

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria i technika sterowania**

Nazwa w języku angielskim: **Theory and control systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **ARR042108**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		1.4		

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza z zakresu matematyki umożliwiającą zrozumienie podstaw fizycznych automatyki oraz formułowanie i rozwiązywanie prostych zadań projektowych z zakresu automatyki. Znajomość układów regulacji ciągłej. Podstawowa znajomość programu MATLAB/Simulink.
2. Podstawowa umiejętność programowania w MATLABie: pisanie programów. Umiejętność implementacji algorytmów dla zadań dyskretnych.
3. Umieć pracować w zespole. Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Poznanie sposobu opisu dyskretnych sygnałów i systemów, doboru częstotliwości próbkowania, badania stabilności układów dyskretnych, wyznaczania dyskretniej transmitancji zastępczej, rola elementu podtrzymującego (ekstrapolatora), rodzaje filtrów cyfrowych oraz rodzaje i struktury układów sterowania.

C2. Opanowanie umiejętności projektowania i badania właściwości filtrów cyfrowych.

C3. Nabycie umiejętności projektowania układów sterowania z regulatorem przemysłowym lub korektorem szeregowym.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma wiedzę w zakresie rozwiązywania liniowych równań różnicowych oraz układów liniowych z danymi dyskretnymi (transmitancja operatorowa i widmowa układów dyskretnych), badania stabilności układów dyskretnych.

PEK\_W02 - Ma wiedzę w zakresie rodzajów cyfrowych filtrów, przetwarzania sygnałów ciągłych, twierdzenia o próbkowaniu.

PEK\_W03 - Ma wiedzę w zakresie rodzajów i struktur układów sterowania, elementów układów regulacji, struktur z regulatorem PID, przesuwania biegunów, obserwatorów stanu.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi opisać liniowy układ automatyki (transmitancja operatorowa obiektu ciągłego) za pomocą dyskretniej transmitancji i dyskretnych równań stanu oraz opracować zamknięty i otwarty układ sterowania.

PEK\_U02 - Potrafi dobrać częstotliwość próbkowania oraz zaprojektować cyfrowy filtr o nieskończonej odpowiedzi impulsowej stosując metodę przekształcenia biliniowego oraz zbadać jego właściwości. Potrafi zaprojektować cyfrowy filtr o skończonej odpowiedzi impulsowej stosując metodę z użyciem dyskretniej szybkiej transformaty Fouriera oraz zbadać jego właściwości.

PEK\_U03 - Potrafi zaprojektować oraz dobrać nastawy cyfrowych regulatorów przemysłowych PID. Potrafi zaprojektować cyfrowy korektor szeregowy o minimalnym czasie odpowiedzi oraz cyfrowy korektor odporny. Potrafi zaprojektować regulator modalny oraz obserwator stanu.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi współdziałać w grupie opracowując dyskretny układ sterowania obiektem ciągłym.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Sygnał dyskretny i transformata Z.	3
Wy2	Zastosowanie zmiennych stanu do układów dyskretnych.	1
Wy3	Algebra schematów blokowych.	2
Wy4	Ekstrapolator oraz błędy ustalone w układach dyskretnych.	2
Wy5	Stabilność w układach dyskretnych.	4
Wy6	Twierdzenie o próbkowaniu.	2
Wy7	Filtry cyfrowe.	4

Wy8	Modelowanie dyskretne układów ciągłych.	2
Wy9	Korekcja układów dyskretnych.	4
Wy10	Zagadnienie odporności regulacji.	2
Wy11	Regulator modalny oraz obserwator stanu.	4
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Zasady opracowania sprawozdań z laboratorium. Omówienie środowiska programowego MATLAB (przypomnienie podstawowych komend programu, działania na macierzach/wektorach, funkcje graficzne).	2
Lab2	Sposoby opisu układu automatyki – sterowanie dyskretnie obiektem ciągłym, model cyfrowy obiektu ciągłego.	2
Lab3	Zamknięte i otwarte układy sterowania.	4
Lab4	Przetwarzanie sygnałów analogowych: twierdzenie o próbkowaniu, efekt dyskretyzacji sygnałów.	2
Lab5	Projektowanie i badanie właściwości filtrów o niekończonej odpowiedzi impulsowej.	4
Lab6	Projektowanie i badanie właściwości filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej.	4
Lab7	Cyfrowe regulatory przemysłowe: projektowanie oraz dobór nastaw regulatorów typu P (proporcjonalny), PI (proporcjonalno-całkujący), PD (proporcjonalno-różniczkujący), PID (proporcjonalno - całkująco-różniczkujący).	4
Lab8	Cyfrowe korektory szeregowo: projektowanie korektora o minimalnym czasie odpowiedzi (ang. dead-beat) oraz cyfrowego korektora odpornego.	4
Lab9	Regulatora modalny oraz obserwator stanu.	4
		Suma: 30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna  
N2. wykład informacyjny  
N3. przygotowanie sprawozdania  
N4. program MATLAB/Simulink.

#### 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, PEK_W03	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, PEK_U02, PEK_U03	aktywność na zajęciach
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
$P = 0.3 \cdot F1 + 0.7 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów, PWN, Warszawa 1999. [2] Kaczorek T., Teoria układów regulacji automatycznej, WNT, Warszawa 1997. [3] Kaczorek T., Dzieliński A., Dąbrowski W., Łopatka R., Podstawy teorii sterowania, WNT, Warszawa 2009. [4] Takahashi Y., Rabins M., Auslander D., Sterowanie i systemy dynamiczne, WNT, Warszawa, 1976. [5] Rumatowski K., Podstawy regulacji automatycznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2008. [6] Kaczorek T., Teoria układów regulacji automatycznej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] Lyons R.G., Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010. [2] Mrozek B., Mrozek Z., MATLAB i Simulink. Poradnik użytkownika., Wydawnictwo Helion, 2004.</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr inż. Krzysztof Solak email: <a href="mailto:krzysztof.solak@pwr.edu.pl">krzysztof.solak@pwr.edu.pl</a>

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria i technika sterowania**

Name in English: **Theory and control systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **ARR042108**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		1.4		

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of basics of algebra, mathematical and formulating and solving simple design tasks related to control systems. Knowledge of basics of continuous control systems. Basic knowledge of MATLAB / Simulink software.
2. Practical skills of using MATLAB software. Is capable of implementing digital algorithms based on difference equations.
3. Is able to cooperate with a team during realization of a complex engineering task. Is able to think and act in a creative way

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Acquaintance of knowledge related to: description of discrete signals and systems, appropriate sampling time selection, analysis of the discrete system stability, equivalent transfer function determination (block-diagram algebra), the role of the hold elements (extrapolators), types of digital filters, types and structures of control system.

C2. Practical skills to analyze and design of both finite and infinite impulse response filters.

C3. Practical skills to: PID digital controller tuning, design of series corrector to particular object.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Possesses knowledge related to solve linear difference equations and linear systems with discrete data (transfer function and frequency transfer function of discrete systems), analysis of the discrete system stability.

PEK\_W02 - Has knowledge concerning types of digital filters, processing of analogue signals, Shannon sampling theorem.

PEK\_W03 - Possesses knowledge related to types and structures of control system, components of control systems, structures of PID controller, effect of pole location on system response, state observer.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Is able to represent continuous control system (transfer function of continuous object) with use of discrete transfer function and discrete state space model and develop closed-loop and open-loop control systems.

PEK\_U02 - Is able to select appropriate sampling time and model and perform analysis and synthesis of digital recursive filters (using bi-linear transformation method). Is able to model and perform analysis and synthesis of digital non-recursive filters (using the Fourier transformation).

PEK\_U03 - Is able to tune digital PID controller using various methods. Is able to design dead-beat digital controller and robust digital controller of a given output transient performance indices. Is able to design state variable feedback controller and digital controller with a state observer.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Is able to carry out a complex engineering project in a competent way, unaided as well as to cooperate with a team if required

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Discrete signal and Z transform.	3
Lec2	Discrete system representation in steady-state model.	1
Lec3	Block-diagram algebra.	2
Lec4	Extrapolators and steady state errors in discrete systems.	2
Lec5	Stability of discrete control systems.	4
Lec6	Shannon sampling theorem	2
Lec7	Digital filters	4

Lec8	Discrete modeling of continuous systems.	2
Lec9	Correction of discrete systems.	4
Lec10	Robust digital regulators.	2
Lec11	Design methods of state variable feedback controller and controller with a state observer.	4
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction. Setting rules of course crediting. Acquaintance with lab stands, safety rules and available software.	2
Lab2	Methods of describing the control systems - discrete control of continuous object, digital model of the continuous object.	2
Lab3	Closed-loop and open-loop control systems.	4
Lab4	Analog and digital signal processing: Shannon sampling theorem, A/D transducers.	2
Lab5	Design and analysis of recursive digital filters based on analog lowpass filters transformation.	4
Lab6	Design of nonrecursive digital filters using the inverse DFT.	4
Lab7	Tuning of the digital PID regulator.	4
Lab8	Design of dedicated and robust digital regulators.	4
Lab9	Design of state variable feedback controller. State variable feedback controller with a state observer.	4
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. informative lecture N3. report preparation N4. MATLAB/Simulink software.		

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, PEK_W03	Pass 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, PEK_U02, PEK_U03	Activity during the classes
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	Presentation of the reports done
$P = 0.3 \cdot F1 + 0.7 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE</u>  <u>SECONDARY LITERATURE</u>

SUBJECT SUPERVISOR
dr inż. Krzysztof Solak email: <a href="mailto:krzysztof.solak@pwr.edu.pl">krzysztof.solak@pwr.edu.pl</a>