



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sterowniki programowalne i regulatory cyfrowe [S1AiR1E>SPiRC]

### 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

45

Laboratorium

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

6,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Stefan Brock prof. PP

stefan.brock@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę w zakresie informatyki, podstaw cyfrowych układów logicznych, podstaw automatyki, elektroniki i systemów mikroprocesorowych. Powinien posiadać umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.

## Cel przedmiotu

Cel przedmiotu: 1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej programowania i zastosowania sterowników programowalnych w procesach sterowania, w zakresie tworzenia i analizy algorytmów sterowania podsystemami i systemami, wykorzystania narzędzi programistycznych do realizacji zadań sterowania. 2. Opanowanie wiedzy i umiejętności zastosowania sterowników programowalnych do realizacji sterowania procesami przemysłowymi, nabycie umiejętności posługiwania się wybranymi językami programowania sterowników PLC, nabycie umiejętności obsługi urządzeń do realizacji sterowania cyfrowego oraz narzędzi wykorzystywanych do programowania systemów przemysłowych. 3. Opanowanie wiedzy z zakresu dyskretnej realizacji wybranych regulatorów, zasad doboru, stosowania i testowania regulatorów klasy PID oraz dyskretnej realizacji wybranych bloków dynamicznych. Opanowanie umiejętności doboru nastaw regulatorów w warunkach przemysłowych. 4. Rozwijanie u studentów umiejętności kreatywnego rozwiązywania problemów z zakresu konfiguracji, programowania i wykorzystania przemysłowych systemów sterowania. Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia: W1. Wprowadzenie do sterowników programowalnych, historia i obszar zastosowań, klasyfikacje sterowników programowalnych. Języki programowania PLC zgodne z IEC 61131. Podstawy języka logiki drabinkowej, styki, cewki, przerzutniki. Zasady tworzenia programów w LD. W2. Układy czasowe, liczniki, komparatory i operacje matematyczne w sterowniku PLC, realizacja prostych algorytmów sterowania. Typy zmiennych, zasady adresowania, adresy absolutne i symboliczne. W3. Koncepcja i działanie systemu operacyjnego sterownika programowalnego, cykl pracy. Pamięć programu, pamięć danych, odwzorowania stanów wejść i wyjść. Strukturalna organizacja programu, bloki organizacyjne, funkcje i bloki funkcyjne. W4. Język tekstu strukturalnego - podstawowe konstrukcje ST (SCL), operatory, funkcje wbudowane, konwersja typów. Projektowanie i zapis złożonych funkcji i bloków funkcyjnych, bloki danych, zmienne formalne, tymczasowe i statyczne. W5. Sterowanie bębnowe, przykłady bloków dedykowanych, opis w postaci automatu skończonego, realizacja w językach LD i ST. W6. Złożoność opisu w postaci automatu, uzasadnienie wprowadzenia języka grafu sekwencji SFC. Opis i podstawowe struktury SFC, realizacja wybranych zadań sterowania w SFC. W7. Realizacja dyskretna wybranych bloków automatyki. Ocena dokładności realizacji, zapis w językach PLC. W8. Budowa sterownika PLC, zasilanie i warunki pracy, wejścia dyskretne DC i AC, wejścia analogowe, czujniki mechaniczne, indukcyjne, pojemnościowe, ultradźwiękowe, optyczne, wyjścia cyfrowe: DC, AC, przekaźnikowe, dołączanie przekaźników i styczników, ochrona wyjść przed przepięciem W9. Pojęcia sterowanie, kompensacja, regulacja, struktura regulatora PID – teoretyczna i praktyczna, struktura 2DOF, struktury według ISA -I, II, III. Działanie i identyfikacja eksperymentalna bloków P, I, D, pojęcie czasu zdwojenia, wyprzedzenia W10. Dobór nastaw regulatorów – identyfikacja parametrów odpowiedzi skokowej, testy fast-test, inne wymuszenia. Identyfikacja parametrów obiektu KLT. Dobór nastaw metodami Z-N, Aastroma, kryteria modułu i symetrii, inne. W11. Własna realizacja algorytmu PID, zjawisko wind-up, zapobieganie - struktury AWU W12. Realizacja algorytmu PID w PLC – bloki funkcjonalne, struktury i ograniczenia, autotuning W13. Zagadnienie pomiaru i regulacji temperatury, czujniki temperatury – rezystancyjne, termopary, inne, dedykowane moduły temperaturowe, struktura układu regulacji temperatury (regulatory histerezy, histerezy z korekcją, quasi-ciągły) W14. Panele operatorskie, PLC jako element złożonego układu automatyki W15. Dobre praktyki w programowaniu sterowników PLC Program ćwiczeń laboratoryjnych obejmuje naukę programowania PLC w językach LD i ST (ćwiczenia 1 do 5), a następnie projektowanie i realizację układów sterowania dla wybranych obiektów laboratoryjnych (ćwiczenia 6 do 10) oraz wybrane zagadnienia zaawansowane w zakresie zastosowań sterowników w układach sterowania (ćwiczenia 11 do 14).

## Przedmiotowe efekty uczenia się

W zakresie wiedzy:

Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu teorię i metody w zakresie architektury i programowania systemów mikroprocesorowych, zna i rozumie wybrane języki wysokiego i niskiego poziomu programowania mikroprocesorów; zna i rozumie zasadę działania podstawowych modułów peryferyjnych oraz interfejsów komunikacyjnych stosowanych w systemach mikroprocesorowych [K1\_W13 (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 budowę i zasady działania programowalnych sterowników przemysłowych a także ich analogowych i cyfrowych układów peryferyjnych; zna i rozumie zasadę działania podstawowych interfejsów komunikacyjnych stosowanych w przemysłowych systemach sterowania [K1\_W19 (P6S\_WG)].

Zna metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z

zakresu automatyki i robotyki [K1\_W23 (P6S\_WG)].

W zakresie umiejętności:

Potrafi odczytywać ze zrozumieniem projektową dokumentację techniczną oraz proste schematy technologiczne systemów automatyki i robotyki [K1\_U2 (P6S\_UW)].

Potrafi dobrać parametry i nastawy podstawowego regulatora przemysłowego oraz skonfigurować i zaprogramować przemysłowy sterownik programowalny [K1\_U18 (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 skonstruować algorytm rozwiązania prostego zadania pomiarowego i sterującego oraz zaimplementować, przetestować i uruchomić go w wybranym środowisku programistycznym na platformie mikroprocesorowej [K1\_U27 (P6S\_UW)].

W zakresie kompetencji społecznych:

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:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana przez egzamin pisemny. Egzamin składa się z 20 - 30 pytań (testowych i otwartych), różnie punktowanych. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania, zostają udostępnione studentom z wykorzystaniem systemu uczelnianego kursów elektronicznych.

Umiejętności nabyte w ramach zajęć laboratoryjnych weryfikowane są podstawie bieżącej oceny pracy studentów oraz trzech 15-minutowych sprawdzianów lub 45-minutowego kolokwium zaliczeniowego, składającego się z 5-7 pytań/zadań różnie punktowanych w zależności od stopnia ich trudności. Próg zaliczeniowy: 50% punktów.

## Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

W1. Wprowadzenie do sterowników programowalnych, historia i obszar zastosowań, klasyfikacje sterowników programowalnych. Języki programowania PLC zgodne z IEC 61131. Podstawy języka logiki drabinkowej, styki, cewki, przerzutniki. Zasady tworzenia programów w LD.

W2. Układy czasowe, liczniki, komparatory i operacje matematyczne w sterowniku PLC, realizacja prostych algorytmów sterowania. Typy zmiennych, zasady adresowania, adresy absolutne i symboliczne.

W3. Koncepcja i działanie systemu operacyjnego sterownika programowalnego, cykl pracy. Pamięć programu, pamięć danych, odwzorowania stanów wejść i wyjść. Strukturalna organizacja programu, bloki organizacyjne, funkcje i bloki funkcyjne.

W4. Język tekstu strukturalnego - podstawowe konstrukcje ST (SCL), operatory, funkcje wbudowane, konwersja typów. Projektowanie i zapis złożonych funkcji i bloków funkcyjnych, bloki danych, zmienne formalne, tymczasowe i statyczne.

W5. Sterowanie bębnowe, przykłady bloków dedykowanych, opis w postaci automatu skończonego, realizacja w językach LD i ST.

W6. Złożoność opisu w postaci automatu, uzasadnienie wprowadzenia języka grafu sekwencji SFC. Opis i podstawowe struktury SFC, realizacja wybranych zadań sterowania w SFC.

W7. Realizacja dyskretna wybranych bloków automatyki. Ocena dokładności realizacji, zapis w językach PLC.

W8. Budowa sterownika PLC, zasilanie i warunki pracy, wejścia dyskretne DC i AC, wejścia analogowe, czujniki mechaniczne, indukcyjne, pojemnościowe, ultradźwiękowe, optyczne, wyjścia cyfrowe: DC, AC, przekaźnikowe, dołączanie przekaźników i styczników, ochrona wyjść przed przepięciem

W9. Pojęcia sterowanie, kompensacja, regulacja, struktura regulatora PID – teoretyczna i praktyczna, struktura 2DOF, struktury według ISA -I, II, III. Działanie i identyfikacja eksperymentalna bloków P, I, D, pojęcie czasu zdwojenia, wyprzedzenia

W10. Dobór nastaw regulatorów – identyfikacja parametrów odpowiedzi skokowej, testy fast-test, inne wymuszenia. Identyfikacja parametrów obiektu KLT. Dobór nastaw metodami Z-N, Aastroma, kryteria modułu i symetrii, inne.

W11. Własna realizacja algorytmu PID, zjawisko wind-up, zapobieganie - struktury AWU

W12. Realizacja algorytmu PID w PLC – bloki funkcjonalne, struktury i ograniczenia, autotuning

W13. Zagadnienie pomiaru i regulacji temperatury, czujniki temperatury – rezystancyjne, termopary, inne, dedykowane moduły temperaturowe, struktura układu regulacji temperatury (regulatory histerezy, histerezy z korekcją, quasi-ciągły)

W14. Panele operatorskie, PLC jako element złożonego układu automatyki

W15. Dobre praktyki w programowaniu sterowników PLC

Program ćwiczeń laboratoryjnych obejmuje naukę programowania PLC w językach LD i ST (ćwiczenia 1 do 5), a następnie projektowanie i realizację układów sterowania dla wybranych obiektów laboratoryjnych (ćwiczenia 6 do 10) oraz wybrane zagadnienia zaawansowane w zakresie zastosowań sterowników w układach sterowania (ćwiczenia 11 do 14).

### Metody dydaktyczne

1. wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.
2. ćwiczenia laboratoryjne: wprowadzenie do zadania, programowanie zadania i jego weryfikacja, testowanie wyników działania programu.

### Literatura

1. Hugh Jack,: Automating Manufacturing Systems with PLCs, P.Eng. Michigan, USA, 2010 (available online)
2. Petruzella, Frank D. Programmable logic controllers — 4th ed., McGraw-Hill, New York, 2011
3. Tom Mejer Antonsen, PLC Control with Structured Text, Randers, Denmark 2020
4. Programming Guideline for S7-1200/S7-1500, Siemens

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	150	6,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	3,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	75	3,00