Teoria sterowania

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria Mechatroniczna **Specjalność** - **Jednostka organizacyjna** Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki **Poziom kształcenia** Studia inżynierskie I stopnia **Forma studiów** Stacjonarne **Profil studiów** Ogólnoakademicki	**Cykl dydaktyczny** 2026/2027 **Kod przedmiotu** RIMES.li20.00064.26 **Języki wykładowe** polski **Obligatoryjność** Obowiązkowy **Blok zajęciowy** Przedmioty kierunkowe **Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi** Tak

Koordynator przedmiotu	Krzysztof Mendrok
Prowadzący zajęcia	Krzysztof Mendrok

Okres Semestr 6	**Forma zaliczenia** Egzamin **Forma prowadzenia i godziny zajęć** Wykład: 36 Ćwiczenia audytoryjne: 18 Ćwiczenia laboratoryjne: 34	**Liczba punktów ECTS** 7

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem modułu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami syntezy i analizy układów sterowania w tym narzędziami modelowania i analizy układów mechanicznych i mechatronicznych, zastosowanie poznanych modeli i charakterystyk do sprawdzania stabilności, sterowalności i obserwowalności układów oraz syntezy regulatorów.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy – Student zna i rozumie:			
W1	sposoby projektowania układów sterowania w oparciu o analizę miejsc geometrycznych pierwiastków	IME1A_W08, IME1A_W09	Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
W2	sposoby projektowania wielowymiarowych układów sterowania w oparciu o model w przestrzeni stanów	IME1A_W08, IME1A_W09	Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
W3	sposoby projektowania odpornych układów sterowania	IME1A_W08, IME1A_W09	Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
W4	metody projektowania układów sterowania z czasem dyskretnym	IME1A_W08, IME1A_W09	Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
Umiejętności – Student potrafi:			
U1	Potrafi dokonać wyboru najlepszego układu sterowania dla analizowanego przypadku	IME1A_U01, IME1A_U02, IME1A_U12, IME1A_U16, IME1A_U18	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
U2	Potrafi przeprowadzić syntezę dobranego układu sterowania	IME1A_U10, IME1A_U12, IME1A_U16	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
U3	Potrafi przeprowadzić analizę stabilności, sterowalności i obserwowalności dyskretnych i ciągłych układów sterowania	IME1A_U07, IME1A_U08, IME1A_U09, IME1A_U11, IME1A_U16	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin
U4	Potrafi dobrać i zaprogramować sterownik typu PLC	IME1A_U01, IME1A_U08, IME1A_U13, IME1A_U16, IME1A_U18	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego dokonania wyboru najlepszego rozwiązania z zakresu sterowania układami mechatronicznymi, biorąc pod uwagę także aspekty pozatechniczne	IME1A_K02, IME1A_K04	Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W ramach modułu przekazywana będzie wiedza i umiejętności z zakresu teorii syntezy układów regulacji automatycznej zarówno w dziedzinie czasu ciągłego jak i dyskretnego. Studenci poznają narzędzia i pojęcia niezbędne do analizy i budowy układów sterowania, a także procedury doboru podstawowych typów regulatorów.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	36
Ćwiczenia audytoryjne	18
Ćwiczenia laboratoryjne	34
Przygotowanie do zajęć	50
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	20
Dodatkowe godziny kontaktowe	5
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 88

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	Analiza zapasu stabilności układów sterowania. Analiza miejsc geometrycznych pierwiastków. Zastosowanie oprogramowania CAE do syntezy regulatorów. Zastosowanie oprogramowania CAE do syntezy regulatorów ze stanami w pętli sprzężenia zwrotnego. Zastosowanie oprogramowania CAE do syntezy regulatorów w dziedzinie czasu dyskretnego. Synteza inteligentnych układów sterowania. Programowanie sterowników PLC.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1	Ćwiczenia laboratoryjne
2.	Analityczne wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych i ich analiza. Analityczne wyznaczanie wykresów miejsc geometrycznych pierwiastków i ich analiza. Synteza optymalna i parametryczna regulatorów. Modelowanie układów dynamicznych z zastosowaniem modeli w przestrzeni stanów. Synteza regulatorów ze stanami w pętli sprzężenia zwrotnego.	U1, U2, U3, K1	Ćwiczenia audytoryjne

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
3.	Powtórzenie i podsumowanie zagadnień z zakresu podstaw automatyki. Badanie układów sterowania i regulacji. Metoda miejsc geometrycznych pierwiastków. Projektowanie regulatorów w oparciu o miejsca geometryczne pierwiastków. Projektowanie regulatorów w dziedzinie częstotliwości. Optymalna i parametryczna synteza regulatorów. Projektowanie regulatorów ze stanami w pętli sprzężenia zwrotnego. Projektowanie regulatorów odpornych. Projektowanie regulatorów ze sprzężeniem w przód. Cyfrowe i dyskretne układy sterowania. Sterowanie inteligentne.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1	Wykład

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Mini wykład, Praca grupowa, Metoda ćwiczebna (np. wykonywanie zadań przy tablicy), Wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Egzamin	
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium, Egzamin	
Ćwiczenia laboratoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin	

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest zaliczenie wszystkich wymaganych sprawozdań oraz zaliczenie wszystkich kolokwiów przeprowadzanych w ramach zajęć. Student, który nie uzyskał zaliczenia w terminie ma prawo do dwóch kolokwiów poprawkowych, których termin i zakres ustala prowadzący ćwiczenia laboratoryjne. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych jest uzyskanie pozytywnej oceny z wszystkich kolokwiów przeprowadzanych w ramach zajęć. Na ocenę z ćwiczeń audytoryjnych będą też wpływały oceny z odpowiedzi ustnych. Student, który nie uzyskał zaliczenia w terminie ma prawo do dwóch kolokwiów poprawkowych, których termin i zakres ustala prowadzący ćwiczenia audytoryjne. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnych ocen z ćwiczeń laboratoryjnych i audytoryjnych przed ustalonym terminem egzaminu.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa będzie wystawiona w przypadku pozytywnego zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych, ćwiczeń laboratoryjnych i egzaminu. Ocena końcowa będzie średnią arytmetyczną ocen z ćwiczeń audytoryjnych, ćwiczeń laboratoryjnych i egzaminu.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Nieobecności na zajęciach powinny być usprawiedliwione odpowiednimi zaświadczeniami lub zwolnieniami. Student, który nie uczestniczył w zajęciach i usprawiedliwił tę nieobecność, musi odrobić zajęcia w ramach innych grup laboratoryjnych. W przypadku braku możliwości odrobienia zajęć, szczegółowy zakres zadań zastępczych ustala prowadzący zajęcia laboratoryjne w porozumieniu z opiekunem modułu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Student powinien posiadać wiedzę z zakresu podstaw automatyki.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z syllabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu jest zabroniona.
Ćwiczenia audytoryjne: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.
Ćwiczenia laboratoryjne: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu w formie sprawozdania i odpowiedzi ustnej. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Literatura

Obowiązkowa

1. Kowal J.: Podstawy Automatyki, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2003
2. Jędrzykiewicz Z.: Teoria sterowania układów jednowymiarowych. Wydawnictwa AGH. Kraków 2007
3. Dorf R.C., Bishop R.H.: Systemy sterowania automatycznego, Wydanwnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2024

Dodatkowa

1. Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów. Wyd. 2 popr.,PWN, Warszawa 1996
2. Ogata K.: Modern control engineering, Pearson, 2010

Badania i publikacje

Badania

1. Sterowanie drganiami układów o zmiennych parametrach.

Publikacje

1. Vision measurements for modal control data preparation / Krzysztof MENDROK, Karolina Folta // W: Mechatronics – Industry-Inspired Advances / eds. Adam Martowicz, Michał Mańka, Krzysztof Mendrok. — Cham : Springer Nature, cop. 2024. — (Lecture Notes in Networks and Systems ; ISSN 2367-3370 ; vol. 1042). — Materiały z konferencji 6th International Conference Mechatronics 2023: Ideas for Industrial Applications : 11-13 December 2023, Krakow, Poland. — ISBN: 978-3-031-63443-7; e-ISBN: 978-3-031-63444-4. — S. 152–164. — Bibliogr. s. 163–164, Abstr.
2. Adaptive control of the autonomous car / Jarosław Oskroba, Krzysztof MENDROK // W: Mechatronics – trending future industries / eds. Bartosz Powałka, [et al.]. — Cham : Springer, cop. 2022. — (Lecture Notes in Networks and Systems ; ISSN 2367-3370 ; vol. 377). — Zawiera materiały z: 5th international conference Mechatronics 2021 and XX Welding seminar : ideas for industrial applications : 8–10 September 2021, Szczecin, Poland. — ISBN: 978-3-030-93376-0; e-ISBN: 978-3-030-93377-7. — S. 1–10. — Bibliogr. s. 10, Abstr. — Publikacja dostępna online od: 2022-01-01
3. Active tilt control of the turning motorcycle / Mateusz Stemplewski, Krzysztof MENDROK // W: ICCC 2024 [Dokument elektroniczny] : 25th International Carpathian Control Conference : 22–24 May 2024, Krynica-Zdrój, Poland : proceedings / ed. Andrzej Kot. — Wersja do Windows. — Dane tekstowe. — Piscataway : IEEE, cop. 2024. — Dod. ISBN: 979-8-3503-5069-2, 979-8-3503-5071-5. — e-ISBN: 979-8-3503-5070-8. — S. [1–6]. — Wymagania systemowe: Adobe Reader. — Bibliogr. s. [6], Abstr. — Publikacja dostępna online od: 2024-07-01
4. Force identification based on response signals captured with high-speed three-dimensional digital image correlation / Krzysztof MENDROK, Ángel J. Molina-Viedma, Elias López-Alba, Francisco A. Díaz Garrido, Łukasz PIECZONKA // Sensors [Dokument elektroniczny]. — Czasopismo elektroniczne ; ISSN 1424-8220. — 2023 — vol. 23 iss. 2 art. no. 799, s. 1–13. — Wymagania systemowe: Adobe Reader. — Bibliogr. s. 12–13, Abstr. — Publikacja dostępna online od: 2023-01-10

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
IME1A_K02	ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera-mechatronika, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje
IME1A_K04	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania
IME1A_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
IME1A_U02	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; umie oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów
IME1A_U07	potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne, a także symulacje komputerowe do analizy i oceny działania urządzeń i systemów mechatronicznych
IME1A_U08	potrafi posłużyć się właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, symulatorami oraz narzędziami komputerowo wspomaganego projektowania do symulacji, projektowania i weryfikacji elementów urządzeń i systemów mechatronicznych
IME1A_U09	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
IME1A_U10	potrafi sformułować specyfikację prostych systemów mechatronicznych na poziomie realizowanych funkcji
IME1A_U11	potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w urządzeniach i systemach mechatronicznych
IME1A_U12	potrafi projektować proste urządzenia lub systemy mechatroniczne przeznaczone do różnych zastosowań, z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi
IME1A_U13	potrafi korzystać z kart katalogowych i not aplikacyjnych w celu dobrania odpowiednich komponentów projektowanego urządzenia lub systemu mechatronicznego
IME1A_U16	potrafi dokonać syntezy, analizy stabilności oraz testowania symulacyjnego ciągłego lub dyskretnego algorytmu sterowania dla zadanego obiektu jedno- lub wielowymiarowego, liniowego lub nieliniowego
IME1A_U18	potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie elementów, podzespołów i systemów mechatronicznych — dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym środowiskowe, ekonomiczne i prawne
IME1A_W08	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki technicznej konieczną do formułowania i rozwiązywania zadań związanych z mechatroniką
IME1A_W09	ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstaw automatyki i teorii sterowania