**Nazwa przedmiotu:**

Sterowanie procesów

**Koordynator przedmiotu:**

Maciej Ławryńczuk, Piotr Marusak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Automatyka i Robotyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - podstawowe

**Kod przedmiotu:**

STP

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta:
- udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.
- udział w ćwiczeniach: 15 x 1 godz. = 15 godz.
- udział w konsultacjach: 4 godz.
- wykonywanie projektów (15 godz. na każdy projekt, łącznie z opracowaniem sprawozdania i krótką prezentacją uzyskanych wyników): 30 godz.
- przygotowanie do bieżących zajęć (wykładów i ćwiczeń): 10 godz.
- przygotowanie do kolokwiów ( w tym rozwiązywanie typowych zadań): 15 godz.
Łączny nakład pracy studenta: 104 godz., co odpowiada 4 ECTS

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe wiadomości dotyczące procesów dynamicznych i projektowania klasycznych algorytmów regulacji typu PID

**Limit liczby studentów:**

36

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych struktur i algorytmów sterowania ciągłymi obiektami dynamicznymi, w tym procesami przemysłowymi. Rozważa się dyskretne (cyfrowe) realizacje algorytmów projektowanych z czasem ciągłym jak i algorytmy projektowane z czasem dyskretnym. Omawiane są: metoda sprzężenia od stanu obiektu, algorytmy i struktury regulacji PID, zasada i algorytmy regulacji predykcyjnej i regulacji rozmytej, warstwowa struktura sterowania przemysłowego z nadrzędną warstwą optymalizacji.

**Treści kształcenia:**

Wstęp. Procesy ciągłe jako obiekty sterowania: obiekty małej i dużej skali, procesy przemysłowe. Warstwowe struktury sterowania, regulacja i optymalizacja punktów pracy jako elementy struktury warstwowej. Metody projektowania układów regulacji (2h).
Metody przestrzeni stanów. Sterowalność i obserwowalność układu dynamicznego. Przesuwanie biegunów sprzężeniem od stanu, projektowanie układu regulacji metodą lokowania biegunów układu zamkniętego. Obserwator Luenbergera, zasada separowalności. Niezerowe punkty pracy, wymuszanie zerowego uchybu ustalonego (4h).
Regulacja PID. Struktury regulacji PID, uwzględnianie ograniczeń sygnału sterującego. Regulacja kaskadowa. Kompensacja zakłócenia (struktura feedforward). Regulacja wielopętlowa obiektu wielowymiarowego, odprzęganie (4h).
Modelowanie dyskretne obiektów ciągłych. Metody emulacji, dyskretne realizacje algorytmów PID. Dyskretne równania stanu, modele ARX i ARMAX, model dyskretnej odpowiedzi skokowej. Przechodzenie od modeli ciągłych do dyskretnych, transmitancja dyskretna. Modele dyskretne typowych członów dynamicznych, dyskretne charakterystyki częstotliwościowe (6h).
Regulacja predykcyjna. Zadanie regulacji predykcyjnej, odpowiedź swobodna i wymuszona. Regulator DMC analityczny. Uwzględnianie ograniczeń sterowania w algorytmie analitycznym, algorytm numeryczny. Regulator GPC. Regulacja predykcyjna wielowymiarowa (6h).
Nieliniowa regulacja rozmyta. Regulator nieliniowy rozmyty FPID (Fuzzy PID). Regulator nieliniowy rozmyty PID typu Takagi-Sugeno (FPID-TS). Regulacja nieliniowa rozmyta predykcyjna typu Takagi-Sugeno (2h)
Sterowanie warstwowe obiektem przemysłowym. Wybór zmiennych regulowanych, warstwa regulacji bezpośredniej i nadrzędnej. Warstwa optymalizacji, sterowanie stanem ustalonym. Przykład (2h).
Sprzętowe realizacje przemysłowych struktur sterowania: sterowniki programowalne, stacje procesowe, sieci przemysłowe, systemy SCADA (2h).

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia po 30 pkt. i dwa projekty po 20 pkt.
Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie co najmniej 50 punktów na 100 możliwych

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. M. Ławryńczuk: Sterowanie procesów. Skrypt, Warszawa, 2010.
2. T. Kaczorek: Teoria układów regulacji automatycznej. WNT, Warszawa, 1977.
3. P. Tatjewski: Zaawansowane sterowanie obiektów przemysłowych, struktury i algorytmy. EXIT, Warszawa 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

http://eres.elka.pw.edu.pl/eres/wwersje$.startup?Z\_ID\_PRZEDMIOTU=STP&Z\_NR\_WERSJI=1&Z\_CHK=28713

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka STP\_W01:**

Znajomość najważniejszych klas modeli dynamicznych: modele liniowe i nieliniowe, modele z czasem ciągłym i dyskretne, modele w przestrzeni stanu i modele transmitancyjne, znajomość metod konwersji najważniejszych klas modeli.

Weryfikacja:

Kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W06

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

**Charakterystyka STP\_W02:**

Znajomość podstawowych metod syntezy układów regulacji (zarówno procesów ciągłych jak i dyskretnych): regulator PID i jego modyfikacje, regulator ze sprzężeniem od stanu, znajomość metod projektowania obserwatorów stanu pełnego i zredukowanego rzędu.

Weryfikacja:

kolokwia, projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W06

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

**Charakterystyka STP\_W03:**

Znajomość zaawansowanych metod syntezy układów regulacji (procesów dyskretnych): algorytmy regulacji predykcyjnej DMC i GPC, algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyte algorytmy regulacji predykcyjnej).

Weryfikacja:

kolokwia, projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W06

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

**Charakterystyka STP\_W04:**

Znajomość metod wielokryterialnej oceny jakości regulacji układu regulacji.

Weryfikacja:

kolokwia, projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W03

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

**Charakterystyka STP\_W05:**

Znajomość programów komputerowych służących do projektowania i symulacji algorytmów regulacji (np. Matlab/Simulink).

Weryfikacja:

projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka STP\_U01:**

Umiejętność konwersji najważniejszych klas modeli dynamicznych (przejście od modelu w przestrzeni stanu do modelu transmitancyjnego i odwrotnie, dyskretyzacja modeli ciągłych).

Weryfikacja:

kolokwia, projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka STP\_U02:**

Umiejętność zaprojektowania podstawowych układów regulacji (zarówno procesów ciągłych jak i dyskretnych): regulator PID i jego modyfikacje, regulator ze sprzężeniem od stanu, umiejętność zaprojektowania obserwatorów stanu pełnego i zredukowanego rzędu.

Weryfikacja:

kolokwia, projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka STP\_U03:**

Umiejętność zaprojektowania zaawansowanych układów regulacji (procesów dyskretnych): algorytmy regulacji predykcyjnej DMC i GPC, algorytmy regulacji rozmytej (rozmyty algorytm PID, rozmyty algorytm ze sprzężeniem od stanu, rozmyte algorytmy regulacji predykcyjnej).

Weryfikacja:

kolokwia, projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka STP\_U04:**

Umiejętność wielokryterialnej oceny jakości regulacji układu regulacji.

Weryfikacja:

kolokwia, projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o

**Charakterystyka STP\_U05:**

Umiejętność posługiwania się programami komputerowymi służącymi do projektowania i symulacji algorytmów regulacji (np. Matlab/Simulink), umiejętność napisania własnych programów do symulacji dyskretnych algorytmów regulacji.

Weryfikacja:

projekty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o