

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Cyfrowe przetwarzanie sygnałów**

Nazwa w języku angielskim: **Digital signal processing**

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MCR036106**

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					
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. Wiedza matematyczna w zakresie przekształcenia Laplace'a oraz Fouriera
2. Podstawowa umiejętność programowania w języku C oraz Matlab

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Rozumienie i stosowanie zagadnień cyfrowego przetwarzania sygnałów
- C2. Analiza systemów cyfrowych w dziedzinie czasu i częstotliwości
- C3. Projektowanie i implementacja aplikacji systemów przetwarzania sygnałów
- C4. Efektywna praca w grupie projektowej ukierunkowana na kreatywność i współpracę

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie cyfrowego przetwarzania sygnałów obejmującą teorię próbkowania, opis matematyczny i analizę systemów dyskretnych w dziedzinie czasu i częstotliwości.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi wykorzystać modelowanie matematyczne w środowiskach programistycznych do opisu i analizy zagadnień cyfrowego przetwarzania sygnałów.

PEK\_U02 - Potrafi projektować i implementować podstawowe algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów na procesorze sygnałowym.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, program, bibliografia, forma i tryb zaliczenia, podstawowe definicje i przykłady, sygnały dyskretne (model matematyczny sygnału dyskretnego, widmo sygnału, zjawisko aliasingu)	2
Wy2	Opis i analiza systemów dyskretnych w dziedzinie czasu: równanie różnicowe, splot, odpowiedź impulsowa, schematy blokowe, opis w przestrzeni stanu, klasyfikacja systemów, próbkowanie równomierne, twierdzenie o próbkowaniu, (przykłady, zadania), metoda próbkowania sygnałów pasmowych.	2
Wy3	Przekształcenie „Z”. Definicja przekształcenia „Z”. Związek przekształcenia „Z” z przekształceniem Laplace’a. Podstawowe własności przekształcenia „Z”. Odwrotne przekształcenie Z (metody i przykłady obliczeń). Znaczenie obszaru zbieżności. Obliczenia.	2
Wy4	Zastosowania przekształcenia „Z”, rozwiązywanie równań różnicowych, pojęcie transmitancji, przyczynowość i stabilność systemów. Dyskretne przekształcenie Fouriera. Definicja DFT (wprowadzenie, przykłady, własności). Związek DFT z transformatą „Z” Odwrotne DFT, eliminacja zjawiska przecieku metodą okien, rozdzielczość DFT.	2
Wy5	Filtry cyfrowe, wprowadzenie, metody opisu, przykłady, podział. Filtry o skończonej odpowiedzi impulsowej – SOI. Projektowanie filtrów SOI (metoda okien).	2
Wy6	Filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej – NOI. wprowadzenie (struktura filtrów NOI). Projektowanie filtrów NOI (metoda niezmienniczości odpowiedzi impulsowej, metoda transformacji biliniowej).	2
Wy7	Szybkie przekształcenie Fouriera (FFT). Związek FFT z DFT. Algorytm FFT (wyprowadzenie, schemat obliczeń, przykład implementacji). Struktury motylkowe FFT.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
		Suma: 15
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin

Lab1	Wprowadzenie, organizacja zajęć, warunki zaliczenia, podział na grupy	1
Lab2	Programowanie procesora sygnałowego – wprowadzenie (Procesor Sygnałowy)	2
Lab3	Próbkowanie sygnałów (Matlab)	2
Lab4	Generacja sygnałów, przetwarzanie w czasie rzeczywistym (Procesor Sygnałowy)	2
Lab5	Analiza widmowa, FFT (Procesor Sygnałowy)	2
Lab6	Filtry cyfrowe (Matlab)	2
Lab7	Filtry cyfrowe (Procesor Sygnałowy)	2
Lab8	Poprawki i ocena kursu	2
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna – przygotowanie do laboratorium  
N3. eksperyment laboratoryjny  
N4. 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	kolokwium
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	odpowiedzi ustne
F2	PEK_U02	sprawozdania z laboratorium
P = 0.2*F1+0.8*F2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

T. P. Zieliński „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów”, 2005

A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów“ 1989

R. G. Lyons „Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów” 1999

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

G. Marven, G. Ewers „Zarys cyfrowego przetwarzania sygnałów” 1999

W. Brodziewicz, K. Jaszcak „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów” 1987

R. Gabel, R. Roberts „Sygnały i systemy liniowe” 1978

K. Steiglitz „Wstęp do systemów dyskretnych” 1977

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Jacek Rezmer tel.: 71 320 2006 email: jacek.rezmer@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Cyfrowe przetwarzanie sygnałów**

Name in English: **Digital signal processing**

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MCR036106**

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					
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. Mathematical knowledge of Laplace and Fourier transforms
2. Basic ability to programming in C and Matlab

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding and applying issues of digital signal processing
- C2. Description and analysis digital systems in time and frequency domain
- C3. Project and implementation of simple digital systems
- C4. Effective working in groups, focused on creativity and collaboration

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - He has ordered knowledge of digital signal processing including: sampling theory, mathematical description and analysis of discrete systems in the time domain and frequency

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Able to be used mathematical tools in programming environments for the description and analysis of digital signal processing problems

PEK\_U02 - Able to design and implement the correct algorithms for digital signal processor

### III. Relating to social competences:

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, program, bibliography, conditions for course crediting, basic definitions and examples, discrete signals (mathematical model of discrete signal, the signal spectrum, aliasing)	2
Lec2	Discrete-time systems, LTI systems properties, models of systems, difference equations, convolution, impulse response, block diagrams, state space, systems classification, analog-to-digital conversion, periodic sampling, examples, sampling theorem, sampling of band pass signals.	2
Lec3	The z-transform, introduction, definition of the z-transform, relationship between the z-transform and the Laplace transform, basic properties. The inverse z-transform, methods and examples, partial fraction expansion, contour integration, region of convergence, solved problems.	2
Lec4	Using z-transform, transform analysis of systems, solving difference equations, system function, stability and causality. The discrete Fourier transform (DFT), introduction, definition and properties of the DFT, examples, relationship between the z-transform and the DFT. The inverse discrete Fourier transform (IDFT), overlapping effect, windows methods, and frequency resolution.	2
Lec5	Digital filters, introduction, notations, structures for FIR and IIR systems, the zero-pole method for filter design, filter specifications and classification, examples of filters.	2
Lec6	FIR filters, linear phase FIR design using windows, properties, design procedures, examples. IIR filters, introduction, structures for IIR filters, IIR filters design, impulse-invariant transformation, bilinear transformation.	2
Lec7	The Fast Fourier Transform, relationship between the FFT and the DFT, FFT algorithm, introductions, examples, radix-2 decimation-in-time FFT.	2
Lec8	Test	1
		Total hours: 15
Form of classes – Laboratory		Number of hours

Lab1	Introduction, laboratory organization, conditions for course crediting, group division.	1
Lab2	Signal processor programming - introduction (Signal Processor)	2
Lab3	Analog-to-digital conversion (Matlab)	2
Lab4	Generation of signals, real-time processing (Signal processor)	2
Lab5	Spectral analysis, FFT (Signal Processor)	2
Lab6	Digital filters (Matlab)	2
Lab7	Digital filters (Signal Processor)	2
Lab8	Corrections and evaluation of the course	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for laboratory class N3. laboratory experiment N4. 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	test
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	oral answers
F2	PEK_U02	laboratory reports
P = 0.2*F1+0.8*F2		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

T. P. Zieliński „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów”, 2005

A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów“ 1989

R. G. Lyons „Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów” 1999

### SECONDARY LITERATURE

G. Marven, G. Ewers „Zarys cyfrowego przetwarzania sygnałów” 1999

W. Brodziewicz, K. Jaszcak „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów” 1987

R. Gabel, R. Roberts „Sygnały i systemy liniowe” 1978

K. Steiglitz „Wstęp do systemów dyskretnych” 1977

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Jacek Rezmer tel.: 71 320 2006 email: jacek.rezmer@pwr.edu.pl