**Nazwa przedmiotu:**

Czasowo-częstotliwościowe metody analizy i syntezy sygnałów

**Koordynator przedmiotu:**

Rafał Rytel-Andrianik

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

CCM

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

130h (razem)
30h = 15 x 2h (wykłady)
10h = 15 x 2/3h (przygotowanie do wykładów)
30h (przygotowanie do egzaminu)
4h (egzamin)
50h (wykonywanie projektu)
6h (konsultace dot. projektu)

**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:**

3

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

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

**Wymagania wstępne:**

--

**Limit liczby studentów:**

36

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami analizy częstotliwościowej sygnałów stacjonarnych oraz czasowo-częstotliwościowej analizy i syntezy sygnałów niestacjonarnych.

**Treści kształcenia:**

0. Wykład wstępny - zapoznanie studentów z przedmiotem. (2h)
1. Analiza widmowa sygnałów deterministycznych: widmo sygnału o ograniczonej energii, widmo sygnału okresowego – szereg Fouriera, dyskretna transformata Fouriera (DTF) (2h).
2. Filtry liniowe o współczynnikach niezmiennych w czasie: filtry SOI, filtry NOI, praktyczne metody projektowania filtrów (2h).
3. Aspekty obliczeniowe transformaty Fouriera: algorytm szybkiej transformaty Fouriera (FFT), algorytm Geortzel’a, algorytm z transformatą chirp (2h).
4. Widmo mocy sygnału losowego: rzeczywiste i zespolone zmienne i wektory losowe, sygnały stochastyczne, macierz i funkcja korelacji, definicja i właściwości widma mocy, funkcja koherencji sygnałów (2h).
5. Estymacja widma mocy metodami nieparametrycznymi: periodogram, metody Bartletta, Welcha, Blackmana – Tukeya i najmniejszej wariancji; estymacja funkcji korelacji (4h).
6. Estymacja widma mocy metodami parametrycznymi: porównanie metod nieparametrycznych i parametrycznych, modele ARMA, AR i MA, równania Yule’a-Walkera, wybór modelu, przykłady (2h).
7. Model AR: związki modelu AR z predykcją liniową i z maksymalizacją entropii, metody estymacji parametrów modelu AR, algorytm Levinsona, wyznaczenie rzędu modelu – kryterium Akaike (AIC), rozdzielczość widmowa, zastosowanie modelu AR w kompresji sygnału mowy i inne przykłady (2h).
8. Detekcja sygnałów harmonicznych: problem detekcji, kryteria Bayesa, MINIMAX i Neymana-Pearsona, krzywe detekcji, detekcja sinusoidy o nieznanych parametrach, detekcja sinusoidy o losowej amplitudzie (2h).
9. Estymacja sygnałów harmonicznych: podstawy estymacji (kryterium Bayesa, estymacja deterministycznych parametrów, kres Cramera-Rao, estymator największej wiarygodności (NW)), wybrane metody estymacji parametrów pojedynczej sinusoidy lub wielu sinusoid w szumie (estymator NW, wykorzystanie estymatorów widma mocy; metody z wyznaczeniem podprzestrzeni sygnałowej lub szumowej: metody Pisarenki, MUSIC) (4h).
10. Widmo chwilowe: różne interpretacje widma chwilowego, przykłady z interpretacją widma chwilowego sygnałów syntetycznych i rzeczywistych (akustycznych, wibracji, radiolokacyjnych) , właściwości widma chwilowego, synteza sygnału na podstawie widma chwilowego, analiza widmowa losowych sygnałów niestacjonarnych, transformaty biliniowe (transformata Wignera, funkcja nieoznaczoności, klasa Cohen’a, klasa transformat afinicznych) wraz z przykładami (2h).
11. Częstotliwość chwilowa sygnału: definicja częstotliwości chwilowej, transformata Hilberta i sygnał analityczny, częstotliwość chwilowa sygnału dyskretnego, wybrane algorytmy wyznaczania częstotliwości chwilowej, przykłady z wykorzystaniem sygnałów rzeczywistych (2h).
12. Przygotowanie do egzaminu (2h).

**Metody oceny:**

Egzamin: 0-10pkt. Projekt: 0-10pkt. Ocena końcowa wynika z sumy punktów z egzaminu i projektu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Aktualne slajdy wykładowe.
2. P. Stoica, R.L. Moses: Spectral Analysis of Signals, Prentice Hall 2005.
3. S.M. Kay: Modern spectral estimation : theory and application, Prentice-Hall, 1988.
4. T. Zieliński: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów: Od teorii do zastosowań, WKŁ 2005.

**Witryna www przedmiotu:**

https://studia.elka.pw.edu.pl/priv/CCM.A/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Student, który zaliczył przedmiot ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę na temat analizy widmowej sygnałów deterministycznych oraz parametrycznych i nieparametrycznych metod estymacji widma sygnałów stochastycznych (również wtedy gdy widmo to zmienia się w czasie).

Weryfikacja:

egzamin, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

W celu rozwiązania postawionego problemu, student potrafi dobrać właściwe metody parametrycznej lub nieparametrycznej analizy lub syntezy sygnału o zadanych właściwościach widmowych.

Weryfikacja:

egzamin, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U12, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2:**

Student potrafi wykorzystać podane metody parametrycznej lub nieparametrycznej analizy lub syntezy sygnału o zadanych właściwościach widmowych do przeprowadzenia eksperymentów.

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U3:**

Student potrafi pozyskać z literatury fachowej (bądź z innych źródeł) informacje niezbędne o wykonania projektu, dokonać ich krytycznej oceny i wyciągnąć wnioski.

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U4:**

Student potrafi przygotować sprawozdanie z wykonanych prac projektowych i dokonać prezentacji uzyskanych wyników.

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**