



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	STEROWANIE PROCESAMI CIĄGLYMI, PG_00038108						
Kierunek studiów	Automatyka, robotyka i systemy sterowania						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2021 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
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 Elektrotechniki -> Systemów Sterowania i Informatyki						
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	Wypracowanie umiejętności utrzymania w ruchu systemu regulacji w warunkach przemysłowych i doraźne działanie interwencyjne w przypadku jego dysfunkcji, uczestnictwo w roli specjalisty w interdyscyplinarnym zespole przy projektowaniu systemu sterowania dla realizacji konkretnych celów w działaniu obiektu przemysłowego, obronnego czy też występującego w systemie robotyki, wystarczająca wiedza, aby dalej rozwijać wiedzę i nabyte umiejętności w ramach studiów II stopnia a w przyszłości studiów doktoranckich stacjonarnych czy też zaocznych.						
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						
	[K6_U07] potrafi budować i analizować modele układów i systemów z zakresu związanego z systemami sterowania i automatyką						

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: zaawansowane strojenie parametrów regulatorów P, PI, PID, mechanizmy anti-windup, implementacja członu D, 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, filtry szumu pomiarowego w torze sprzężenia zwrotnego, kompensacja zakłóceń ze sprzężeniem feedforward i obserwatorem zakłóceń. Sterowanie ze sprzężeniem od rozszerzonego stanu obiektu, obiektami liniowymi, stacjonarnymi z wieloma wejściami sterującymi i wieloma wyjściami sterowanymi (MIMO) w warunkach wolnozmiennych zakłóceń. Krzepkie wzmocnienia zmiennych stanu. Modelowanie dynamiki komputerowego systemu sterowania z interpolatorem zerowego rzędu, obiektem z czasem ciągłym w dziedzinie czasu i częstotliwości przy pomocy dokładnej dyskretyzacji typu ZOH. Metody dyskretyzacji praw sterowania z czasem ciągłym. Metody bezpośrednia i emulacji syntezy sterowania cyfrowego obiektami ciągłymi. Wprowadzenie do dynamiki nieliniowej. Systemy rozmyte Takagi - Sugeno. Wykorzystanie liniowych lokalnych obszarowo układów sterowania do syntezy globalnych nieliniowych układów sterowania.</p> <p>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 dla na podstawie odpowiedzi impulsowych, upraszczanie dynamiki do postaci dwóch niezależnych obiektów typu SISO. Sterowanie stabilizujące obrotowym wahadłem w górnym położeniu równowagi: linearyzacja modeli dynamiki, synteza sterowania ze sprzężeniem od stanu metodą alokacji biegunów i implementacja 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 niepomiątej dynamice. Sterowanie przykładowymi obiektami SISO przy pomocy sprzężenia od stanu obiektu rozszerzonego o zmienne całkowite. Projektowanie cyfrowego sterowania nadążnego z silnikiem prądu stałego dla celów śledzenia manewrujących obiektów. Przykłady projektowania regulatorów cyfrowych P, PI oraz PID dla sterowania obiektami o dynamice niskiego rzędu.</p> <p>ĆWICZENIA LABORATORYJNE Sterowanie prędkości 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 wałę 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 niemiernych 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. Obiekt cieplny sprzęgnięty ze sterownikiem PLC firmy Mitsubishi realizującym wizualizację, monitorowanie wielkości procesowych, akwizycję danych pomiarowych oraz sterowanie temperaturą obiektu według cyfrowego algorytmu PID: zaprojektowanie filtru Kalmana w celu optymalnej redukcji szumu pomiarowego temperatury i implementacja w sterowniku, strojenie nastaw regulatora i implementacja w sterowniku, sprzęgnięcie filtru Kalmana z regulatorem i implementacja układu sterowania, eksperymentalne strojenie parametrów układu sterowania w celu kompensacji niemiernych zakłóceń cieplnych obiektu. Sterowane stabilizujące odwróconym wahadłem w środowisku NI – Elvis 2 w górnym położeniu równowagi w warunkach impulsowych zakłóceń destabilizujących o dużej amplitudzie: synteza obszarowych liniowych praw sterowania typu PID oraz LQ, synteza nieliniowego regulatora stabilizującego w postaci sytemu rozmytego Takagi – Sugeno, wyznaczenie parametrów regulatora metodą z wykorzystaniem toolboku LMI w środowisku Matlab, implementacja regulatora rozmytego i ostateczne eksperymentalne strojenie jego parametrów dla zadanych wymagań użytkowych na czas powrotu z określonym przeregulowaniem do położenia równowagi.</p>														
Wymagania wstępne i dodatkowe	Wiedza z przedmiotów: Podstawy automatyki, Podstawy automatyki - laboratorium														
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>Ćwiczenia praktyczne</td> <td>50.0%</td> <td>20.0%</td> </tr> <tr> <td>Ćwiczenia audytoryjne</td> <td>50.0%</td> <td>20.0%</td> </tr> <tr> <td>Kolokwia w czasie semestru</td> <td>50.0%</td> <td>60.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Ćwiczenia praktyczne	50.0%	20.0%	Ćwiczenia audytoryjne	50.0%	20.0%	Kolokwia w czasie semestru	50.0%	60.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej													
Ćwiczenia praktyczne	50.0%	20.0%													
Ćwiczenia audytoryjne	50.0%	20.0%													
Kolokwia w czasie semestru	50.0%	60.0%													
Zalecana lista lektur	<p>Podstawowa lista lektur</p> <p>Uzupełniająca lista lektur</p> <p>Adresy eZasobów</p>	<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. Byrski W.: Obserwacja i sterowanie w systemach dynamicznych. Uczelniane Wydawnictwa Naukowe – Dydaktyczne Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie, 2007. <ol style="list-style-type: none"> Piegat A.: Modelowanie i sterowanie rozmyte, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 1999. Nise N.S.: Control System Engineering. 3th edition. John Wiley & Sons, 2000. 													

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