

Autor: *dr hab. inż. Grzegorz Stępnia*k

Sygnały i Systemy Signals and Systems

Poziom kształcenia: I stopień

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: stacjonarna

Kierunek studiów: Cyberbezpieczeństwo

Specjalność:

Grupa przedmiotów: Podstawy Elektroniki i Telekomunikacji

Poziom przedmiotu: podstawowy

Status przedmiotu: obowiązkowy

Język przedmiotu: polski

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): 3

Minimalny numer semestru: 3

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: 60

Powód zgłoszenia przedmiotu: przedmiot obowiązkowy na nowym kierunku
Cyberbezpieczeństwo

Cel przedmiotu:

Głównym celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów (studentek) z podstawami przetwarzania sygnałów w zakresie wymaganym do dalszego studiowania na kierunku telekomunikacja lub pokrewnych. Na przedmiocie przedstawiony zostanie formalizm opisu sygnałów w dziedzinie czasu, metody analizy częstotliwościowej, przetwarzanie sygnałów przez systemy liniowe, zamiana sygnałów analogowych na cyfrowe oraz cyfrowych na analogowe, a także własności i modelowanie sygnałów stochastycznych. Zagadnienia te będą przedstawione zarówno dla sygnałów (systemów) ciągłych w czasie, jak i ich dyskretnych odpowiedników. Student po zaliczeniu przedmiotu posiadać będzie niezbędną wiedzę do samodzielnego poruszania się w obszarze cyfrowego i analogowego przetwarzania sygnałów.

W ramach przedmiotu przewidziane są zajęcia ćwiczeniowe, na których rozwiązywane będą zadania, które pogłębią rozumienie treści wykładu. Na zajęciach laboratoryjnych, studenci zastosują zdobytą wiedzę w praktyce: projektując filtry FIR, IIR, badając widmo sygnałów deterministycznych i stochastycznych, czy obserwując aliasing.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

1. Klasyfikacja sygnałów. Sygnały ciągłe i dyskretne. Periodyczne i aperiodyczne. Deterministyczne i losowe. Sygnały o skończonej i nieskończonej energii. Opis w dziedzinie czasu. Podstawowe operacje na sygnałach (2h).
2. Przestrzeń wektorowa i sygnałowa jako przestrzenie Hilberta. Iloczyn skalarny, ortogonalność, norma, energia, moc, baza sygnałowa. Ortogonalizacja Grama-Schmidta (2h)
3. Opis sygnałów okresowych w dziedzinie częstotliwości. Trygonometryczny i wykładniczy szereg Fouriera i jego własności (2h)
4. Transformacja Fouriera i jej własności. Analiza częstotliwościowa sygnałów. Transformacja Fouriera sygnałów periodycznych. Delta Diraca. Gęstość widmowa energii i mocy (3h).
5. Liniowe systemy niezmiennie w czasie. Opis w dziedzinach czasu i częstotliwości. Zasada superpozycji. Splot. Odpowiedź impulsowa i częstotliwościowa. Transformacja Laplace'a i jej zastosowania. Przyczynowość i stabilność systemów (3h).
6. Filtry analogowe. Filtr Butterwortha. Transformacja Hilberta i jej zastosowania. Splot w czasie i częstotliwości. Zastosowania: modulacje analogowe amplitudy i częstotliwości (3h).
7. Próbkowanie idealne sygnałów dolnopasmowych. Twierdzenie o próbkowaniu. Odtwarzanie sygnału ciągłego z próbek. Próbkowanie sygnałów pasmowych. Próbkowanie nieidealne. Próbkowanie sygnałów pasmowych. Kwantyzacja i szum kwantyzacji (2h)
8. Widmo sygnałów dyskretnych. Dyskretna transformacja Fouriera oraz dyskretna transformacja kosinusowa i ich własności. Zastosowanie w kompresji stratnej sygnałów. Splot cyfrowy: liniowy i kołowy. Szybka transformata Fouriera (2h)
9. Transformata Z i jej własności oraz poszukiwanie postaci czasowej sygnału z jego transformaty Z. (3h)
10. Systemy czasu dyskretnego. Przyczynowość i stabilność. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej (FIR oraz IIR). Transmitycja. (3h)
11. Metody projektowania filtrów dyskretnych: metodą próbkowania w dziedzinie częstotliwości z wykorzystaniem IDFT, metodą okien czasowych oraz transformacją biliniową. Realizacje transwersalne filtrów. Przegląd najczęściej stosowanych filtrów. (2h)
12. Sygnały losowe. Parametry i opis sygnałów losowych. Systemy stacjonarne i ergodyczne. Autokorelacja i widmowa gęstość mocy. Przejście sygnału losowego przez system liniowy. Twierdzenie Wienera-Chinczyna (3h)

ĆWICZENIA:

Ćwiczenia audytoryjne będą utrzymywały biegłość studentów w posługiwaniu się czasowym i częstotliwościowym opisem sygnałów i systemów czasu ciągłego oraz dyskretnego. Treść zadań zostanie zaczerpnięta z dostępnej literatury w języku angielskim oraz polskim, oraz opracowana samodzielnie przez prowadzących.

LABORATORIA:

Zajęcia laboratoryjne będą stanowiły praktyczną ilustrację do zagadnień poruszanych na wykładzie. Będą się one odbywać w środowisku komputerowym z oprogramowaniem Matlab. Część programów zostanie przygotowana przez prowadzących. Możliwe są też zadania wymagające napisanie niewielkich fragmentów kodu przetwarzania sygnałów przez studentów. Laboratorium podzielono je na 5 ćwiczeń:

1. **Próbkowanie i kwantyzacja sygnałów.** Na ćwiczeniu tym studenci zapoznają się z zagadnieniem próbkowania sygnału audio, przez badanie wpływu częstotliwości próbkowania na postać czasową sygnału dyskretnego oraz jego widmo częstotliwości. Badany będzie aliasing oraz rekonstrukcja sygnału ciągłego na podstawie próbek sygnału dyskretnego. Zbadany zostanie też wpływ szumu kwantyzacji.
2. **Reprezentacja ortogonalna sygnałów.** Obliczanie współczynników rozwinięcia sygnału w różnych bazach, błąd aproksymacji, energia sygnału, aproksymacji i błędu aproksymacji. Funkcje basowe harmoniczne i Walsha.
3. **Analiza częstotliwościowa sygnałów ciągłych.** Dyskretna transformacja Fouriera i jej własności. Widmowa gęstość mocy, periodogram, metoda Walsha i spektrogram. Widmo ciągłe i dyskretne. Wpływ okien.
4. **Symulacja sygnału losowego.** Generowanie liczb pseudolosowych, estymacja wartości średniej, wariancji, gęstości mocy. Przejście sygnału losowego przez system liniowy.
5. **Projektowanie filtrów cyfrowych.** Projektowanie filtrów cyfrowych o skończonej odpowiedzi impulsowej metodą okien. Projektowanie filtrów cyfrowych o nieskończonej odpowiedzi impulsowej poprzez kształtowanie odpowiedzi położeniem zer i biegunów. Odpowiedź impulsowa, częstotliwościowa i badanie stabilności.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

In this course, the students will be taught the fundamentals of signal processing, mainly for applications in the area of telecommunications and similar. The formalism of description of both continuous and discrete time signals in both time and frequency domains will be introduced. Students will be also taught about linear time invariant systems in both discrete and continuous time, description and properties of stochastic signals and sampling and quantization. After completing the course, the students will be able to investigate and design basic signal processing systems and to further deepen their knowledge on their own.

The course will be parted in lectures (30h), tutorials (15h) and laboratory exercises (15h).

Egzamin: nie

Literatura i oprogramowanie:

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

1. A. Jakubiak, D. Radomski, Sygnały i Systemy, Oficyna Wydawnicza PW
2. Jerzy Szabatin, Przetwarzanie Sygnałów,
3. A.V. Oppenheim, A.S. Wilsky, S. Hamid, Signals and Systems, 2 ed. Prentice-Hall
4. S. Haykin, Systemy telekomunikacyjne, WNT
5. T. P. Zieliński, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań, WKiŁ, wydanie 2, 2014
6. Materiały do wykładu

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P
30	15	15	-

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- ćwiczenia prowadzone w wymiarze 1 godziny tygodniowo (lub 2 godzin co drugi tydzień)
- zajęcia laboratoryjne w wymiarze 1 godz. tygodniowo zorganizowane w 5 zajęć laboratoryjnych po 3 godziny.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych ze zrozumieniem wykładu przez rozwiązanie zadań na dwóch kolokwiałach w trakcie semestru
- weryfikację wiedzy teoretycznej na praktycznych zajęciach laboratoryjnych: sprawdzenie czy student(ka) wyciąga prawidłowe wnioski z obserwowanych eksperymentów

Wymiar w jednostkach ECTS: 5 pkt.

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 64 godz., w tym*
 - *obecność na wykładach: 30 godz.,*
 - *obecność na zajęciach laboratoryjnych: 15 godz.,*
 - *obecność na zajęciach ćwiczeniowych: 15 godz.,*
 - *udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 4 godz.*
2. *praca własna studenta – 65 godz., w tym*
 - *analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów 15 godz., zajęć laboratoryjnych 20 godz. rozwiązywanie zadań domowych przed ćwiczeniami: 15 godz.*
 - *przygotowanie do kolokwiałów: 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 129 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2.50 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1.25 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godz. zajęć laboratoryjnych i przygotowaniu do tych zajęć

Efekty kształcenia:

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
w1: ma wiedzę dotyczącą opisu sygnałów deterministycznych, okresowych i stochastycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	W03
w2: ma wiedzę na temat analizy częstotliwościowej sygnałów czasu ciągłego, w tym okresowych, oraz dyskretnych, w tym również okresowych	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	W01
w3: Ma wiedzę na temat opisu systemów liniowych niezmiennych w czasie (analogowych oraz dyskretnych) w czasie i częstotliwości oraz ich operacji na sygnałach	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	W03
w4: Ma wiedzę na temat próbkowania sygnału, oraz widma sygnału poddanego próbkowaniu	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	W03
w5: Rozumie na czym polega stratność konwersji analogowo-cyfrowej sygnału, czym jest szum kwantyzacji, czym jest kompresja stratna sygnałów audio oraz 2D (obrazów)	wykład, laboratorium	laboratorium,	W03
w6: Rozumie zagadnienia związane z dyskretną transformacją Fouriera: w szczególności ma wiedzę na temat cykliczności transformaty i sygnału.	wykład, ćwiczenia, laboratorium	kolokwium	W03
UMIEJĘTNOŚCI			
u1: Potrafi zbadać stabilność systemów liniowych czasu ciągłego oraz dyskretnego	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	U01 U04
u2: Potrafi znaleźć widmo sygnału czasu ciągłego i dyskretnego (odpowiedź częstotliwościową systemu), oraz na podstawie znajomości widma sygnału, wyznaczyć postać czasową sygnału (odpowiedź impulsową systemu)	wykład, ćwiczenia, laboratorium	laboratorium, kolokwium	U01 U04
u3: Potrafi zaprojektować filtr cyfrowy o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej	wykład, laboratorium	laboratorium	U03 U04
u4: Potrafi posługując się komputerem obliczyć (odwrotną) dyskretną transformację Fouriera sygnału, spłót sygnałów oraz rozumie związek tych operacji z odpowiednimi operacjami na sygnałach o czasie ciągłym	wykład, ćwiczenia	kolokwium	U03 U04
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: ma świadomość potrzeby wykorzystania narzędzi z zakresu teorii sygnałów do rozwiązywania problemów inżynierskich	wykład, laboratorium	laboratorium	KS01

Uwagi:

—

Data i podpis autora (kierownika zespołu autorskiego):