**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowane techniki sterowania

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. A. Ordys, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Automatyka Robotyka i Informatyka Przemysłowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ZTS

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin bezpośrednich 45, w tym:
wykład - 30h;
zajęcia projektowe - 15h;

2) Praca własna studenta 55h, w tym:
przygotowanie do kolokwium – 10h;
przygotowanie do egzaminu – 10h;
przygotowanie projektu - 35h;

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,5 pkt. ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 45, w tym:
- wykład - 30h;
- zajęcia projektowe - 15h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2 pkt. ECTS - liczba godzin praktycznych: 50, w tym:
- zajęcia projektowe - 15h;
- przygotowanie projektu – 35h;

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka, Podstawy Automatyki, Sterowanie procesów ciągłych

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

Opanowanie wiedzy niezbędnej do korzystania z literatury z zakresu zaawansowanych technik sterowania ciągłych procesów opisanych modelem z czasem dyskretnym

**Treści kształcenia:**

Modele układów dynamicznych do celów sterowania: modele z czasem ciągłym; linearyzacja; macierzowy opis transmitancyjny; modele z czasem dyskretnym; kryteria oceny działania układu regulacji.
Regulacja wielopętlowa PID: struktura połączeń w układzie wielopętlowym MIMO; zagadnienie odsprzęgania interakcji.
Regulacja optymalna: równania Hamiltona-Jacobiego Bellmana; programowanie dynamiczne; regulator LQR.
Estymacja stanu: obserwator Luenbergera i filtr Kalmana.
Regulacja predykcyjna: warstwowa struktura sterowania; ogólna zasada regulacji predykcyjnej (MPC); regulacja MPC z modelem liniowym - wyznaczanie analitycznego prawa regulacji i jego realizacja.
Wybrane algorytmy regulacji predykcyjnej, na przykład: regulator GPC i regulator predykcyjny w przestrzeni stanu, model liniowy odpowiedzi skokowej i regulator DMC; Predictive Functional Control.
Wstęp do nieliniowej regulacji predykcyjnej, ograniczenia, zadanie optymalizacji kwadratowej i regulator numeryczny.
W przedmiocie realizowany jest projekt – sterowanie jednego urządzenia / procesu przy wykorzystaniu dwóch typów regulatorów: PID wielopętlowy i predykcyjny.

Projekt ma zwierać:
- zamodelowanie instalacji MIMO układu (np. robot o 4 kołach oddzielnie sterowanych, SCARA, reaktor, itp..),
- zastosowanie struktury PID wielo-pętlowej i dobór regulatorów drogą modelowania i ręcznej optymalizacji (Matlab-Simulink),
- zastosowanie regulatora LQR (opcjonalnie),
- przygotowanie eksperymentu symulacyjnego (zamodelowanie odpowiedzi) lub opisu dla regulacji predykcyjnej,
- dobór nastaw regulatora predykcyjnego i uruchomienie za pomocą pakietów (Matlab-Simulink),

porównanie i krytyczna ocena wyników.

**Metody oceny:**

Zaliczenie projektu.

Dwa kolokwia w trakcie trwania przedmiotu, oraz egzamin końcowy

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

P. Tatjewski: Sterowanie predykcyjne. Skrypt internetowy, Politechnika Warszawska 2011 (opracowany w ramach PR PW).

P. Tatjewski: Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych, struktury i algorytmy. Wydanie 2 zmienione. EXIT, Warszawa 2016 (książka w wersji elektronicznej).

J.A. Rossiter, Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2017

Ordys A.W. and J. Bentsman, Models of Stochastic Systems, in: Control Systems, Robotics and Automation, in: Encyclopedia of Life Support Systems, Theme editor: H. Unbehauen, EOLSS Publishers Oxford, UK, 2004,

Pike A.W., M.J. Grimble, M.A. Johnson, A.W. Ordys and S.Shakhour, Predictive Control, in The Control Handbook, editor W.S. Levine, CRC Press INC, 1996.

Shakouri P., J. Czeczot, A. Ordys, Simulation Validation of Three Nonlinear Model-Based Controllers in the Adaptive Cruise Control System, Journal of Intelligent and Robotic Systems, Vol. 80, pp 207-229, Nov 2015,

Shawky A., D. Zydek, Y.Z. Elhalwagy, A. Ordys, Modelling and non-linear control of a flexible manipulator, Applied Mathematical Modelling, Elsevier, May 2013,

Shakouri P. , Andrzej Ordys and Mohamad R. Askari, Adaptive Cruise Control With Stop&Go Function Using The State-Dependent Nonlinear Model Predictive Control Approach, Transactions of ISA, ISATRANS-D-11-00190R1, 2012,

Ordys A., M. Tomizuka and M. Grimble, State-space Dynamic Performance Preview/Predictive Controller, Transactions of the ASME, Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Vol 129, No 2, pp 144-154, March 2007,

P. Tatjewski: Advanced Control of Industri

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 2st\_W01:**

Wiedza dotycząca zaawansowanej regulacji, w tym predykcyjnej.

Weryfikacja:

Wpisz opis

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W04, K\_W06, K\_W07, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ZTS\_2st\_U01 :**

Projektowanie zaawansowanych układów regulacji procesów wielowymiarowych.

Weryfikacja:

Ocena zadań realizowanych podczas projektu, kolokwium i egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12, K\_U16, K\_U03, K\_U06, K\_U10, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK

**Charakterystyka ZTS\_2st\_U02:**

Modelowanie, symulacja i ocena działania zaawansowanych ukladow regulacji

Weryfikacja:

Ocena zadań realizowanych podczas projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U04, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO, I.P7S\_UU, P7U\_U, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ZTS\_2st\_K01:**

Umiejętność wykonania złożonego zadania projektowania i weryfikacji projektu w pracy zespołowej.

Weryfikacja:

Ocena bieżąca współpracy w zespole podczas wykonywania projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR