



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Teoria sterowania

Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3 / 5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

15

Inne (np. online)

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

Liczba punktów ECTS

6

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Dariusz Pazderski

email: dariusz.pazderski@put.poznan.pl

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul.Piotrowo 3a, 61-138 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Robert Bączyk

email: robert.baczyk@put.poznan.pl

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul.Piotrowo 3a, 61-138 Poznań

Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z przedmiotów takich jak Podstawy automatyki, Analiza matematyczna, Mechanika ogólna.

Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu objętego wymaganą wiedzą oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji.

Kompetencje społeczne Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.



Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy z teorii sterowania a w szczególności wiedzy związanej z dynamicznymi układami sterowania w celu merytorycznego przygotowania do zagadnień związanych z ich stabilnością oraz syntezą i analizą ich sterowania.
2. Rozwijanie u studentów umiejętności związanych z modelowaniem układów dynamicznych, przekształcaniem układów liniowych do postaci równoważnych, interpretacją i badaniem sterowalności i obserwowalności układów liniowych, badaniem stabilności typu wejście stan i wejście-wyjście, podstawową analizą stabilności według Lapunowa. Ponadto studenci będą posiadali umiejętności konstrukcji różnych obserwatorów szeroko stosowanych w technice oraz rozwiązywania wybranych zagadnień optymalizacji układów regulacji oraz programowania dynamicznego.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki obejmującą algebrę, geometrię, analizę, probabilistykę oraz elementy matematyki dyskretnej i logiki, w tym metody matematyczne i metody numeryczne niezbędne do opisu i analizy własności liniowych i podstawowych nieliniowych systemów dynamicznych i statycznych, opisu i analizy wielkości zespolonych, - [K1_W1]
2. opisu procesów losowych i wielkości niepewnych, opisu i analizy systemów logicznych kombinacyjnych i sekwencyjnych, opisu algorytmów sterowania i analizy stabilności systemów dynamicznych, opisu, analizy oraz metod przetwarzania sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, numerycznej symulacji systemów dynamicznych w dziedzinie czasu ciągłego i czasu dyskretnego; - [K1_W1]
3. ma uporządkowaną wiedzę w zakresie teorii liniowych systemów dynamicznych, w tym wybranych metod modelowania i teorii stabilności; zna i rozumie podstawowe własności liniowych elementów dynamicznych w dziedzinie czasu i częstotliwości oraz własności wybranych elementów nieliniowych; zna i rozumie techniki projektowania liniowych układów sterowania korzystające z opisu w przestrzeni stanu - [K1_W14]
4. orientuje się w aktualnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych obszaru automatyki i robotyki; - [K1_W21]

Umiejętności

1. potrafi pozyskiwać informacje z literatury, dokumentacji technicznych oraz innych źródeł także w języku angielskim; - [K1_U1]
2. potrafi sprawdzić stabilność liniowych oraz wybranych nieliniowych obiektów i układów dynamicznych; - [K1_U12]
3. potrafi projektować proste układy sterowania dla procesów z jednym wejściem i jednym wyjściem; potrafi świadomie wykorzystywać standardowe bloki funkcjonalne systemów automatyki oraz kształtować własności dynamiczne torów pomiarowych; - [K1_U29]



Kompetencje społeczne

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

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 i zajęć laboratoryjnych: na podstawie oceny bieżącego postępu rozwiązywanych 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 za które można uzyskać 20 punktów (po 2 punktów za zadanie).

ii. ocenę wiedzy i umiejętności na podstawie indywidualnego omówienia wyników ze pisemnego (dodatkowe pytania kontrolne),

b) w zakresie ćwiczeń rachunkowych i zajęć laboratoryjnych 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,

iii. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją efektów kształcenia poprzez jedno pisemne kolokwium.

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. Układy dynamiczne i opis układów w przestrzeni stanu.

a) definicja układu dynamicznego

b) klasy układów dynamicznych

c) typowe formy opisu układów w czasie ciągłym

d) opis w przestrzeni dyskretnej

e) układy liniowe LTI i LTV

f) związek z pomięcy opisem w przestrzeni stanu a transmitancją operatorową

g) przykładowe modele

2. Przekształcenia stanu i wejścia. Układy równoważne.

a) pojęcia podstawowe

b) przekształcenia liniowe i formy normalne

c) przekształcenie do postaci normalnej sterowalnej i obserwowalnej

d) przekształcenie do postaci modalnej (diagonalnej i postaci Jordana, rzeczywistej postaci Jordana)

e) dekompozycja Kalmana i reprezentacja minimalna

3. Wybrane właściwości układów liniowych

a) rozwiązanie równania stanu i własności macierzy tranzycji

b) pojęcie sterowalności i obserwowalności

c) wprowadzenie warunków Kalmana

4. Wybrane zagadnienia z zakresu stabilności

a) stabilność BIBO (typu ograniczone wejście ograniczone wyjście), BIBS (typu ograniczone wejście ograniczony stan)

b) stabilność według Lapunowa

c) definicja funkcji Lapunowa dodatnio, ujemnie, pół-dodatnio pół-ujemnie określonej wraz z przykładami dla układów liniowych oraz nieliniowych

d) kryteria stabilności dla układów LTI

e) klasy trajektorii rozwiązania układu swobodnego LTI



5. Obserwatory dla układów liniowych

- a) wyprowadzenie obserwatora Luenbergera i podanie warunku stosowalności
- b) filtr Kalmana jako przypadek obserwatora stochastycznego
- c) interpretacja równań filtru Kalmana

6. Korekcja dynamiczna i projektowanie liniowych układów regulacji

- a) sprzężenie od stanu i sprzężenie od wyjścia
- b) warunek stabilizowalności
- c) definicja odsprzęgania typu wejście-wyjście
- d) konstrukcja algorytmu odsprzęgania dla układu liniowego
- e) algorytm sterowania wykorzystujący rozszerzenie dynamiczne
- f) algorytm sterowania ze sprzężeniem wyprzedzającym
- g) zastosowanie obserwatora i zasada separacji

7. Elementy sterowania optymalnego

- a) Elementy dyskretnej minimalizacji funkcji wielu zmiennych z ograniczeniami równościowymi
- b) definicja hamiltonianu i mnożników Lagrange'a
- c) warunki konieczne i dostateczne optymalizacji kwadratowej,
- d) zasada maksimum Pontriagina
- e) opis metody programowania dynamicznego dla układów dyskretnych
- f) optymalizacja kwadratowa układów dyskretnych z wykorzystaniem programowania dynamicznego,

Ćwiczenia audytoryjne oraz ćwiczenia laboratoryjne prowadzone są w formie siedmiu 2-godzinnych zajęć każde. Na ćwiczeniach audytoryjnych studenci rozwiązują rachunkowe zadania obejmujące treści przekazywane na wykładzie. Szczegółowo rozpatruje się zagadnienie modelowania układów, przekształcania dynamiki do postaci normalnych, badania stabilności, sterowalności i obserwowalności, projektowania sprzężenia od stanu i obserwatorów liniowych. W ramach laboratorium realizowane są ćwiczenia numeryczne i symulacyjne, które są uzupełniające względem treści rozważanych na ćwiczeniach, przede wszystkim w uwagi na możliwość rozpatrywania bardziej złożonych przypadków.

Metody dydaktyczne

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



3. Ćwiczenia laboratoryjne: praca przy komputerze w środowisku numerycznym/symulacyjnym (typu Matlab/Simulink, Python, itd.).

Literatura

Podstawowa

1. T. Kaczorek, Teoria układów regulacji automatycznej, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, 1974
2. P. De Larminat, Yves Thomas, Automatyka - układy liniowe, tom 2, Sterowanie, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, 1983
3. P. De Larminat, Yves Thomas, Automatyka - układy liniowe, tom 3, Sterowanie, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, 1983
4. Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1995
5. R. C. Dorf, R. H. Bishop, Modern Control Systems, tenth edition, Pearson Educational International, Prentice Hall, 2005

Uzupełniająca

1. A. Isidori, Nonlinear Control Systems, Springer Verlag, 1995

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

| | Godzin | ECTS |
|---|--------|------|
| Łączny nakład pracy | 150 | 6,0 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem | 60 | 3,0 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) ¹ | 90 | 3,0 |

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności