

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU Nazwa przedmiotu w języku polskim: Dynamika systemów i sterowanie Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Systems dynamics and control Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria chemiczna i procesowa Specjalność (jeśli dotyczy): Projektowanie procesów chemicznych, Inżynieria systemów chemicznych Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Kod przedmiotu: ICC023053 Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.5		1.5		
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH 1. Wiedza o procesach transportu pędu, ciepła i masy 2. Znajomość aparatury procesowej i umiejętność jej projektowania 3. Wiedza o modelowaniu procesów 4. Umiejętność posługiwania się programami komputerowego wspomagania projektowania					
CELE PRZEDMIOTU C1. Zapoznanie studentów z podstawową terminologią i celami sterowania procesami chemicznymi C2. Uzyskanie umiejętności analizy dynamiki obiektów typowych dla inżynierii chemicznej i procesowej C3. Nauczenie studentów projektowania układów sterowania C4. Uzyskanie umiejętności syntezy struktury sterowania ciągu technologicznego C5. Uzyskanie umiejętności wykorzystania narzędzi CAD w projektowaniu systemu sterowania					
PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ Z zakresu wiedzy: PEK_W01 Zna zasady budowania modeli matematycznych procesów do potrzeb projektowania systemu sterowania PEK_W02 Zna metody sterowania systemami Z zakresu umiejętności: PEK_U01 Umie zbudować model matematyczny procesu dostosowany do potrzeb projektowania systemu sterowania PEK_U02 Umie wykonać obliczenia projektowe układu sterowania					
TREŚCI PROGRAMOWE					
Forma zajęć - wykład				Liczba godzin	
Wy1	Wprowadzenie do dynamiki procesów i sterowania. Aspekty sterowania instalacją chemiczną. Tłumienie wpływu zewnętrznych zakłóceń. Zapewnienie			1	

	stabilności procesu. Optymalizacja przebiegu procesu. Klasyfikacja zmiennych procesowych. Etapy projektowania systemu sterowania.	
Wy2	Modelowanie dynamiki procesów chemicznych. Ogólne zasady modelowania. Liczba stopni swobody. Przykłady	1
Wy3	Transformata Laplace'a. Właściwości transformaty oraz jej zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych. Rozkład na ułamki proste.	1
Wy4	Transmitancja i modele przestrzeni stanu. Wprowadzenie pojęcia transmitancji. Właściwości transmitancji. Linearyzacja modeli. Modele macierzowe przestrzeni stanu i transmitancji.	1
Wy5	Dynamika procesów pierwszego i drugiego rzędu. Standardowe sygnały wejściowe. Odpowiedź procesu pierwszego rzędu. Odpowiedź procesu całkującego. Odpowiedź procesu drugiego rzędu	1
Wy6	Dynamika bardziej złożonych procesów. Bieguny i zera transmitancji oraz ich wpływ na odpowiedź systemu. Procesy z opóźnieniem. Aproksymacja transmitancji procesów wyższego rzędu. Procesy oddziałujące i nieoddziałujące. Procesy z wieloma wejściami i wieloma wyjściami (MIMO)	1
Wy7	Modele empiryczne. Dopasowanie modeli pierwszego i drugiego rzędu.	1
Wy8	Sterowniki sprzężenia zwrotnego. Cechy sterowników PID. Typowe odpowiedzi sterowanych systemów.	1
Wy9	Oprzrządowanie systemu sterowania. Sensory, przetworniki, urządzenia wykonawcze.	1
Wy10	Zachowanie i stabilność zamkniętych układów sterowania. Diagramy blokowe. Transmitancje układu zamkniętego. Odpowiedzi prostych układów sterowania. Stabilność układów zamkniętych. Diagramy linii pierwiastkowych.	1
Wy11	Projektowanie układu sterowania z pętlą sprzężenia zwrotnego. Kryteria oceny działania układu sterowania. Metody projektowania sterowników. Strojenie sterowników. Wskazówki wyboru typu sterownika.	1
Wy12	Strategie sterowania operacją jednostkową. Analiza stopni swobody systemu sterowania. Wybór zmiennych sterowanych, sterujących i mierzonych.	1
Wy13	Projektowanie układu sterowania w dziedzinie częstotliwościowej. Odpowiedzi częstotliwościowe procesów. Diagramy Body'ego. Charakterystyki częstotliwościowe sterowników. Kryterium stabilności Bodego. Zapasy wzmocnienia i fazy.	1
Wy14	Sterowanie w układzie ze sprzężeniem do przodu i sterowanie stosunkowe. Idea sterowania do przodu. Sterowanie stosunkowe. Projektowanie sterowników układów sterowania ze sprzężeniem do przodu.	1
Wy15	Sterowanie w układach z wieloma zmiennymi sterującymi i wieloma zmiennymi sterowanymi. Oddziaływania procesowe i oddziaływania pętli sterujących. Łączenie w pary zmiennych sterowanych i sterujących. Analiza wartości osobliwych. Strojenie sterowników. Strategie odsprężania i sterowania wielowymiarowego.	1
	Suma godzin	15
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Opracowanie koncepcji układu sterowania. Budowa modelu procesu chemicznego. Liczba stopni swobody. Symulacja dynamiki procesu.	3
La2	Zastosowanie transformaty Laplace'a w modelowaniu procesów chemicznych.	3
La3	Zastosowanie transmitancji w modelowaniu procesów chemicznych. Linearyzacja modelu.	3
La4	Badanie dynamiki procesów pierwszego i drugiego rzędu.	3
La5	Badanie dynamiki procesów wyższego rzędu.	3
La6	Budowa modeli na podstawie danych eksperymentalnych. Modele i dynamika	3

	sterowników PID, sensorów, przetworników oraz urządzeń wykonawczych.	
La7	Budowa diagramu blokowego. Znajdowanie transmitancji systemu zamkniętego. Zastosowanie kryterium Routh'a, metody bezpośredniego podstawienia oraz metody linii pierwiastkowych do badania stabilności systemu.	3
La8	Kolokwium I	3
La9	Projektowanie sterowników metodą syntezy prostej oraz metodą wewnętrznego modelu sterowania. Strojenie sterowników.	3
La10	Analiza stopni swobody systemu sterowania. Wybór zmiennych sterowanych, sterujących i mierzonych.	3
La11	Sporządzanie diagramów Body'ego. Zastosowanie kryterium stabilności Body'ego. Wyznaczanie zapasów wzmocnienia i fazy.	3
La12	Projektowanie układów sterowania ze sprzężeniem do przodu.	3
La13	Łączenie w pary zmiennych sterowanych i sterujących. Analiza wartości osobliwych. Odsprężanie.	3
La14	Symulacja dynamiki procesów w programie Aspen Dynamic	3
La15	Kolokwium II	3
	Suma godzin	45
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną N2. Wykorzystanie narzędzi matematycznych do rozwiązywania zagadnień modelowania, analizy i projektowania N3. Wykorzystanie programów Matlab, Simulink oraz AspenDynamics do symulacji i projektowania systemów sterowania		
OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEK_W01, PEK_W02	Egzamin
F1 (laboratorium)	PEK_U01	Kolokwium cząstkowe I
F2 (laboratorium)	PEK_U02	Kolokwium cząstkowe II
P (laboratorium) = (F1 + F2)/2 przy czym każde kolokwium cząstkowe musi być zaliczone na ocenę pozytywną.		
LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] D. Seborg, T. Edgar, D. Mellichamp, <i>Process Dynamics and Control</i> , John Wiley & Sons, Ltd, 2017 [2] W. Luyben, <i>Modelowanie, symulacja i sterowanie procesów przemysłu chemicznego</i> , WNT, Warszawa 1976 <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] B. Roffel, B. Betlem, <i>Process Dynamics and Control. Modeling for Control and Prediction.</i> , John Wiley & Sons, Ltd, 2006 [2] B. Kuo, F. Golnaraghi, <i>Automatic Control Systems</i> , John Wiley & Sons, Inc, 2003		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
Lechosław Królikowski, lechoslaw.krolikowski@pwr.wroc.pl		