

Digital Signal Processing - course description

General information	
Course name	Digital Signal Processing
Course ID	06.9-WM-IB-P-30_19
Faculty	Faculty of Mechanical Engineering
Field of study	Biomedical Engineering
Education profile	academic
Level of studies	First-cycle studies leading to Engineer's degree
Beginning semester	winter term 2023/2024

Course information	
Semester	4
ECTS credits to win	5
Course type	obligatory
Teaching language	polish
Author of syllabus	- prof. dr hab. inż. Ryszard Rybski - dr inż. Mirosław Koziół

Classes forms					
The class form	Hours per semester (full-time)	Hours per week (full-time)	Hours per semester (part-time)	Hours per week (part-time)	Form of assignment
Lecture	30	2	-	-	Exam
Laboratory	30	2	-	-	Credit with grade

Aim of the course

- Zapoznanie studentów z podstawowymi własnościami sygnałów oraz elementarnymi zasadami ich przetwarzania metodami cyfrowymi.
- Ukształtowanie wśród studentów świadomości konieczności stosowania metod cyfrowego przetwarzania we współczesnej technice, w tym również w technice medycznej.
- Ukształtowanie wśród studentów podstawowych umiejętności w zakresie analizy widmowej sygnałów metodami cyfrowego, projektowania filtrów cyfrowych oraz przetwarzania sygnałów z ich wykorzystaniem.

Prerequisites

- Student ma elementarną wiedzę w zakresie analizy matematycznej, podstaw elektrotechniki i elektroniki oraz języków programowania.
- Student potrafi opracować prostą dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania.

Scope

Wykład

1. *Wprowadzenie.* Dziedziny zastosowania cyfrowego przetwarzania sygnałów (CPS). Zalety i wady CPS. Przykłady cyfrowego przetwarzania sygnałów biomedycznych. Metody akwizycji sygnałów medycznych.
2. *Podstawy teorii sygnałów.* Pojęcie sygnału. Klasyfikacja sygnałów: sygnały analogowe, dyskretne i cyfrowe, sygnały deterministyczne i przypadkowe i ich podstawowe charakterystyki. Modele matematyczne wybranych sygnałów.
3. *Analiza częstotliwościowa sygnałów analogowych.* Szereg Fouriera (SF) i przykłady wyznaczania jego współczynników. Synteza sygnału na podstawie współczynników SF. Efekt Gibbsa. Warunki rozkładu funkcji na SF (warunki Dirichleta). Własności SF. Przekształcenie Fouriera (PF). Warunki istnienia PF sygnału. Własności PF. Wpływ skończonego czasu obserwacji sygnału na jego widmo.
4. *Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe.* Struktura typowego toru przetwarzania sygnałów. Charakterystyka operacji próbkowania, kwantowania i kodowania sygnałów i przykłady ich praktycznej realizacji: układ próbkująco-pamiętający, przetwornik analogowo-cyfrowy. Przetwarzanie cyfrowo-analogowe.
5. *Twierdzenie o próbkowaniu.* Warunki poprawnego próbkowania. Częstotliwość próbkowania i częstotliwość Nyquista. Widmo sygnału spróbkowanego. Zjawisko aliasingu.
- 6-8. *Dyskretne przekształcenie Fouriera (DPF).* Określenie przekształcenia Fouriera dla sygnałów dyskretnych. Własności DPF. Wyznaczanie widma amplitudowego i fazowego na podstawie wyników DPF. Przeciek widma. Funkcje okien nieparametrycznych i parametrycznych. Poprawa rozdzielczości widma przez uzupełnianie zerami. Przykłady analizy widmowej sygnałów dyskretnych i ich interpretacja.
9. *Liniowe i przyczynowe dyskretne układy stacjonarne.* Definicje układu: dyskretnego, liniowego i stacjonarnego. Operacja splotu. Stabilność układów dyskretnych w sensie BIBO. Definicja układu przyczynowego. Równanie różnicowe.
10. *Przekształcenie Z.* Definicja przekształcenia Z. Obszar zbieżności transformaty. Odwrotne przekształcenie Z i metody jego wyznaczania. Własności przekształcenia Z. Transmitancja układu. Bieguny i zera transmitancji. Rozkład biegunów a stabilność układu.

11. *Filtry cyfrowe*. Podział filtrów cyfrowych na filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej (SOI i NOI). Przetwarzanie sygnałów przez filtry. Podstawowe struktury filtrów.

12. Wyznaczanie i interpretacja charakterystyk częstotliwościowych filtrów. Charakterystyka opóźnienia grupowego.

13. Projektowanie filtrów NOI metodą transformacji biliniowej.

14. Projektowanie filtrów SOI metodą okien czasowych.

15. Podsumowanie wykładów

Laboratorium

1. Wprowadzenie do programowania w środowisku LabWindows/CVI.

2. Import próbek sygnałów z plików binarnych.

3-6. Wyznaczanie podstawowych parametrów okresowych sygnałów deterministycznych.

7-10. Analiza widmowa okresowych sygnałów deterministycznych.

11-14. Filtracja cyfrowa okresowych sygnałów deterministycznych.

15. Wystawienie ocen.

Teaching methods

- Wykład konwencjonalny.
- Ćwiczenia laboratoryjne.

Learning outcomes and methods of theirs verification

Outcome description	Outcome symbols	Methods of verification	The class form
Ma elementarną wiedzę w zakresie podstawowych metod i algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów.	• K_W17	• an exam - oral, descriptive, test and other • an ongoing monitoring during classes • carrying out laboratory reports	• Lecture • Laboratory
Potrafi przeprowadzić analizę widmową sygnałów i interpretować uzyskane charakterystyki widmowe.	• K_U16	• an ongoing monitoring during classes • carrying out laboratory reports	• Laboratory
Potrafi posłużyć się oprogramowaniem narzędziowym stosowanym do realizacji analizy widmowej sygnałów oraz ich filtracji za pomocą filtrów cyfrowych.	• K_U13	• an ongoing monitoring during classes	• Laboratory
Ma świadomość korzyści wynikających ze stosowania cyfrowego przetwarzania sygnałów w obszarze medycyny.	• K_K02	• an exam - oral, descriptive, test and other • an ongoing monitoring during classes	• Lecture • Laboratory
Zna podstawowe metody projektowania filtrów cyfrowych o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej.	• K_W17	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture

Assignment conditions

- Wykład: warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej ocen z egzaminu przeprowadzonego w formie zaproponowanej przez prowadzącego zajęcia.
- Laboratorium: warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych przewidzianych do realizacji w ramach programu laboratorium oraz sprawdzianów przeprowadzanych przez prowadzącego zajęcia.

Składowe oceny końcowej = wykład: 55% + laboratorium: 45%

Recommended reading

1. Lyons R.G.: „Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów”, WKŁ, Warszawa, 1999.
2. Moczko J.A., Kramer L.: „Cyfrowe metody przetwarzania sygnałów biomedycznych”, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 2001.
3. Zieliński T.P.: „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań”, WKŁ, Warszawa, 2005.

Further reading

1. Smith. S.W.: „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców”, Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2007.
2. Szabatin J.: „Podstawy teorii sygnałów”, WKŁ, Warszawa, 2002.

Notes

