



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	STEROWANIE PROCESAMI CIĄGLYMI, PG_00038108						
Kierunek studiów	Automatyka, robotyka i systemy sterowania						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2023 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2025/2026		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	3	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	5	Liczba punktów ECTS			4.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Elektrotechniki i Automatyki -> Katedra Inteligentnych Systemów Sterowania i Wspomagania Decyzji						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr inż. Rafał Łangowski				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	15.0	15.0	0.0	0.0	60
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	60		4.0		36.0	100
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie zaawansowanego klasycznego i podstawowego nowoczesnego podejścia do modelowania, analizy i syntezy systemów sterowania wraz z wyrobieniem umiejętności wyboru technologii sterowania, w zadaniach sterowania przede wszystkim systemami ciągłymi bazując na ich modelach liniowych (zlinearyzowanych), stacjonarnych, deterministycznych, o parametrach skupionych oraz wykorzystanie dla potrzeb powyższego nowoczesnych narzędzi komputerowych.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K6_W10] ma podstawową wiedzę związaną z systemami mechatroniki i robotyki	Student modeluje obiekty dynamiczne mechaniczne typu odwrócone wahadło, elektryczne typu R, L, C, silniki elektryczne prądu stałego, obiekty cieplne i hydrauliczne, z wykorzystaniem podstawowej wiedzy o fizyce tych obiektów, a następnie analizuje ich własności.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K6_U07] potrafi budować i analizować modele układów i systemów z zakresu związanego z systemami sterowania i automatyką	Student wyprowadza modele obiektów dynamicznych zarówno w postaci modeli wejścia-wyjścia jak i modeli w przestrzeni stanu z wykorzystaniem podstawowej wiedzy o fizyce tych obiektów. Analizuje podstawowe własności obiektów dynamicznych: stabilność, sterowalność, obserwowalność. Student wyjaśnia zarówno struktury i własności regulatorów z rodziny PID oraz wyznacza ich parametry jak i struktury ze sprzężeniem zwrotnym od stanu, również w sytuacji braku pomiarowego dostępu do zmiennych stanu oraz występowania stałych i wolnozmiennych zakłóceń. Projektuje metodą alokacji biegunów oraz LQ podstawowe systemy sterowania spełniające wymagania jakościowe w dziedzinie czasu oraz obserwatory stanu.	[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu

Treści przedmiotu	<p>WYKŁAD: Opis dynamiki obiektu w przestrzeni stanu. Sterowalność, obserwowalność, macierz tranzycji stanu, stabilność liniowych stacjonarnych systemów dynamicznych z czasem ciągłym. Sterowanie obiektami liniowymi, stacjonarnymi z jednym wejściem sterującym i jednym wyjściem sterowanym (SISO) w warunkach deterministycznych: sprzężenie od stanu, sterowanie ze sprzężeniem od stanu metodą dominującej pary biegunów, obserwatory stanu obiektu, zasada separowalności i układy sterowania ze sprzężeniem od stanu i obserwatorem stanu, Sterowanie w warunkach niepewności: sprzężenie od stanu obiektu rozszerzonego o zmienne całkowite. Sterowanie ze sprzężeniem od rozszerzonego stanu obiektu, obiektami liniowymi, stacjonarnymi z wieloma wejściami sterującymi i wieloma wyjściami sterowanymi (MIMO) w warunkach wolnozmiennych zakłóceń. Metody dyskretyzacji praw sterowania z czasem ciągłym. Metody bezpośrednia i emulacji syntezy sterowania cyfrowego obiektami ciągłymi.ĆWICZENIA AUDYTORYJNE: Modelowanie w przestrzeni stanu liniowych układów elektrycznych R, L, C z jednym wejściem sterującym i jednym wyjściem sterowanym: wyprowadzenie równań modelu oraz analiza własności dynamiki obiektu. Modelowanie w przestrzeni stanu wymiennika ciepła jako obiektu typu MIMO z dwoma wejściami sterującymi i dwoma sterowanymi wyjściami: wyprowadzenie nieliniowych równań modelu, linearyzacja modelu, wyprowadzenie macierzowej transmitancji zlinearyzowanej dynamiki i analiza siły sprzężeń skrośnych, wyznaczenie macierzy tranzycji stanu i analiza sprzężeń skrośnych w dziedzinie czasu na podstawie odpowiedzi impulsowych, upraszczanie dynamiki do postaci dwóch niezależnych obiektów typu SISO. Sterowanie stabilizujące obrotowym wahadłem w górnym położeniu równowagi: linearyzacja modelu dynamiki, synteza sterowania ze sprzężeniem od stanu metodą alokacji biegunów i przygotowanie do implementacji w środowisku Simulink, związki prawa sterowania z regulatorami P, PI, PD. Sterowanie stabilizujące obrotowym wahadłem w górnym położeniu równowagi przy niepełnym dostępie do zmiennych stanu: synteza obserwatora prędkości wahadła i układu sterowania z obserwatorem metodą alokacji biegunów. Zastosowanie metody projektowania sterowania ze sprzężeniem od stanu na podstawie dynamiki dominującej pary biegunów do syntezy stabilizującego sterowania obrotowym wahadłem w górnym położeniu równowagi w warunkach urządzenia pomiarowego prędkości wahadła o niepomiąlniej dynamice. Sterowanie przykładowymi obiektami SISO przy pomocy sprzężenia od stanu obiektu rozszerzonego o zmienne całkowite.ĆWICZENIA LABORATORYJNE: Sterowanie prędkością silnika prądu stałego w środowisku NI Elvis 2 z cyfrowym regulatorem PID w warunkach aktywnych ograniczeń urządzenia wykonawczego oraz w obecności szumu pomiarowego prędkości: łączne strojenie parametrów regulatora, filtru anti-windup, filtru szumu pomiarowego oraz częstotliwości próbkowania sygnałów dla wybranych trajektorii sygnału referencyjnego prędkości w celu spełnienia wymagań na jakość regulacji zadanych w dziedzinie czasu. Sterowanie położeniem kątowym silnika prądu stałego w środowisku NI Elvis 2 z cyfrowym regulatorem PID w warunkach lepkiego tarcia oraz zakłóceń obciążenia na wale silnika: wyznaczenie referencyjnej dynamiki dominującej drugiego rzędu układu zamkniętego realizującej wymagania na jakość regulacji w dziedzinie czasu i strojenie parametrów regulatora metodą alokacji zer i biegunów. Sterowanie natężeniem wypływu i składem produktu dla reaktora z ciągłym mieszaniem w warunkach niemierzalnych zakłóceń dopływu i koncentracji składników reagujących na wejściu reaktora: opracowanie modelu symulacyjnego reaktora w środowisku Simulink, linearyzacja nieliniowego modelu dynamiki reaktora, zaprojektowanie z wykorzystaniem narzędzi w środowisku Matlab dwuwymiarowych regulatorów ze sprzężeniem od stanu obiektu rozszerzonego o zmienne całkowite uchybów regulacji metodami alokacji biegunów oraz LQ, implementacja w środowisku Simulink oraz eksperymentalna weryfikacja stosowalności regulatorów w zależności od amplitudy zakłóceń.</p>														
Wymagania wstępne i dodatkowe	Wiedza z przedmiotów: Podstawy inżynierii sterowania I, Podstawy inżynierii sterowania II, Rachunek macierzowy.														
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sposób oceniania (składowe)</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kolokwia w czasie semestru</td> <td>50.0%</td> <td>60.0%</td> </tr> <tr> <td>Ćwiczenia audytoryjne</td> <td>50.0%</td> <td>20.0%</td> </tr> <tr> <td>Ćwiczenia laboratoryjne</td> <td>50.0%</td> <td>20.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Kolokwia w czasie semestru	50.0%	60.0%	Ćwiczenia audytoryjne	50.0%	20.0%	Ćwiczenia laboratoryjne	50.0%	20.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej													
Kolokwia w czasie semestru	50.0%	60.0%													
Ćwiczenia audytoryjne	50.0%	20.0%													
Ćwiczenia laboratoryjne	50.0%	20.0%													
Zalecana lista lektur	<p>Podstawowa lista lektur</p> <p>Uzupełniająca lista lektur</p>	<ol style="list-style-type: none"> Kaczorek T. Teoria układów regulacji automatycznej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1974. Nise N.S. Control System Engineering. 3th edition. John Wiley & Sons, 2000. Ogata K. Modern Control Engineering. 4th edition. Prentice Hall, 2002. Mitkowski W.: Zarys teorii sterowania, Wydawnictwa AGH, Kraków, 2019. Astrom K.J., Murray R.M.: Feedback Systems - An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton University Press, 2008. Ljung L., Glad T.: Modelling of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1994. Slotine J-J. E., Li. W.: Applied nonlinear control, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, US 1991. <ol style="list-style-type: none"> Franklin G. F., Powell J.D., Abbas Emami-Naeini: Feedback Control Dynamic Systems. Sixth Edition, Pearson, Upper Saddle River, 2010. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems. Addison Wesley & Sons Inc., 1998. Ostertag E.: Mono- and Multivariable Control and Estimation, Springer Verlag, 2011. 													

	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ul style="list-style-type: none"> sterowanie położeniem wału silnika DC sterowanie procesem technologicznym syntezy substancji chemicznych zachodzącym w zbiorku z ciągłym mieszaniem w warunkach aktywnie działającego zakłócenia 	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	