

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Przetwarzanie sygnałów**

Nazwa w języku angielskim: **Signal Processing**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechatronika**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MCM036108**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów	X				
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.6		1.4		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student posiada podstawową wiedzę z zakresu podstaw analizy matematycznej, funkcji zespolonych, równań różniczkowych zwyczajnych, transformat Laplace'a i Z, rachunku prawdopodobieństwa i podstaw języka programowania wysokiego poziomu, zna proste analogowe układy elektroniczne (dzielniki prądu i napięć, filtry i wzmacniacze).
2. Student potrafi całkować funkcje zespolone, rozwiązywać równania różniczkowe metodą operatorową, programować w języku C.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Zdobyć umiejętności analizy sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości.

C2. Nabycie podstawowej wiedzy o algorytmach i skutkach przetwarzania sygnałów jedno i dwuwymiarowych (próbkowanie, kwantyzacja, szeregi Fouriera, FFT, filtracja cyfrowa, aliasing, algorytmy przetwarzania obrazów).

C3. Zdobyć umiejętności projektowania filtrów cyfrowych FIR i IIR i ich zastosowanie w praktyce.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student posiada wiedzę o parametrach sygnałów ciągłych i dyskretnych (moc, energia, wartość średnia i skuteczna, średnia, wzmacnienie, tłumienie).

PEK_W02 - Student zna podstawowe algorytmy przetwarzania sygnałów (próbkowanie, kwantowanie, kodowanie, odtwarzanie sygnału analogowego z sygnału cyfrowego, szeregi Fouriera, FFT, splot, DCT).

PEK_W03 - Student zna zasady filtracji cyfrowej i projektowania filtrów FIR i IIR.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student potrafi obliczać parametry sygnałów (m.in. moc, energia, wartość średnia i skuteczna, THD).

PEK_U02 - Student potrafi prawidłowo dobrać częstotliwości próbkowania sygnałów dolno- i górno-pasmowych, potrafi zapobiegać skutkom aliasingu, przeprowadzić analizę częstotliwościową sygnału (przeanalizować widmo sygnału), wykonać filtrację obrazów i wykonać na nich proste operacje morfologiczne.

PEK_U03 - Student potrafi zaprojektować (zaprogramować) filtr cyfrowy o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej i zastosować go w praktyce.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wymagania wstępne. Literatura. Zawartość wykładu. Podstawowe pojęcia teorii sygnałów. Sygnały deterministyczne i losowe. Podział sygnałów (sygnały analogowe, cyfrowe, okresowe, o skończonej i nieskończonej energii i mocy, o skończonym i nieskończonym czasie trwania, o skończonej i nieskończonej amplitudzie).	2
Wy2	Definicja rozwinięcia sygnału w trygonometryczny i zespolony szereg Fouriera. Zapis sygnałów okresowych o nieskończonym czasie trwania i skończonej amplitudzie jako superpozycji składowych sinusoidalnych. Obliczanie zespolonych i trygonometrycznych współczynników Fouriera. Pojęcie widma dyskretnego sygnału. Widmo amplitudowe i fazowe sygnałów okresowych. Współczynnik zniekształceń harmonicznym THD.	2
Wy3	Sygnały cyfrowe. Notacja sygnałów dyskretnych. Podstawowe pojęcia cyfrowego przetwarzania sygnałów – częstotliwość i okres próbkowania. Operacje próbkowania, kwantowania, kodowania i odtwarzania sygnału analogowego z sygnału cyfrowego.	2
Wy4	Niejednoznaczność sygnałów dyskretnych w dziedzinie czasu i częstotliwości. Zjawisko aliasingu. Twierdzenie Kotelnikowa-Shannona-Nyquista.	2

Wy5	Algorytmy dyskretnego (DFT) i szybkiego (FFT) przekształcenia Fouriera i ich zastosowanie.	2
Wy6	Operacja splotu dyskretnego. Projektowanie filtrów cyfrowych o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Stabilność filtrów cyfrowych.	2
Wy7	Podstawowe pojęcia w przetwarzaniu obrazów. Algorytmy kompresji stratnej i bezstratnej obrazów. Egzamin końcowy.	3
		Suma: 15
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Pomiary przebiegów odkształconych prądu i napięcia. Analiza i synteza sygnałów (szeregi Fouriera).	2
Lab2	Pomiary temperatury. Programowanie filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej (filtry realizowane przez splot o zasadzie średniej kroczącej, filtry okienkowane funkcją sinc).	2
Lab3	Programowanie filtrów o nieskończonej odpowiedzi impulsowej. Filtracja sygnałów dolnopasmowych.	2
Lab4	Przetwarzanie obrazu (filtracja i morfologia).	2
Lab5	Analiza sygnałów drgań pochodzących z różnych czujników pomiarowych (całkowanie i różniczkowanie numeryczne sygnałów)	2
Lab6	Wyznaczanie charakterystyk dynamicznych z wykorzystaniem różnych rodzajów wymuszeń (impuls, biały szum, chirp). Analiza widmowa FFT.	2
Lab7	Analiza drgań obrabiarki na biegu jałowym i pod obciążeniem (analiza widmowa). Zaliczenie.	3
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. praca własna – przygotowanie do laboratorium
N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
N4. eksperyment laboratoryjny
N5. przygotowanie sprawozdania

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 - PEK_W02	egzamin pisemno-ustny
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 - PEK_U02	wejściówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne, udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Smith S.W - Cyfrowe przetwarzanie sygnałów - praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców. BTC Warszawa 2007

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Lyons, R.G. -Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów. WNT Warszawa 2006

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marcin Korzeniowski tel.: 42-55 email: marcin.korzeniowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Przetwarzanie sygnałów**

Name in English: **Signal Processing**

Main field of study (if applicable): **Mechatronics**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MCM036108**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		60		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses	X				
Number of ECTS points	1		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.6		1.4		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has a knowledge of the basics of calculus, complex functions, ordinary differential equations, Laplace and "Z" transforms, the theory of probability, high-level programming language, knows the simple analog electronic circuits (current and voltage dividers, filters and amplifiers).
2. Students can integrate complex functions, solve differential equations by operators, has abilities in "C programming".

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Getting the ability to analyze signals in time and frequency domain.
- C2. Acquisition of basic knowledge of algorithms and signal processing effects of one and two-dimensional signals (sampling, quantization, Fourier series, FFT, digital filtering, aliasing, image processing algorithms).
- C3. Acquiring skills to design digital filters, FIR and IIR and their application in practice, learning methods for encoding and compression of data (images and 1D signals).

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student has knowledge of the parameters of continuous and discrete signals (power, energy, mean rms, amplification, attenuation).

PEK_W02 - Knowledge of the basic signal processing algorithms (sampling, quantization, encoding, reproduction analog signal from a digital signal, Fourier series, FFT, convolution, DCT).

PEK_W03 - Knowledge of the principles of digital filtering and FIR and IIR filter design.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student can calculate the basic signal parameters (power, energy, mean, rms, THD)

PEK_U02 - Student is able to choose the sampling frequency of the signals low-and high pass-band, can prevent the effects of aliasing, analyze the frequency response (to analyze the spectrum of a signal), perform filtering images and make simple morphological operations.

PEK_U03 - Student is able to design and program digital FIR and IIR filter and use it in practice.

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Prerequisites. Literature. The content of the lecture. The main terms of the signals processing. Deterministic and random signals. Kinds of signals (analog, digital, binary, with finite and infinite energy and power, finite and the infinite duration, finite and infinite amplitude).	2
Lec2	The definition of the trigonometric and the complex Fourier series. Notation a periodic signal of infinite duration and finite amplitude as a superposition of sinusoidal components. Calculation of the complex and trigonometric Fourier coefficients. The concept of discrete spectral signal. Amplitude and phase spectra of periodic signals. Total harmonic distortion factor.	2
Lec3	Digital signals. Notation discrete signals. Basic concepts of digital signal processing - the frequency and the sampling rate. Analog to Digital processing. The concept of sampling, quantization and coding, Digital-Analog conversion.	2
Lec4	Ambiguity discrete signals in the time domain and frequency domain. Aliasing phenomenon. Kotelnikov-Shannon-Nyquist theorem.	2
Lec5	Algorithms of discrete (DFT) and fast (FFT) Fourier transform.	2
Lec6	Discrete convolution. Design of Finite (FIR) and infinite (IIR) impulse response digital filters. Stability of digital filters.	2
Lec7	Lossy compression and lossless image compression. The final exam.	3
		Total hours: 15
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Measurement distorted waveforms current and voltage. Analysis and synthesis of signals (Fourier series).	2

Lab2	Temperature measurements. Programming filters with finite impulse response (filters implemented by the convolution, moving average filters, filters windowed sinc function).	2
Lab3	IIR filters design. Filtration of low-band signals.	2
Lab4	Image processing (filtration and morphology)	2
Lab5	The analysis of vibration signals from various sensors (numerical integration and differentiation of signals)	2
Lab6	Determination of the dynamic characteristics of the use of different types of excitations (pulse, white noise, chirp). FFT spectral analysis.	2
Lab7	Analysis of machine vibration at idle and under load (spectral analysis). Test grade.	3
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for laboratory class N3. self study - self studies and preparation for examination N4. laboratory experiment N5. report preparation		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01 - PEK_W02	Final exam, oral and written parts
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01 - PEK_U02	short quiz, laboratory reports, participation i discussion, oral answers
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Smith S.W - Cyfrowe przetwarzanie sygnałów - praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców. BTC Warszawa 2007

SECONDARY LITERATURE

Lyons, R.G. -Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów. WNT Warszawa 2006

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marcin Korzeniowski tel.: 42-55 email: marcin.korzeniowski@pwr.edu.pl