AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE

JEDNOSTKA ORGANIZACYJNA:
WYDZIAŁ NAWIGACYJNY, ZAKŁAD KOMUNIKACYJNYCH TECHNOLOGII MORSKICH

INSTRUKCJA

UKŁADY ANALOGOWE
Laboratorium: Systemy Wbudowane

Opracował:	dr inż. Marcin Mąka, dr inż. Piotr Majzner
Zatwierdził:	dr inż. Piotr Majzner
Obowiązuje od: 2015/2016	

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

1. CEL I ZAKRES ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest opanowanie zagadnień z zakresu projektowania układów wykorzystujących wejścia i wyjścia (sygnały) analogowe oraz ich implementacji w językach programowania: FBD oraz LDR wykorzystywanych w sterownikach PLC.

2. PRZEBIEG ĆWICZENIA

2.1. Zagadnienia

a) Bramki - tablice prawdy, symbol, reprezentacja w językach FBD, LDR.
b) Minimalizacja funkcji logicznych.
c) Kod dwójkowy.
d) Algebra Boole'a.
e) Analogowe bloki funkcyjne – symbole, parametry, zasada działania.

2.2. Pytania kontrolne

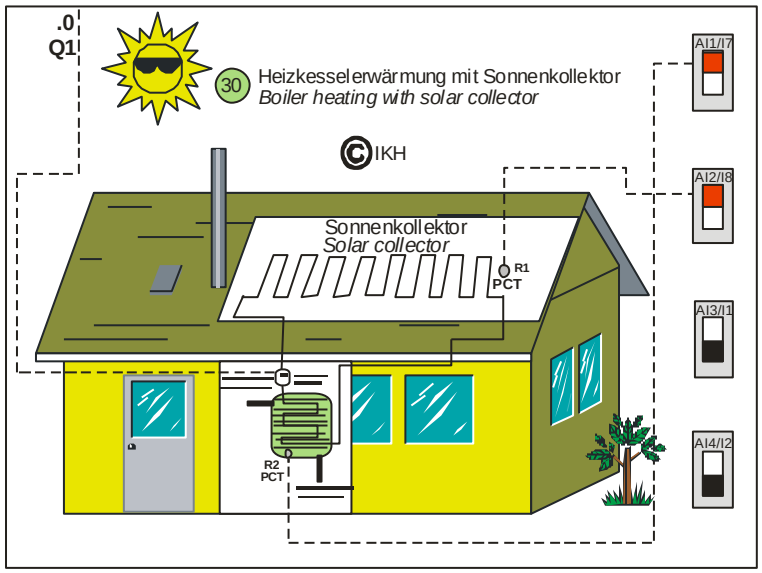
a) Omów kod dwójkowy.
b) Podaj podstawowe prawa algebry Boole'a.
c) Minimalizacja funkcji logicznych – omów podstawy teoretyczne i praktyczne wykorzystanie.
d) Scharakteryzuj podstawowe funkcje cyfrowe 2 zmiennych – podaj tablice prawdy i nazwy w języku polskim i angielskim.
e) Scharakteryzuj bramki - tablice prawdy, symbol, reprezentacja w językach FBD, LDR.
f) Scharakteryzuj wybrane analogowe bloki funkcyjne – symbole, parametry, zasada działania, reprezentacja w językach FBD, LDR.

2.3. Wykonanie ćwiczenia

Zadanie1

Napisać program do sterowania ogrzewaniem wody za pośrednictwem kolektora słonecznego według podanych niżej założeń.

Karta ćwiczenia:



Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

Lista symboli		
Symbol	**Adres**	**Komentarz**
R1	I7	Czujnik temperatury (kolektor)
R2	I8	Czujnik temperatury (zbiornik)
M	Q1	Pompa obiegowa

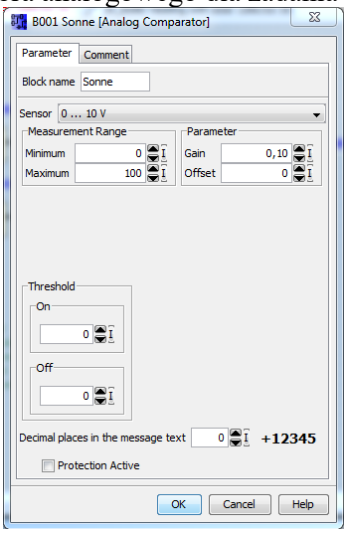
ZAŁOŻENIA:

System jest sterowany przez dwa czujniki temperatury R1 i R2 Czujnik R1 jest zamontowany bezpośrednio na kolektorze, a czujnik R2 na zbiorniku. Gdy słońce ogrzewa kolektor, ciecz krążąca w zamkniętym systemie rur ogrzewa wodę w zbiorniku poprzez wężownicę. Jeśli temperatura na kolektorze jest większa niż temperatura zbiornika pompa obiegowa M musi być załączona, jeśli temperatura jest mniejsza lub równa pompa powinna się zatrzymać.
Wartość temperatury powinna być pokazywana na wyświetlaczu sterownika.

a) Wykorzystując diagram bloków funkcyjnych napisz program do sterowania systemem ogrzewania z kolektorem słonecznym, stosując wejścia i wyjścia wg podanych wyżej założeń i wgraj go do sterownika,
b) Przetestuj program **(UWAGA: Przełączniki przesuwne I7, I8, przełączyć w tryb analogowy)**,
c) Przedstaw rozwiązanie w postaci schematu drabinkowego(LAD) i wgraj go do sterownika,
d) Przetestuj program.

Do realizacji zadania można wykorzystać komparator analogowy „*Analog comparator*”.

Przykładowe ustawienia komparatora analogowego dla zadania 1:

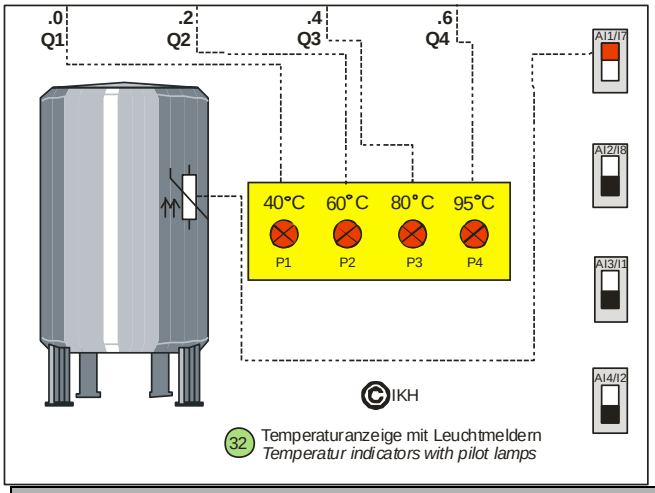


Zadanie 2

Napisać program do monitorowania i sygnalizacji wartości temperatury w zbiorniku według podanych niżej założeń.

Karta ćwiczenia:

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.



Lista symboli		
Symbol	**Adres**	**Komentarz**
R1	I7	Wejście analogowe 0-10V
P1	Q1	Lampka 40 °C
P2	Q2	Lampka 60 °C
P3	Q3	Lampka 80 °C
P4	Q4	Lampka 95 °C

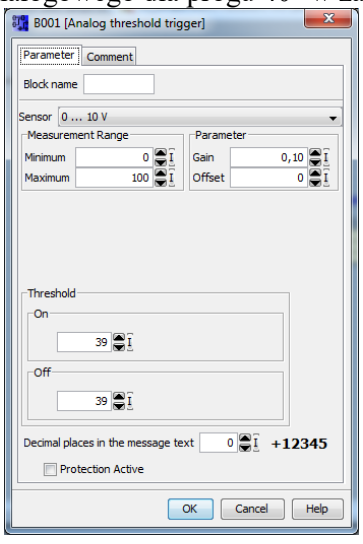
ZAŁOŻENIA

Zadanie polega na wskazaniu temperatury za pomocą lampek sygnalizujących przekroczenie kolejnych progów. Temperatura z zakresu 0-95°C, została przeskalowana na sygnał napięciowy 0-9,5V. Do sygnalizacji wykorzystano 4 lampki, które załączają się kolejno po przekroczeniu progów temperaturowych.
Wartość temperatury powinna być jednocześnie pokazywana na wyświetlaczu sterownika.

a) Wykorzystując diagram bloków funkcyjnych napisz program do monitorowania temperatury, wykorzystując wejścia i wyjścia wg podanych wyżej założeń i wgraj go do sterownika,
b) Przetestuj program **(UWAGA: Przełącznik przesuwny I7, przełączyć w tryb analogowy)**,
c) Przedstaw rozwiązanie w postaci schematu drabinkowego(LAD) i wgraj go do sterownika,
d) Przetestuj program.

Do realizacji zadania można wykorzystać progowy przełącznik analogowy „*Analog treshold trigger*".

Przykład ustawień przełącznika analogowego dla progu 40° w zadaniu 2:



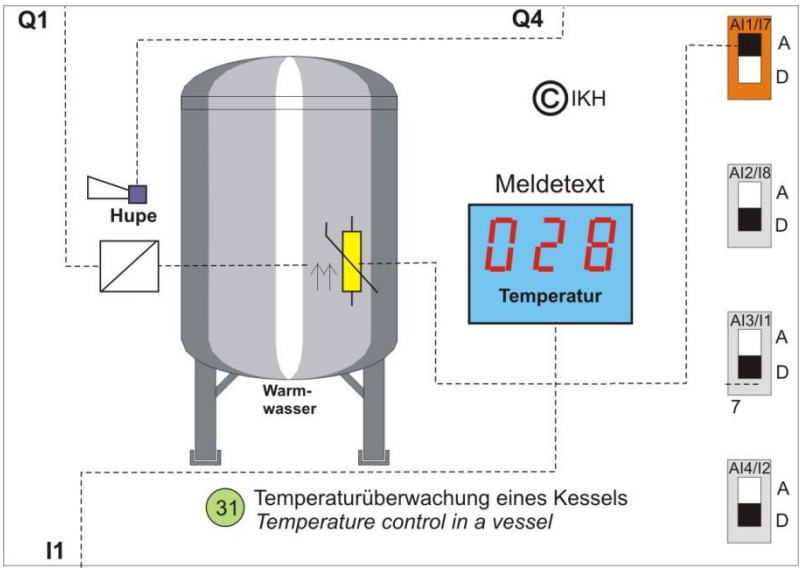
Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

Zadanie 3

Napisać program do monitorowania i sygnalizacji temperatury cieczy w zbiorniku według podanych niżej założeń.

Lista symboli		
Symbol	**Adres**	**Komentarz**
R1	I7	Wejście analogowe 0-10V
P1	Q1	Lampka
P2	Q2	Buczek

Karta ćwiczenia:



ZAŁOŻENIA:

Temperatura w zbiorniku ma być monitorowana z użyciem lampki P1. W tym celu zainstalowano czujnik temperatury. Źródło ciepła nie jest brane pod uwagę. Temperaturę z zakresu 0-100°C przeskalowano na sygnał napięciowy 0-10V. Wyświetlasz sterownika jest używany do odczytu temperatury.
Lampka P1 jest używana do sygnalizowania temperatury:

- Dla temperatur poniżej 60 °C (59 °C) lampka świeci się światłem ciągłym.
- Dla temperatur pomiędzy 61 °C and 85 °C lampka mruga powoli.
- Dla temperatur pomiędzy 86 °C and 90 °C lampka mruga szybko.
- Dla temperatury 90 °C lub więcej lampka wyłącza się I włącza się buczek.

Do realizacji zadania można wykorzystać m.in. progowy przełącznik analogowy oraz asynchroniczny generator impulsów.

e) Wykorzystując diagram bloków funkcyjnych napisz program do monitorowania, stosując wejścia i wyjścia wg podanych wyżej założeń i wgraj go do sterownika,
f) Przetestuj program **(UWAGA: Przełącznik przesuwny I7, przełączyć w tryb analogowy)**,
g) Przedstaw rozwiązanie w postaci schematu drabinkowego(LAD) i wgraj go do sterownika,
h) Przetestuj program.

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

Zadanie 4

Napisać program realizujący operacje matematyczne według podanych niżej założeń.

Lista symboli	
Adres	**Komentarz**
AI1	Sygnał analogowy 1
AI2	Sygnał analogowy 2
I1	Przełącznik monostabilny 1
I2	Przełącznik monostabilny 2
I3	Reset liczników
AQ1	Wyjście analogowe 1

ZAŁOŻENIA:

1. Operacja: AI1 - AI2 – operację zrealizować otrzymując jej wynik jako parametr wyjściowy z komparatora analogowego,
2. Operacja: AI1 + AI2 – operację zrealizować otrzymując jej wynik jako parametr wyjściowy z komparatora analogowego podając sygnał AI2 pomnożony przez (-1) za pomocą wzmacniacza analogowego,
3. Operacja: AI1 + 100 - operację można zrealizować np. wykorzystując parametr „*offset*" wzmacniacza analogowego, wynik wyświetlić w programie za pomocą flagi analogowej,
4. Operacja: AI1 - 200 - operację można zrealizować np. wykorzystując parametr „*offset*" wzmacniacza analogowego, wynik wyświetlić w programie za pomocą flagi analogowej,
5. Operacja: AI1 ∗ 2 - operację można zrealizować np. wykorzystując wzmacniacz analogowy, wynik wyświetlić w programie za pomocą flagi analogowej,
6. Operacja: AI1 / 2 - operację można zrealizować np. wykorzystując wzmacniacz analogowy, wynik wyświetlić w programie za pomocą flagi analogowej,
7. Operacja: AI1 / 3 - operację można zrealizować np. wykorzystując wzmacniacz analogowy, wynik wyświetlić w programie za pomocą flagi analogowej,
8. Operacja:
   - Zadanie dwóch sygnałów S1 i S2 na dwa liczniki „*góra/dół*" za pomocą impulsów z wejść I1 oraz I2,
   - Zadanie stanów liczników jako parametrów do multiplekserów analogowych,
   - Wykorzystanie wartości wyjściowych z multiplekserów do realizacji operacji S1 + S2 na komparatorze analogowym (UWAGA: komparator realizuje operację odejmowania, do odwrócenia sygnału należy wykorzystać wzmacniacz analogowy, jak w punkcie 2 niniejszego zadania),
   - Wynik poprzedniej operacji czyli parametr wyjściowy z komparatora analogowego zadać na kolejny multiplekser analogowy, następnie wzmocnić 3 razy i podać na wyjście analogowe AQ1.

i) Wykorzystując diagram bloków funkcyjnych napisz programy realizujące operacje matematyczne, stosując wejścia i wyjścia wg podanych wyżej założeń,
j) Przetestuj program **(UWAGA: Odpowiednie przełączniki przesuwne przełączyć w tryb analogowy)**,
k) Przedstaw rozwiązanie w postaci schematu drabinkowego(LAD) i wgraj go do sterownika,
l) Przetestuj program.

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

Zadanie 5

Napisać program zliczający wartość średnią z trzech pomiarów wartości zadanego sygnału analogowego według podanych niżej założeń.

Lista symboli	
Adres	**Komentarz**
AI1	Sygnał analogowy
I1	Start zliczania wartości średniej
AQ1	Wartość z pomiaru w chwili 1
AQ2	Wartość z pomiaru w chwili 2
AQ3	Wartość z pomiaru w chwili 3
AQ4	Wartość średnia z pomiarów

ZAŁOŻENIA

- Pomiary kolejnych wartości mają być dokonywane co 2 sekundy,
- Wartość średnia ma być obliczana po każdym pomiarze wartości chwilowej sygnału analogowego,
- Trzy ostatnie mierzone wartości chwilowe oraz wartość średnia mają być wyświetlane na wyświetlaczu.

Do sterowania czasami wykonywania pomiarów można wykorzystać asynchroniczny generator impulsów sterujący licznikami „*góra/dół*" i za ich pośrednictwem timerami np. wyzwalanymi zboczem, które z kolei podają sygnały na elementy rejestrujące wartości chwilowe sygnału analogowego.
Do liczenia średniej wykorzystać blok operacji matematycznych.

e) Wykorzystując diagram bloków funkcyjnych napisz program do obliczania wartości średniej, wykorzystując wejścia i wyjścia wg podanych wyżej założeń i wgraj go do sterownika,
f) Przetestuj program **(UWAGA: Odpowiednie przełączniki przesuwne przełączyć w tryb analogowy)**,
g) Przedstaw rozwiązanie w postaci schematu drabinkowego(LAD) i wgraj go do sterownika,
h) Przetestuj program.

2.4. Sprawozdanie

W sprawozdaniu należy:

- Zapisać funkcje w postaci algebraicznej,
- Zapisać założenia i reguły przyjęte dla realizowanych programów,
- Narysować grafy sekwencji obrazujące działanie funkcji,
- Narysować realizowane funkcje stosując języki FBD oraz LAD,
- Napisać własne wnioski i spostrzeżenia.

3. CZĘŚĆ TEORETYCZNA

Część teoretyczna zamieszczona jest w instrukcji do ćwiczenia nr 1 pt.: „Sterownik Logo – parametry, programowanie, wybrane bloki funkcyjne".

4. WARUNKI ZALICZENIA

Warunkiem zaliczenia jest: napisanie wejściówki na ocenę pozytywną, sporządzenie sprawozdania z ćwiczenia, uzyskanie oceny pozytywnej za sprawozdanie, uzyskanie oceny pozytywnej z obrony sprawozdania.

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

5. EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 2	Podstawowa wiedza w zakresie architektury, zasady działania i języków programowania mikrokontrolerów oraz programowalnych sterowników logicznych.			
Metody oceny	zadanie domowe, zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport, projekt, prezentacja, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze			
Kryteria/Ocena	2	3	3,5-4	4,5-5
Kryterium 1 wiedza w zakresie architektury, zasad działania mikrokontrolerów oraz PLC.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem, oraz architektury i zasad działania mikrokontrolerów oraz PLC.	Zna i potrafi scharakteryzować, dokładnie omówić i przeanalizować pojęcia oraz definicje związane z tematem, a także architekturę i zasady działania mikrokontrolerów oraz PLC.	Zna, potrafi przeanalizować oraz teoretycznie dobrać parametry i wskazać możliwości wykorzystania mikrokontrolerów oraz PLC do zadanego układu sterowania.
Kryterium 2 wiedza w zakresie języków programowania mikrokontrolerów oraz PLC.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie języków programowania mikrokontrolerów oraz PLC.	Zna i potrafi scharakteryzować, dokładnie omówić i przeanalizować pojęcia, definicje i polecenia wykorzystywane w językach programowania mikrokontrolerów oraz PLC.	Zna, potrafi przeanalizować oraz teoretycznie dobrać parametry i oprogramować mikrokontroler oraz sterownik PLC do zadanego układu sterowania
EK 3	Podstawowa wiedza w zakresie protokołów i transmisji danych w systemach wbudowanych.			
Metody oceny	zadanie domowe, zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport, projekt, prezentacja, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze			
Kryteria/Ocena	2	3	3,5-4	4,5-5
Kryterium 1 Ma podstawową wiedzę w zakresie protokołów transmisji danych wykorzystywanych w systemach wbudowanych.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem	Zna i potrafi scharakteryzować/omówić pojęcia, definicje, wymagania oraz parametry protokołów transmisji danych	Zna, potrafi przeanalizować oraz teoretycznie dobrać parametry i wskazać możliwości wykorzystania protokołów transmisji danych
Kryterium 2 Ma podstawową wiedzę w zakresie systemów transmisji danych w systemach wbudowanych.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem	Zna i potrafi scharakteryzować/omówić pojęcia, definicje, wymagania oraz parametry systemów transmisji danych	Zna, potrafi przeanalizować oraz teoretycznie dobrać parametry i wskazać możliwości wykorzystania systemów transmisji danych
EK 5	Umiejętność programowania układów PLC z wykorzystaniem języków LAD (ladder diagram), FBD (function block diagram), IL (instruction list).			
Metody oceny	zadanie domowe, zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport, projekt, prezentacja, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze			
Kryteria/Ocena	2	3	3,5-4	4,5-5
Kryterium 1 Posiada umiejętność programowania	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i	Opanowana wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z	Bardzo dobrze opanowana wiedza w zakresie pojęć i

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

układów PLC z wykorzystaniem języka LAD	zakresie: pojęć i definicji związanych z tematem oraz umiejętności programowania PLC	definicji związanych z tematem, umiejętność napisania i uruchomienia prostych programów z niewielką pomocą prowadzącego zajęcia	tematem, umiejętność samodzielnego napisania i uruchomienia prostych programów, umiejętność napisania i uruchomienia rozbudowanych programów z niewielką pomocą prowadzącego zajęcia	definicji związanych z tematem, umiejętność samodzielnego napisania i uruchomienia rozbudowanych programów
Kryterium 2 Posiada umiejętność programowania układów PLC z wykorzystaniem języka FBD	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem oraz umiejętności programowania PLC	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem, umiejętność napisania i uruchomienia prostych programów z niewielką pomocą prowadzącego zajęcia	Opanowana wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem, umiejętność samodzielnego napisania i uruchomienia prostych programów, umiejętność napisania i uruchomienia rozbudowanych programów z niewielką pomocą prowadzącego zajęcia	Bardzo dobrze opanowana wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem, umiejętność samodzielnego napisania i uruchomienia rozbudowanych programów
Kryterium 3 Posiada umiejętność programowania układów PLC z wykorzystaniem IL	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem oraz umiejętności programowania PLC	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem, umiejętność napisania i uruchomienia prostych programów z niewielką pomocą prowadzącego zajęcia	Opanowana wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem, umiejętność samodzielnego napisania i uruchomienia prostych programów, umiejętność napisania i uruchomienia rozbudowanych programów z niewielką pomocą prowadzącego zajęcia	Bardzo dobrze opanowana wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem, umiejętność samodzielnego napisania i uruchomienia rozbudowanych programów
EK 6	Umiejętność teoretycznego zaprojektowania systemu sterowania procesem przemysłowym oraz obiektem automatyki, a także praktycznej realizacji zaprojektowanego systemu.			
Metody oceny	zadanie domowe, zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport, projekt, prezentacja, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze			
Kryteria/Ocena	2	3	3,5-4	4,5-5
Kryterium 1 Umiejętność teoretycznego zaprojektowania systemu sterowania procesem przemysłowym oraz obiektem automatyki	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie: pojęć i definicji związanych z tematem	Umiejętność teoretycznego zaprojektowania prostego układu sterowania z pomocą prowadzącego	Umiejętność samodzielnego, teoretycznego zaprojektowania prostego układu sterowania, umiejętność teoretycznego zaprojektowania rozbudowanego układu sterowania z pomocą prowadzącego	Umiejętność samodzielnego, teoretycznego zaprojektowania rozbudowanego układu sterowania
Kryterium 2	Brak lub	Umiejętność	Umiejętność	Umiejętność

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.

Umiejętność praktycznej realizacji zaprojektowanego systemu sterowania	niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie: pojęć i definicji związanych z tematem	praktycznej realizacji prostego układu sterowania z pomocą prowadzącego	samodzielnej, praktycznej realizacji prostego układu sterowania, umiejętność praktycznej realizacji rozbudowanego układu sterowania z pomocą prowadzącego	samodzielnej, praktycznej realizacji rozbudowanego układu sterowania

6. LITERATURA

1) Siemens Logo – Podręcznik (najlepiej do Logo w wersji 0BA6, jest to wydanie 10 podręcznika) (www.automatyka.siemens.pl, zakładki: Systemy automatyki SIMATIC→Wsparcie Techniczne →Dokumentacja techniczna →SIMATIC Controllers)
2) Nowakowski Wojciech, „Logo w praktyce", BTC 2006.
3) „Uniwersalny moduł logiczny Logo – praktyczne zastosowania", bezpłatny podręcznik firmy Siemens.
4) „Logo w praktyce – przykładowe aplikacje", podręcznik firmy Siemens.
5) Legierski T., Kasprzyk J., Wyrwał J., Hajda J., „Programowanie Sterowników PLC", 2008.
6) Flaga Stanisław, „Programowanie sterowników PLC w języku drabinkowym", wydawnictwo BTC, Legionowo, 2010 r.
7) Kwaśniewski Janusz, „Sterowniki PLC w praktyce inżynierskiej", Wydawnictwo BTC, Legionowo 2008.
8) Kwaśniewski J, Sterowniki Simatic S7 w praktyce inżynierskiej, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2013.
9) Kwaśniewski J., Inteligentny dom i inne systemy sterowania w 100 przykładach, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2011.
10) Siemens S7-1200 – Podręcznik, (www.automatyka.siemens.pl, zakładki: Systemy automatyki SIMATIC→Wsparcie Techniczne →Dokumentacja techniczna →SIMATIC Controllers)
11) Kwaśniewski J., Język tekstu strukturalnego w sterownikach SIMATIC S7-1200 i S7-1500, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2014.
12) Solnik W., Zajda Z., Sieć Profibus DP w praktyce przemysłowej. Przykłady zastosowań. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2013.
13) Gilewski T., Podstawy programowania sterowników S7-1200 w języku SCL, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2015.

Akademia Morska w Szczecinie. Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone.