyloskopowych do badań złożonych przebiegów okresowych i impulsowych .
Ćwiczenie R: Reflektometria czasowa
- wykorzystanie metod reflektometrii czasowej do badań właściwości obwodów liniowych.
Ćwiczenie W: Analizatory widma
- zapoznanie z podstawowymi właściwościami analizatorów FFT i analizatora heterodynowego.
Ćwiczenie Y: Badania emisji radiowych
- wykorzystanie analizatora widma do badania sygnałów radiofonicznych, telewizyjnych i emisji sieci komórkowych (w dziedzinie częstotliwości i czasu).
Ćwiczenie T: Pomiary wektorowe
- badania właściwości jedno i wielowrotników z wykorzystaniem woltomierza wektorowego i wektorowego analizatora obwodów.

**Metody oceny:**

Przedmiot jest oceniany na podstawie sumy punktów uzyskanych:
z czterech kolokwiów wykładowych (do 10 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 6 pkt (łącznie) z pierwszych dwóch kolokwiów wykładowych i ponad 6 pkt (łącznie) z ostatnich dwóch kolokwiów wykładowych.
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:**

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

**Witryna www przedmiotu:**

https://studia.elka.pw.edu.pl/priv/14Z/MRM.A/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MRM\_W01:**

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\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_W01:**

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\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_W02:**

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\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_W02:**

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\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MRM\_U01:**

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 błędów wynikających z ograniczeń aparatury pomiarowej

Weryfikacja:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_U01:**

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 błędów wynikających z ograniczeń aparatury pomiarowej

Weryfikacja:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_U01:**

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 błędów wynikających z ograniczeń aparatury pomiarowej

Weryfikacja:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_U02:**

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:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_U02:**

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:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_U02:**

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:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MRM\_U02:**

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:

laboratoria

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka MRM\_K01:**

Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role; potrafi określić priorytety służące realizacji zadań pomiarowych

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne (przebieg i opracowanie sprawozdań)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**