**Nazwa przedmiotu:**

Sygnały, modulacje i systemy

**Koordynator przedmiotu:**

Kajetana Marta SNOPEK

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

SYMSE

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Łącznie 125 h, w tym: udział w wykładach: 15 x 2h = 30h;udział w ćwiczeniach audytoryjnych: 15 x 1 h = 15 h;udział w ćwiczeniach laboratoryjnych: 5 x 3 h = 15 h; przygotowanie do wykładów: 10 h; przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych: 20 h; przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych: 15 h; przygotowanie do sprawdzianów 20 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:**

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wymagana jest ugruntowana wiedza podstawowa z zakresu analizy matematycznej (całkowanie, różniczkowanie, obliczanie granic ciągów liczbowych i funkcji, rozwijanie w szeregi funkcyjne, rysowanie wykresów funkcji 1-wymiarowych).
Student powinien mieć opanowane podstawy teorii obwodów oraz analizy częstotliwościowej przebiegów okresowych (szereg Fouriera).

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z szeroko rozumianymi podstawowymi pojęciami teorii sygnałów i systemów czasu ciągłego i dyskretnego oraz przekazanie wiadomości niezbędnych do samodzielnego studiowania przedmiotów specjalistycznych.

**Treści kształcenia:**

TREŚĆ WYKŁADU
1. Sygnały (2h):
 - pojęcie sygnału;
 - klasyfikacja sygnałów;
 - parametry sygnałów czasu ciągłego i dyskretnego (wartość średnia, energia, moc);
- przykłady sygnałów;
- proste przekształcenia sygnałów (przesunięcie, zmiana skali czasu, mnożenie sygnałów);
- dystrybucja Diraca i dystrybucja grzebieniowa;
- splot sygnałów czasu ciągłego i dyskretnego.

2. Systemy (3h):
- klasyfikacja systemów;
- schematy blokowe. Sprzężenie zwrotne;
- równania systemów w dziedzinie czasu;
- pojęcie odpowiedzi impulsowej i jednostkowej;
- zastosowanie splotu w analizie systemów liniowych.

3.Opis sygnałów czasu ciągłego w dziedzinie częstotliwości (4 h):
 - reprezentacje ortogonalne sygnałów;
- uogólniony szereg Fouriera, równość Parsevala;
- uzupełnienie wiadomości z teorii trygonometrycznego i wykładniczego szeregu Fouriera oraz całkowego przekształcenia Fouriera;
 - przekształcenie Fouriera w sensie granicznym dla sygnałów o skończonej mocy;
- pojęcie widma sygnału i widma gęstości mocy;
- widma podstawowych sygnałów;
- widmo dystrybucji Diraca i dystrybucji grzebieniowej.

4. Wybrane właściwości całkowego przekształcenia Fouriera (2 h):
- przesuniecie w dziedzinie czasu i w dziedzinie częstotliwości;
- twierdzenie o splocie.

5. Modulacje analogowe:
- modulacja amplitudy;
- modulacje kątowe (fazy i częstotliwości).

6. Próbkowanie sygnałów (2 h):
- twierdzenie Shannona o próbkowaniu;
- częstotliwość Nyquista;
- próbkowanie idealne (aliasing, efekt stroboskopowy);
- odtwarzanie sygnału analogowego na podstawie jego próbek;
- odtwarzanie schodkowe (interpolacja zerowego rzędu);
- zniekształcenia widma sygnału odtworzonego;
- zastosowanie w modulacji amplitudowo-impulsowej (PAM).

7. Sygnały czasu dyskretnego (4 h):
- pojęcie sygnału dyskretnego w czasie;
- opis operatorowy, przekształcenie Z;
- podstawowe twierdzenia;
- przekształcenie odwrotne.

8. Analiza systemów liniowych czasu ciągłego (5 h):
 - charakterystyki czasowe systemu: odpowiedź impulsowa i jednostkowa;
 - przekształcenie Laplace (przypomnienie);
- opis systemu w dziedzinie zespolonej (transmitancja, zera i bieguny transmitancji i ich związek ze stabilnością);
- opis systemu w dziedzinie częstotliwości (charakterystyki częstotliwościowe: amplitudowa, fazowa i amplitudowo-fazowa);
- przejście sygnału przez system (filtracja sygnałów, filtr idealny).

9. Analiza systemów czasu dyskretnego (6 h):
 - charakterystyki czasowe systemu: odpowiedź impulsowa i jednostkowa systemu;
- opis systemu w dziedzinie zespolonej (transmitancja, zera i bieguny transmitancji, ich związek ze stabilnością i przyczynowością);
- opis systemu w dziedzinie częstotliwości;
- filtry SOI i NOI;
- filtr dyskretny rzędu pierwszego i drugiego.

10. Stan i stabilność systemów (4 h):
- opis systemu równaniami stanu;
- warunki stabilności systemu transmisyjnego analogowego (kryterium Hurwitza);
- stabilność systemów ze sprzężeniem zwrotnym (kryterium Nyquista);
- stabilność systemów dyskretnych;
- metody symulacji dyskretnej systemów analogowych.

TREŚĆ ĆWICZEŃ
1. Sygnały (2h):
 - obliczanie parametrów sygnałów czasu ciągłego i dyskretnego;
 - ilustracja graficznej metody wyznaczania splotu;
 - rysowanie wykresów sygnałów;
 - przykłady innych szeregów funkcyjnych.

2. Widmo sygnałów czasu ciągłego (3 h):
 - wyznaczanie widma sygnałów okresowych z wykorzystaniem szeregu Fouriera;
 - wyznaczanie widma sygnału z wykorzystaniem całkowego przekształcenia Fouriera;
- zastosowanie twierdzenia Parsevala do obliczenia mocy lub energii sygnału;

3. Zastosowanie przekształcenia Fouriera w analizie systemów analogowych (2 h):
- ilustracja związku pomiędzy odpowiedzią impulsową a charakterystyką częstotliwościową;
- wyznaczanie odpowiedzi filtru rzeczywistego pobudzonego sygnałem harmonicznym;
- wyznaczanie odpowiedzi filtru pobudzonego sygnałem dowolnym;
- rysowanie charakterystyk częstotliwościowych;
- wyznaczanie pasma 3-decybelowego filtru rzeczywistego.

4. Próbkowanie (2h):
- wyznaczanie i rysowanie widma sygnału spróbkowanego przy spełnionym i niespełnionym warunku Nyquista;
- odtwarzanie sygnału z próbek przy spełnionym i niespełnionym warunku Nyquista.

5. Systemy czasu ciągłego (3 h):
 - rozwiązywanie równania systemu z wykorzystaniem przekształcenia Laplace'a;
 - ilustracja związku pomiędzy odpowiedzią impulsową i jednostkową;
 - rysowanie schematu blokowego na podstawie równania systemu;
- wyznaczanie transmitancji systemów złożonych;
- badanie położenia zer i biegunów w płaszczyźnie zespolonej;
- badanie stabilności systemu.

6. Systemy czasu dyskretnego (3 h):
 - rozwiązywanie równania systemu z wykorzystaniem przekształcenia Z;
 - ilustracja związku pomiędzy odpowiedzią impulsową i jednostkową;
- rysowanie schematu blokowego na podstawie równania systemu;
- wyznaczanie transmitancji systemów złożonych;
- badanie położenia zer i biegunów w płaszczyźnie zespolonej;
- badanie stabilności systemu;
- wyznaczanie cyfrowego symulatora układu analogowego metodą niezmienności odpowiedzi impulsowej.

ZAKRES LABORATORIUM
W ramach laboratorium studenci (w zespołach 2-osobowych) wykonują 5 trzygodzinnych ćwiczeń o następującej tematyce:
Lab1. Analiza i synteza sygnałów czasu ciągłego;
Lab2. Modulacje analogowe;
Lab3. Badanie właściwości układów analogowych;
Lab4. Próbkowanie;
Lab5. Badanie właściwości układów cyfrowych.

**Metody oceny:**

Na ćwiczeniach audytoryjnych studenci zdobywają podstawowe umiejętności rozwiązywania zadań z zakresu teorii sygnałów i systemów, które powinny być pogłębiane indywidualnie i z pomocą prowadzących przedmiot w ramach konsultacji. Stopień opanowania wiedzy oceniany jest podczas dwóch pisemnych sprawdzianów audytoryjnych (Spr1 i Spr2).

Każdy student otrzymuje instrukcję laboratoryjną z wykazem zadań do rozwiązania w domu. Każde ćwiczenie laboratoryjne oceniane jest na podstawie: indywidualnie wykonanej pracy domowej, pisemnego sprawdzianu na początku ćwiczenia oraz sprawozdania redagowanego przez zespół realizujący ćwiczenie.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

J.Wojciechowski: Sygnały i Systemy. WKiŁ, 2008.
K.Snopek, J.Wojciechowski: Sygnały i Systemy. Zbiór zadań, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2009.
J.Szabatin: Postawy Teorii Sygnałów. WKiŁ, 2003.
A.Jakubiak, M.Radomski: Sygnały i Systemy. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2004.

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.ire.pw.edu.pl/~ksnopek/SYMSE/symse.htm

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

ma podstawową wiedzę na temat badania właściwości sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości

Weryfikacja:

ocena wyników Spr1 oraz Lab1 i Lab2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W07

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

**Charakterystyka W2:**

ma podstawową wiedzę na temat modulacji analogowych oraz przetwarzania A/C i C/A

Weryfikacja:

ocena wyników Spr2 oraz Lab2 i Lab3

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W01

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

**Charakterystyka W3:**

ma podstawową wiedzę na temat wyznaczania charakterystyk czasowych i częstotliwościowych systemów liniowych

Weryfikacja:

ocena wyników Spr2 oraz Lab3 i Lab5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W07

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

potrafi pozyskiwać informacje z literatury z zakresu teorii sygnałów i systemów

Weryfikacja:

ocena wyników Spr1 i Spr2 oraz ocena zadań domowych do Lab1-Lab5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U07, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.3.o, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka U2:**

potrafi zredagować pisemne sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

Weryfikacja:

ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych Lab1-Lab5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02

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

**Charakterystyka U3:**

potrafi przeprowadzać pomiary laboratoryjne i symulacje komputerowe, interpretować otrzymane wyniki i wyciągać wnioski

Weryfikacja:

ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych Lab1-Lab5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U07

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

**Charakterystyka U4:**

potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne

Weryfikacja:

ocena wyników Spr1 i Spr2 oraz ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych Lab1-Lab5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

potrafi pracować w zespole 2-osobowym

Weryfikacja:

ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych Lab1-Lab5

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**