



1. potrafi odczytywać ze zrozumieniem projektową dokumentację techniczną oraz proste schematy technologiczne systemów automatyki i robotyki; - [K_U2]
2. potrafi zaplanować, przygotować i przeprowadzić symulację działania pro-tych układów automatyki i robotyki; - [K_U10]
3. potrafi sprawdzić stabilność liniowych oraz wybranych nieliniowych obiektów i układów dynamicznych; - [K_U12]
4. potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i przyrządami pomiarowymi oraz pomierzyć stosowne sygnały i na ich podstawie wyznaczyć charakterystyki statyczne i dynamiczne elementów automatyki oraz uzyskać informacje o ich zasadniczych własnościach; - [K_U14]
<b>Kompetencje społeczne:</b>
1. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; - [K_K5]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia
Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób: Ocena formująca: a) w zakresie wykładów: na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach, b) w zakresie ćwiczeń audytoryjnych i laboratoriów: na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań, Ocena podsumowująca: a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym z przedmiotu, który składa się z 10 zadań problemowych za które można uzyskać 20 punktów (po 2 punktów za zadanie). ii. ocenę wiedzy i umiejętności na podstawie indywidualnego omówienia wyników z egzaminu pisemnego (dodatkowe pytania kontrolne), b) w zakresie ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych ćwiczeń audytoryjnych oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych, ii. ocenianie ciągle, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) ? premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami, na ćwiczeniach laboratoryjnych studenci zdają do każdego z cyklu zajęć tzw. wejściówkę, iii. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją efektów kształcenia poprzez dwa pisemne kolokwia. Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za: i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia, ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu, iii. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych, iv. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.
Treści programowe
Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:  1. Podstawowy schemat układu regulacji automatycznej: a. omówienie podstawowych elementów układu regulacji automatycznej w postaci opisowej oraz sygnałów w nich występujących, b. praktyczne przykłady różnych układów regulacji automatycznej, c. definicja układu liniowego oraz układu nieliniowego, zasada superpozycji, d. różne rodzaje sygnałów: sygnał skoku jednostkowego, funkcja Diraca, sygnał sinusoidalnie zmienny, e. wykorzystanie równań Lagrange'a do opisu układów dynamicznych. 2. Opis układu liniowego regulacji automatycznej za pomocą transmitancji operatorowej: a. definicja transmitancji operatorowej, b. definicja transmitancji widmowej oraz praktyczny sposób jej pomiaru, c. opis schematu blokowego układu regulacji automatycznej za pomocą transmitancji, d. transmitancja układu otwartego, zamkniętego oraz uchybowa, e. przekształcanie schematów blokowych opisanych za pomocą transmitancji przenoszenie węzła zaczepowego oraz sumacyjnego, f. opis podstawowych członów układu regulacji automatycznej, g. różne rodzaje charakterystyk: charakterystyka amplitudowa fazowa, fazowa, charakterystyki logarytmiczne, wykresy Bodego, h. narzędzia programowe służące do opisu układów regulacji automatycznej. 3. Opis układu liniowego w przestrzeni stanu: a. definicja zmiennych stanu sygnału wejściowego, wyjściowego, minimalnie liczebnie zestaw zmiennych stanu,

- b. równanie stanu dla układu opisanego liniowymi równaniami różniczkowymi,
- c. równanie wyjścia oraz równanie układu,
- d. układy równoważne w sensie wyboru różnych zmiennych stanu opisujących ten sam układ,
- e. zmienne fazowe i ich wykorzystanie,
- f. przykłady opisu układów za pomocą zmiennych stanu,
- g. porównanie opisu układu za pomocą transmitancji oraz zmiennych stanu.
- 4. Stabilność układów liniowych regulacji automatycznej:
  - a. definicja stabilności, stabilność typu BIBO, asymptotyczna oraz wykładnicza,
  - b. aproksymacja układu nieliniowego w punkcie pracy, przykłady,
  - c. pierwsza zasada stabilności Lapunowa,
  - d. kryteria stabilności: algebraiczne, graficzne oraz graficzno-analityczne,
  - e. szczegółowe omówienie wybranych kryteriów stabilności (np. Hurwitza, Nyquista) wraz z przykładami ich zastosowań.
- 5. Jakość układów regulacji automatycznej:
  - a. definicja współczynników uchybu oraz sposób ich wyznaczania, uchyb w stanie ustalonym,
  - b. układy statyczne oraz astatyczne, rząd astatyzmu,
  - c. czas regulacji oraz przeregulowanie, stopień stabilności,
  - d. zapas modułu oraz zapas fazy,
  - e. kryteria całkowite jakości regulacji,
  - f. korekcja układów regulacji automatycznej.
- 6. Regulatory:
  - a. różne rodzaje regulatorów oraz ich charakterystyki,
  - b. definicja podstawowych nastaw regulatorów,
  - c. kryteria doboru nastaw regulatorów.
- 7. Podstawowy układ regulacji dwupołożeniowej oraz charakterystyki czasowe sygnałów w niej występujących.

Ćwiczenia audytoryjne, na których studenci rozwiązują rachunkowe zadania obejmujące treści przekazywane na wykładzie. Na ćwiczeniach szczegółowo rozpatruje podstawowy układ regulacji automatycznej oraz sposoby opisu. Ponadto studenci zapoznają się szczegółowo z kryteriami stabilności układów, ich jakością i korekcją. Istotna jest też aproksymacja układu nieliniowego w punkcie pracy i jego stabilność. Liczne przykłady praktycznych rozwiązań pozwalają studentom na zapoznanie się z układami występującymi w praktyce przemysłowej. Studenci zapoznają się też z narzędziami programowymi szeroko wykorzystywanymi w praktyce inżynierskiej.

Ćwiczenia laboratoryjne składają się z dwóch części, jedna z nich obejmuje ćwiczenia o charakterze ćwiczeń komputerowych druga o charakterze ćwiczeń sprzętowych, które zestawione są poniżej.

Ćwiczenia komputerowe:

1. Wprowadzenie do środowiska Matlab 7.1, część 1
2. Wprowadzenie do środowiska Matlab 7.1, część 2
3. Wprowadzenie do środowiska Simulink
4. Odpowiedzi czasowe podstawowych elementów dynamicznych
5. Charakterystyki częstotliwościowe podstawowych elementów dynamicznych
6. Modelowanie systemów fizycznych
7. Schematy blokowe liniowych układów regulacji automatycznej
8. Stabilność układów dynamicznych

Ćwiczenia sprzętowe:

1. Podstawowe elementy układów pneumatycznych
2. Identyfikacja modeli zbiorników cieczy
3. Modelowanie, identyfikacja i regulacja procesu cieplnego
4. Układy sterowania kombinacyjnego
5. Stanowisko do badania czujników zbliżeniowych

Część wymienionych wyżej treści programowych jest realizowana w pracy własnej studenta.

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja tradycyjna na tablicy ilustrowana licznymi przykładami.
2. Ćwiczenia audytoryjne: rozwiązywanie zadań, studium przypadków.

3. Ćwiczenia laboratoryjne: omówienie ćwiczeń oraz wspólna realizacja zadań laboratoryjnych.		
<b>Literatura podstawowa:</b>		
1. J. Pułaczewski, K. Szacka, A. Manitus, Zasady automatyki, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, 1974		
2. T. Kaczorek, Teoria układów regulacji automatycznej, Wydawnictwa Naukowo ? Techniczne, 1974		
3. P. De Larminat, Yves Thomas, Automatyka ? układy liniowe, tom 1, Sygnały i układy, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, 1983		
4. W. Findeisen, Technika regulacji automatycznej, PWN, 1965		
<b>Literatura uzupełniająca:</b>		
1. R. C. Dorf, R. H. Bishop, Modern Control Systems, Tenth Edition, Pearson Educational International, Prentice Hall, 2005		
<b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b>		
<b>Czynność</b>	<b>Czas (godz.)</b>	
1. udział w wykładach	18	
2. udział w ćwiczeniach audytoryjnych:	12	
3. udział w ćwiczeniach laboratoryjnych:	18	
4. przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych:	18	
5. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych:	18	
6. dokończenie (w ramach pracy własnej) ćwiczeń laboratoryjnych:	10	
7. dokończenie (w ramach pracy własnej) zadań z ćwiczeń:	8	
8. udział w konsultacjach (mogą być realizowane drogą elektroniczną) związanych z realizacją procesu kształcenia: z ćwiczeń audytoryjnych, laboratoryjnych oraz wykładów:	10	
9. przygotowanie do sprawdzianów z ćwiczeń oraz wejściówek z laboratorium:	25	
10. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 250 stron	12	
11. przygotowanie do pisemnego egzaminu z przedmiotu i udział w egzaminie (2 godz.):		
<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	151	6
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	52	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	70	3