



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Teoria sterowania procesów ciągłych i dyskretnych [S1AiR1E>TSPCiD2]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka/Automatic Control and Robotics

Rok/Semestr

3/6

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

mgr inż. Joanna Piasek-Skupna  
joanna.piasek-skupna@put.poznan.pl

mgr inż. Jacek Michalski  
jacek.michalski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu analizy matematycznej, algebry liniowej, fizyki, a w szczególności mechaniki ogólnej, a także gruntowną wiedzę z przedmiotów Podstawy automatyki oraz Teorii i przetwarzanie sygnałów. Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu objętego wymaganą wiedzą. Powinien cechować się umiejętnością analizowania danych i pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł, a także 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 o opisie matematycznym oraz działaniu ciągłych i dyskretnych liniowych i wybranych nieliniowych układów sterowania. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów 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 projektowania liniowych układów regulacji oraz rozwiązywania wybranych zagadnień optymalizacji układów regulacji.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

W zakresie wiedzy:

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 (P6S\_WG)].

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie struktur i zasad działania analogowych i dyskretnych systemów sterowania (w układzie otwartym i w układzie ze sprzężeniem zwrotnym) oraz liniowych i prostych nieliniowych regulatorów analogowych i cyfrowych [K1\_W16 (P6S\_WG)].

Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu podstawowe kryteria syntezy i metody strojenia regulatorów, narzędzia i techniki automatycznego doboru nastaw regulatorów oraz identyfikacji obiektów sterowania [K1\_W17 (P6S\_WG)].

W zakresie umiejętności:

Potrafi zaplanować, przygotować i przeprowadzić symulację działania prostych układów automatyki i robotyki [K1\_U10 (P6S\_UW)].

Potrafi wyznaczać i posługiwać się modelami prostych układów elektromechanicznych i wybranych procesów przemysłowych, a także wykorzystywać je do celów analizy i projektowania układów automatyki i robotyki [K1\_U11 (P6S\_UW)].

Potrafi sprawdzić stabilność liniowych oraz wybranych nieliniowych obiektów i układów dynamicznych [K1\_U12 (P6S\_UW)].

Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do projektowania systemów automatyki i robotyki oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia [K1\_U24 (P6S\_UW)].

Potrafi projektować proste układy sterowania dla procesów przemysłowych; potrafi świadomie wykorzystywać standardowe bloki funkcjonalne systemów automatyki oraz kształtować własności dynamiczne torów pomiarowych [K1\_U29 (P6S\_UW)].

W zakresie kompetencji społecznych:

Jest gotów do określania priorytetów służących do realizacji określonego przez siebie lub innych zadania [K1\_K4 (P6S\_KO)].

Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych, poszanowania różnorodności poglądów i kultur [K1\_K5 (P6S\_KR)].

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się 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 na podstawie oceny bieżącego postępu rozwiązywanych zadań

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów:

i. po pierwszym semestrze: weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę dotychczas zdobytej wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym w formie testu.

ii. po drugim semestrze: weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę zdobytej wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym z przedmiotu.

b) w zakresie ćwiczeń rachunkowych

I. ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) - premiowanie przyrostu umiejętności

posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

ii. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją efektów kształcenia poprzez dwa pisemne kolokwia.

iii. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją efektów kształcenia poprzez rozwiązanie zadania przy wykorzystaniu implementacji poznanych metod w programie Matlab.

## Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Układy dynamiczne i opis układów w przestrzeni stanu.

- a) definicja układu dynamicznego
- b) typowe formy opisu układów w czasie ciągłym
- c) związek pomiędzy opisem w przestrzeni stanu a transmitancją operatorową
- d) aproksymacja liniowa
- e) 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)

3. Wybrane właściwości układów liniowych

- a) rozwiązanie równania stanu i własności macierzy tranzycji
- b) pojęcie sterowalności i obserwowalności
- c) wyprowadzenie 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
- f) metoda płaszczyzny fazowej

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

Ćwiczenia rachunkowe opracowane są w formie piętnastu 2-godzinnych zajęć. 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.

## Metody dydaktyczne

## Metody dydaktyczne

1. wykład: tradycyjna forma prezentacji ilustrowana przykładami, wykorzystanie narzędzi multimedialnych.
2. ćwiczenia audytoryjne: rozwiązywanie zadań ilustrujących przedstawiane na wykładzie zagadnienia,

## Literatura

### Literatura Podstawowa

1. R. C. Dorf, R. H. Bishop, Modern Control Systems, tenth edition, Pearson Educational International, Prentice Hall, 2005
2. NISE, Norman S. Control systems engineering. John Wiley & Sons, 2020.
3. OGATA, Katsuhiko, et al. Modern control engineering. Upper Saddle River, NJ: Prentice hall, 2010.

### Uzupełniająca

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

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	120	5,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu)	60	2,50