

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim:** Cyfrowe Układy Sterowania**Nazwa w języku angielskim:** Digital Control Systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Elektrotechnika**Specjalność (jeśli dotyczy):** Control in Electrical Power Engineering**Stopień studiów i forma:** II stopień / stacjonarne**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu:** ELR022132W+L**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		0,6		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI****W zakresie wiedzy:**

1. Znajomość układów regulacji ciągłej.
2. Znajomość podstaw analizy i syntezy układów dyskretnych.
3. Podstawowa znajomość programu MATLAB/Simulink.

**W zakresie umiejętności:**

1. Podstawowa umiejętność programowania w MATLABie: pisanie programów.
2. Umiejętność implementacji algorytmów dla zadań dyskretnych.

**W zakresie kompetencji:**

1. Umieć pracować w zespole.
2. Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Usystematyzowanie wiedzy o: roli filtrów analogowych w kontekście poprawnej pracy układów cyfrowych, przetwarzaniu sygnałów w postaci cyfrowej, metodach reprezentacji układów dyskretnych, właściwym doborze częstotliwości próbkowania, wpływie położenia biegunów transmitancji obiektu dyskretnego na jego właściwości statyczne i dynamiczne.
- C2. Opanowanie umiejętności analizy oraz syntezy cyfrowych filtrów o skończonej oraz nieskończonej odpowiedzi impulsowej.

C3. Poznanie metod doboru i projektowania cyfrowych regulatorów przemysłowych PID, cyfrowych regulatorów dedykowanych do zadanego obiektu oraz regulatorów stanowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

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

PEK\_W02 - Zna struktury sterowania cyfrowego, metody tworzenia systemów sterowania cyfrowego i metody ich projektowania.

PEK\_W03- Ma wiedzę w zakresie metod syntezy cyfrowych filtrów oraz algorytmów sterowania dla różnych rodzajów regulatorów cyfrowych.

#### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01- Potrafi dobrać stosowną częstotliwość próbkowania, dokonać opisu liniowego układu automatyki za pomocą dyskretnej transmitancji i dyskretnych równań stanu, opisać układ cyfrowy przy pomocy równania różnicowego oraz potrafi zaimplementować takie równanie różnicowe na platformie sprzętowej.

PEK\_U02- Potrafi zaprojektować cyfrowy filtr o nieskończonej odpowiedzi impulsowej stosując metodę przekształcenia biliniowego oraz zbadać właściwości takiego filtru.

PEK\_U03- Potrafi zaprojektować cyfrowy filtr o skończonej odpowiedzi impulsowej stosując metodę z użyciem dyskretniej szybkiej transformaty Fouriera oraz zbadać właściwości takiego filtru.

PEK\_U04- Potrafi, wykorzystując różne metody, dobrać nastawy cyfrowych regulatorów przemysłowych PID.

PEK\_U05- Potrafi zaprojektować cyfrowy korektor szeregowy o minimalnym czasie odpowiedzi oraz cyfrowy korektor odporny o zadanych właściwościach statycznych oraz dynamicznych.

PEK\_U06- Potrafi zaprojektować regulator modalny oraz obserwator stanu.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01- Potrafi w sposób kompetentny działać samodzielnie oraz współdziałać w grupie opracowującej złożony projekt inżynierski.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Ustalenie zasad zaliczenia. Zadania, struktura oraz układy sprzęgu systemów sterowania cyfrowego.	2
Wy2-3	Obiekty sterowania cyfrowego, modele obiektów i sygnały obiektowe.	4
Wy4	Dyskretyzacja obiektów sterowania cyfrowego.	2
Wy5	Przetwarzanie sygnałów obiektowych.	2
Wy6-7	Wstępne przetwarzanie sygnałów obiektowych w postaci cyfrowej – filtracja cyfrowa, metody projektowania filtrów rekursywnych NOI.	4
Wy8	Wstępne przetwarzanie sygnałów obiektowych w postaci cyfrowej – projektowanie filtrów cyfrowych typu SOI..	2
Wy9	Projektowanie filtrów cyfrowych nierekursywnych przy użyciu Dyskretniej Transformaty Fouriera.	2
Wy10	Regulatory cyfrowe PID.	2
Wy11	Regulatory cyfrowe dedykowane do zadanego obiektu przy założonej funkcji przejścia układu zamkniętego $K(z)$ .	2
Wy12	Regulatory cyfrowe odporne.	2
Wy13	Synteza regulatora stanowego.	2
Wy14	Sterowanie z obserwatorem stanu.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu oraz sposobu opracowania sprawozdań z laboratorium. Omówienie środowiska programowego MATLAB (przypomnienie podstawowych komend programu, działania na macierzach/wektorach, funkcje graficzne).	2
La2-3	Projektowanie i badanie właściwości filtrów o niekończonej odpowiedzi impulsowej.	3
La3-4	Projektowanie i badanie właściwości filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej.	2
La4-5	Dobór nastaw cyfrowych regulatorów przemysłowych PID.	2
La5-6	Projektowanie cyfrowych korektorów nieodpornych i odpornych.	2
La6-7	Projektowanie korektora modalnego.	2
La7-8	Sterowanie przy pomocy regulatorów stanowych z obserwatorem stanu.	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Prezentacja multimedialna.	
N2. Wykład informacyjny.	
N3. Przygotowanie w formie sprawozdania.	
N4. Program MATLAB/Simulink.	

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>WYKŁAD</b>		
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	uczestnictwo w zajęciach
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	kolokwium zaliczeniowe
$P = 0,1F1 + 0,9F2$		
<b>LABORATORIUM</b>		
F1	PEK_U01... 05	aktywność na zajęciach
F2	PEK_U01... 05, PEK_W01...03	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
$P = 0.7F1 + 0.3F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Digital Control Systems – the lecture outline, Materiały dostępne u prowadzącego.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Kuo B.C.: Digital Control Systems, Hold. Reinhard and Winston Inc. 1981.</p> <p>[2] Bozic S. M.: <i>Digital and Kalman Filtering</i>, Edward Arnold Publishers, London 1984.</p> <p>[3] Astrom K.J., Wittenmark B.: <i>Computer Controlled Systems</i>, Printice Hall, London 1989.</p> <p>[4] Iserman R.: Digital Control Systems, Springers-Verlag, Berlin 1988.</p> <p>[5] Vaccaro R.J.: <i>Digital Control, A State Space Approach</i>, McGrew-Hill, New York 1995.</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Daniel Bejmert, daniel.bejmert@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Digital Control Systems**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Elektrotechnika**  
**I SPECJALNOŚCI Control in Electrical Power Engineering**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
PEK_W01	S2CPE_W01	C1	Wy1..5	N1, N2, N4
PEK_W02	S2CPE_W01	C1, C3	Wy1, Wy10...14	N1, N2, N4
PEK_W03	S2CPE_W01	C1, C3	Wy5..14	N1, N2, N4
PEK_U01	S2CPE_U01	C2, C3	La3, La4, La5 La7	N3, N4
PEK_U02	S2CPE_U01	C2, C3	La2, La3	N3, N4
PEK_U03	S2CPE_U01	C2, C3	La3, La4	N3, N4
PEK_U04	S2CPE_U01	C2, C3	La4, La5	N3, N4
PEK_U05	S2CPE_U01	C2, C3	La5, La6	N3, N4
PEK_U06	S2CPE_U01	C2, C3	La6, La8	N3, N4
PEK_K01	K2ETK_K02, S2CPE_K01, S2CPE_K02	C2, C1, C3	La1..8	N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej