



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Zaawansowana automatyka procesowa

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy sterowania i robotyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1 / 1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Jarosław Majchrzak

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: Jaroslaw.Majchrzak@put.poznan.pl

tel. 61 6652847

Instytut Automatyki i Robotyki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z podstaw automatyki, układów automatycznej regulacji i teorii sterowania, a także programowania sterowników przemysłowych. Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów podczas projektowania układów automatycznej regulacji (dobór nastaw regulatorów, badanie stabilności, dobór czujników pomiarowych) oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji / mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.



### **Cel przedmiotu**

1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu technik sterowania w systemach automatyki procesowej, w zakresie opisu obiektów sterowania i stosowania specjalistycznych algorytmów sterowania.
2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów projektowych, dotyczących systemów sterowania automatyki procesowej.
3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej w rozwiązywaniu zaawansowanych zagadnień sterowania.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

1. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie metod analizy i projektowania systemów sterowania;
2. ma elementarną wiedzę w zakresie obsługi i wykorzystania narzędzi informatycznych przeznaczonych do szybkiego prototypowania oraz projektowania, symulacji i wizualizacji układów i systemów automatyki;
3. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu automatyki i pokrewnych dyscyplin naukowych;
4. zna podstawowe kryteria syntezy i metody strojenia regulatorów, narzędzia i techniki doboru nastaw regulatorów oraz identyfikacji obiektów sterowania;
5. ma podbudowaną teoretycznie wiedzę o systemach automatyki procesowej, możliwościach rozwiązywania problemów sterowania w tym zakresie;

#### Umiejętności

1. potrafi zastosować wybrana technikę regulacji i dostosować ją do własności obiektu i układu regulacji;
2. potrafi dobrać parametry i nastawy podstawowego regulatora przemysłowego oraz skonfigurować i zaprogramować przemysłowy sterownik programowalny;
3. potrafi zaprojektować i praktycznie wykorzystać proste układy diagnostyczno-decyzyjne dedykowane systemom automatyki;
4. potrafi krytycznie ocenić i dobrać odpowiednie metody i narzędzia do rozwiązania zadania z zakresu automatyki;

#### Kompetencje społeczne

1. rozumie, że wiedza i umiejętności z zakresu tematyki modułu muszą być uzupełniane;
2. posiada świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole;



3. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować;

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana przez dwa 45-minutowe kolokwia realizowane na 7 i 15 wykładzie. Każde z kolokwium składa się z 10-15 pytań (testowych i otwartych), różnie punktowanych. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania, zostają udostępnione studentom z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej lub zdalnego dostępu WEB.

Umiejętności nabyte w ramach zajęć laboratoryjnych weryfikowane są podstawie sporządzonych sprawozdań i końcowego kolokwium zaliczeniowego, składającego się z 5-7 pytań/zadań różnie punktowanych w zależności od stopnia ich trudności oraz na podstawie opracowanego projektu/modelu układu regulacji. Próg zaliczeniowy: 50% punktów.

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Struktury układów automatycznej regulacji: własności odpornościowe, wrażliwość wejściowa i zakłóceniewa, struktura standardowa, struktura sprzężenie zwrotne -- sprzężenie w przód, z predyktorem Smitha, sterowanie poprzez model, struktura z wewnętrznym modelem sterowania IMC, struktura o dwóch stopniach swobody, dwu-pętlowa struktura regulacji nadążająca za modelem MFC, struktura z obserwatorem zakłóceń, własności struktury MFC.
2. Wstęp do systemów automatyki procesowej: bloki kontroli procesu, regulatory, bloki korekcyjne, układy wielowymiarowe w podejściu wejściowo-wyjściowym, interakcje torów regulacji, parowanie wejść/wyjść, macierz współczynników relacji, odprężanie.
3. Sterowanie kaskadowe: model obiektu-procesu, stany interakcji, schematy blokowe procesu, własności elementów sterowania, interakcje w kaskadzie, strojenie kaskady, przebieg całkowania.
4. Problem nasycenia w sygnałach sterowania i jego skutki: ograniczenia wyjścia regulatora, ograniczenia zamiennych procesowych, ograniczenia w zależnościach zmiennych.
5. Sterowanie procesami z opóźnieniem: predyktor Smitha i jego warianty.
6. Schematy sterowania typu: regulacja proporcji, sterowania z dzieleniem zakresu, sterowania z uwzględnieniem zakłóceń.
7. Podstawy sterowania predykcyjnego z ograniczeniami: warstwowa struktura sterowania, podstawy optymalizacji, regulacja z przesuwym horyzontem, trajektorie wielkości regulowanej i sterowania, funkcja celu i jej własności, prognozowana trajektoria wyjścia,



8. Regulacja predykcyjna z zastosowaniem techniki DMC, predykcja wyjść dla układów typu SISO, predykcja wyjść dla układów typu MIMO.
9. Studium przypadków przemysłowych.
10. Przykłady komercyjnych systemów APC i ich omówienie.

Zajęcia laboratoryjne odbywają się w zespołach 2 osobowych. Zadania laboratoryjne realizowane są na stanowiskach wyposażonych w komputer PC i oprogramowanie symulacyjne. Program ćwiczeń laboratoryjnych obejmuje modelowanie i analizę działania wybranych układów automatyki procesowej.

Przykładowe tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Sterowanie procesem jako jednowymiarowym obiektem dynamicznym (w symulatorze).
2. Wyznaczanie parametrów eksploatacyjnych układów regulacji.
3. Analiza doboru nastaw regulatorów w układach regulacji z obiektami statycznymi i astatycznymi.
4. Sterowanie rzeczywistym procesem jako jednowymiarowym obiektem dynamicznym.
5. Modelowanie obiektu chemicznego na podstawie równań stanu. Określenie jego własności dynamicznych.
6. Badanie działania regulatorów w modelu układu regulacji kaskadowej.

Zajęcia projektowe odbywają się w zespołach 2 osobowych. Zespoły stosują rozwiązania teoretyczne w modelowaniu procesów sterowania oraz programują sterowniki sprawdzając zastosowanie algorytmów automatyki procesowej w praktyce. Tematy projektów to studia przypadków wsparte publikacjami i literaturą, weryfikowane za pomocą narzędzi symulacyjnych (np. Matlab), praktyczne rozwiązania sterowań z ich weryfikacją za pomocą programowalnych sterowników (np. Simatic S7) lub wybrane rozwiązania mające zastosowanie w praktyce przemysłowej.

Przykładowe tematy projektów:

1. Wielosekcyjny system regulacji temperatury dwustopniowego ekstrudera.
2. Sterowanie modelem petrochemicznej kolumny destylacyjnej.
3. Sterowanie wielopompowym urządzeniem hydroforowym.
4. Wykorzystanie dzielonego zakresu sterowania w urządzeniach klimatyzacji i ogrzewania.
5. Badanie wariantowego sterowania predykcyjnego do sterowania parametrami reakcji chemicznej.

## **Metody dydaktyczne**

Metody dydaktyczne:



1. wykład: prezentacja multimedialna, rozwiązywanie przykładowych zadań projektowych
2. ćwiczenia laboratoryjne: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne
2. projekt: zdefiniowanie zadania projektowego, opracowanie rozwiązania i zastosowanie w praktyce symulacyjnej lub eksperymentalnej, dyskusja wyników.

## Literatura

### Podstawowa

1. S. Skoczowski, R. Osypiuk, K. Pietruszewicz, Odporna regulacja PID o dwóch stopniach swobody, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
2. P. Tatjewski, Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych. Struktury i algorytmy, AOW EXIT, Warszawa 2002.
3. C. L. Smith, Advanced Process Control. Beyond Single-Loop Control, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010.

### Uzupełniająca

1. W. H. Ray, Advanced Process Control, Butterworths Publishers, London 1989.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	40	2,0

<sup>1</sup>niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności