

Instrukcja laboratorium SFC – laboratorium Industry 4.0

W ramach formatki przedstawione zostaną następujące etapy prac:

- przygotowanie sterownika PLC do pracy z elementami wykonawczymi,
- podstawy języka SFC,
- przykłady do samodzielnej realizacji.

Przygotowanie sterownika

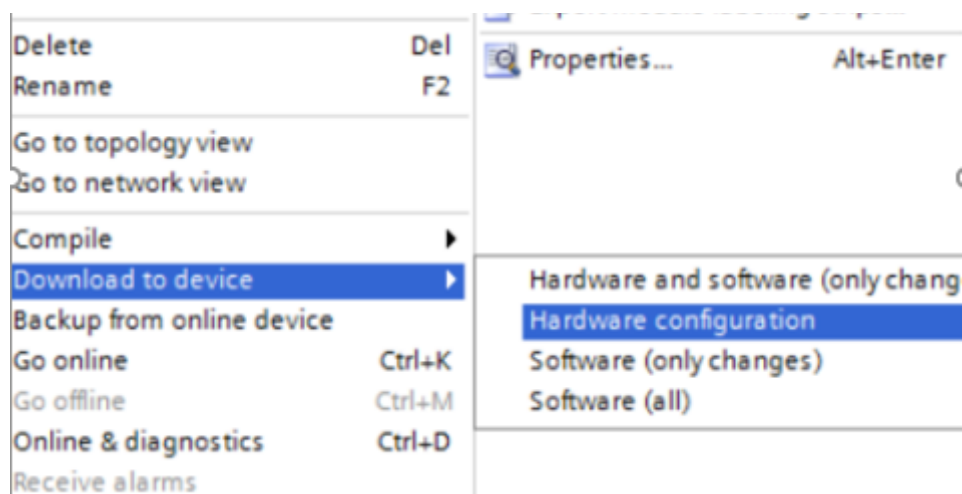
W lokalizacji: **D:\ProgramyBazowe\V17** znajduje się przygotowany projekt bazowy, który zawiera:

- pełną konfigurację sterownika Simatic S7-ET200,
- konfigurację panelu HMI Simatic TP700 comfort,
- obsługę powiązanych urządzeń peryferyjnych,
- zadeklarowaną tablicę tagów określających fizyczne wejścia oraz fizyczne wyjścia.

Krok 01: Uruchomić program TIA Portal v17 oraz otworzyć z widoku **Portal View** otworzyć plik z wymienionej wcześniej lokalizacji.

Krok 02: Wgrać hardware do sterownika według podanej poniżej instrukcji.

1. Na ekranie *Devices & Networks* należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na sterownik PLC i wybrać opcję *Download to device* -> *Hardware configuration* (Rys.1)

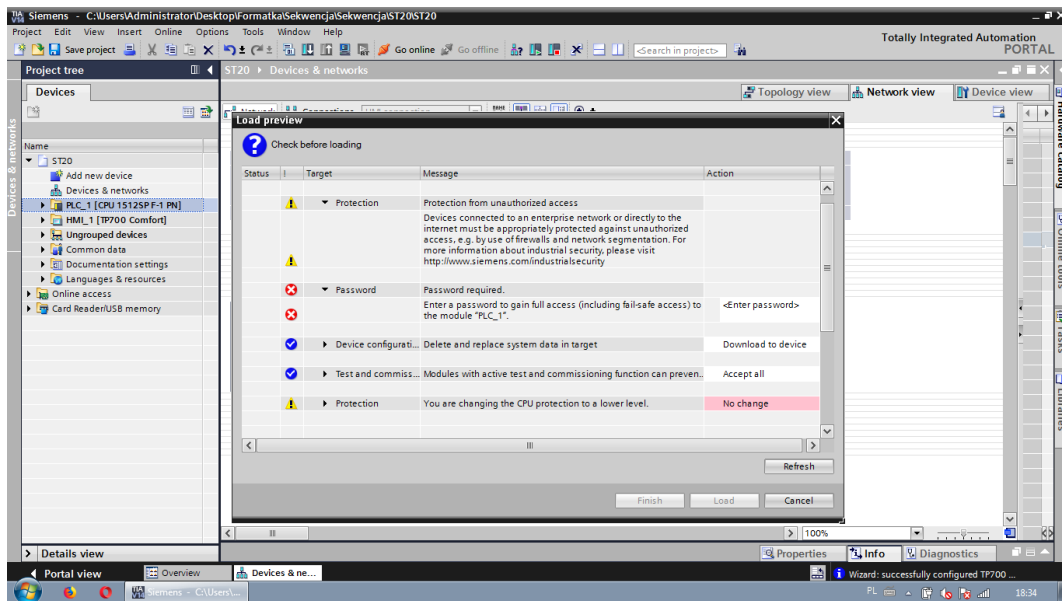


Rys. 1. Rozwinięta lista po kliknięciu PPM na sterownik PLC

2. Po pojawieniu się okna *Load preview* wybrać *Load*. Jeśli trzeba będzie wprowadzić hasło, wpisz "0" i zatwierdź przyciskiem Enter.

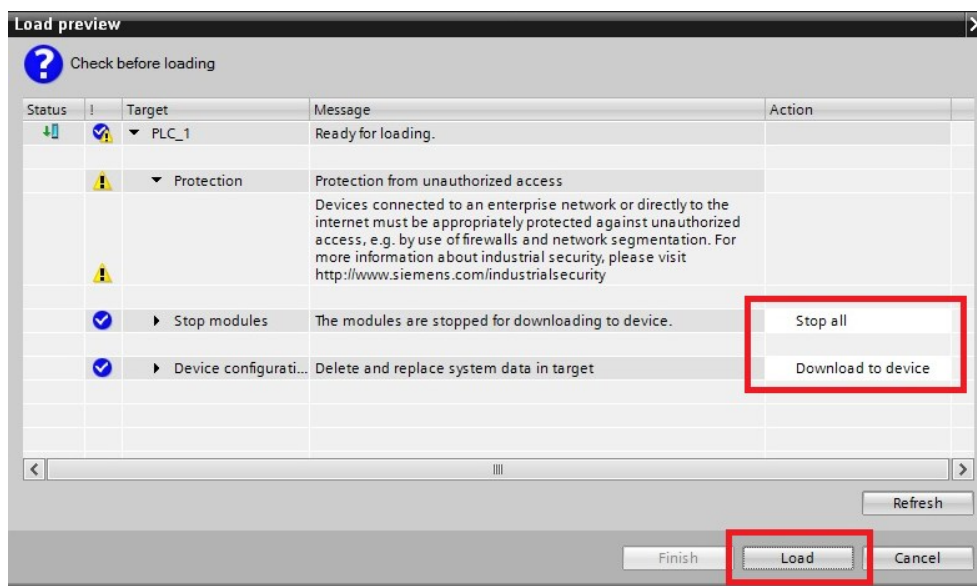
UWAGA!! W laboratorium stosujemy hasło: „0” a więc 1 znak, po prostu cyfra zero, które należy wpisać i potwierdzić (Rys. 2).

NIE NALEŻY USTAWIAĆ POD ŻADNYM POZOREM INNEGO HASŁA!!!



Rys. 2. Okno wyświetlone podczas wgrzywania programu z hasłem

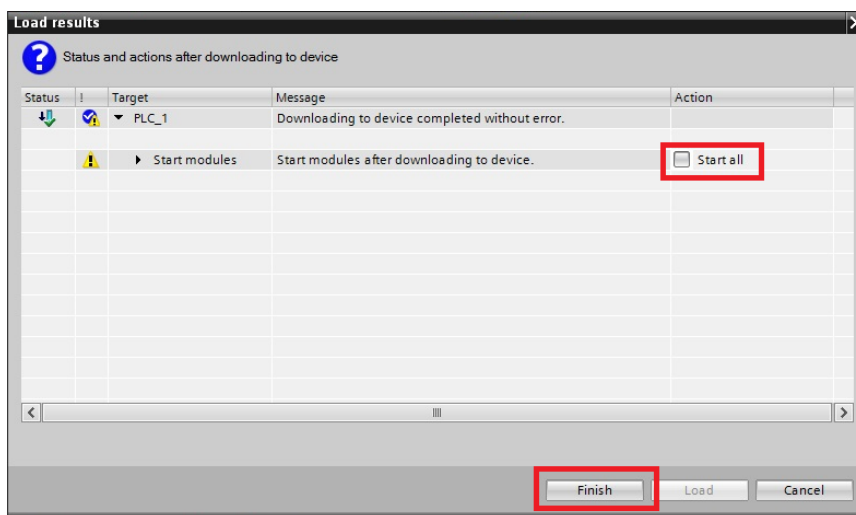
3. W przypadku braku hasła podczas wgrzywania programu pojawi się okno, w którym należy zaznaczyć odpowiednie opcje, a następnie zatwierdzić przyciskiem "Load". (Rys.3.)



Rys. 3. Okno wyświetlone podczas wgrzywania programu

4. W następnym oknie należy odznaczyć opcję "Start modules" i zatwierdzić przyciskiem "Finish". (Rys.4)

UWAGA!! W przypadku sterowników w żółtej technologii FAIL-SAFE (inaczej niż w zwykłych sterownikach) porównywany jest znacznik sprzętowy oraz softwarowy. Stąd, jeśli przed wgraniem programu wystartuje się moduły, to nie będzie możliwa poprawna praca sterownika PLC.



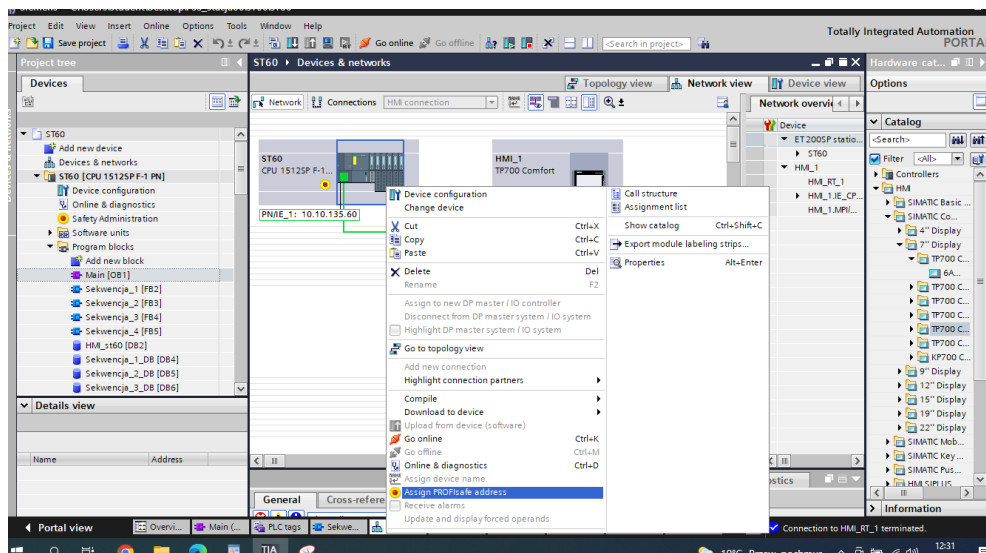
Rys.4 Okno wyświetlone po wgraniu programu

5. Na ekranie *Devices & Networks* należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na sterownik PLC i wybrać opcję *Download to device -> Software (All)*
6. Po wgraniu software należy wystartować moduły albo przez zaznaczenie przed kliknięciem *Finish -> Start modules*, bądź też poprzez kliknięcie RUN po wgraniu. Trzecią opcją jest przełożenie przełącznika znajdującego się na fizycznym sterowniku w pozycję środkową (Stop), a następnie w pozycję górną (RUN)

UWAGA!! W przypadku sterowników s7-et200SP przełącznik sprzętowy ma nadrzędną funkcjonalność nad ikonami RUN i STOP w Tia Portal. Jeśli fizycznie przełącznik jest w środkowej pozycji, to sterownik pozostanie w trybie pracy STOP, niezależnie od kliknięć w TIA PORTAL. Jeśli sterownik ma fizyczny przełącznik trybu w pozycji górnej, to wtedy można przejść w tryb pracy stop z poziomu TIA PORTAL.

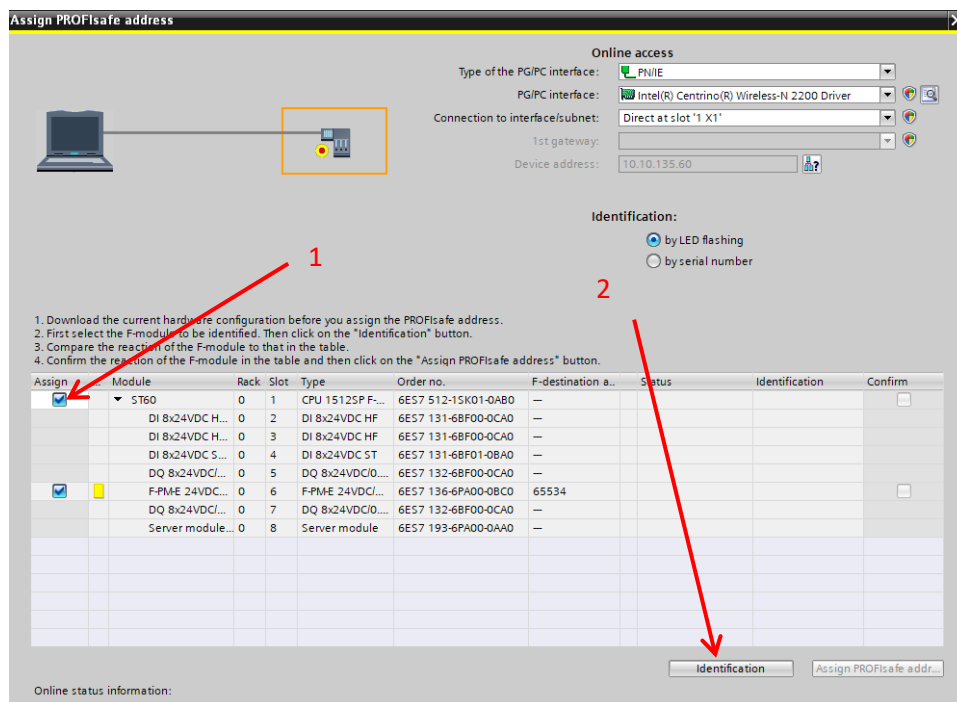
ProfiSAFE

Jeśli po wgraniu ustawień sprzętowych zauważysz, że na **ŻÓŁTYM MODULE** większość diod świeci się na czerwono, to oznacza, że należy przypisać sterownikowi adres *ProfiSAFE*. W tym celu w drzewie projektu kliknij *Devices and Networks*, a następnie prawym przyciskiem myszy kliknij w sterownik (Rys. 5). Uwaga – kliknij w sterownik, a nie w szare pole wokół sterownika. Następnie z menu wybierz opcję *Assign ProfiSafe address*.



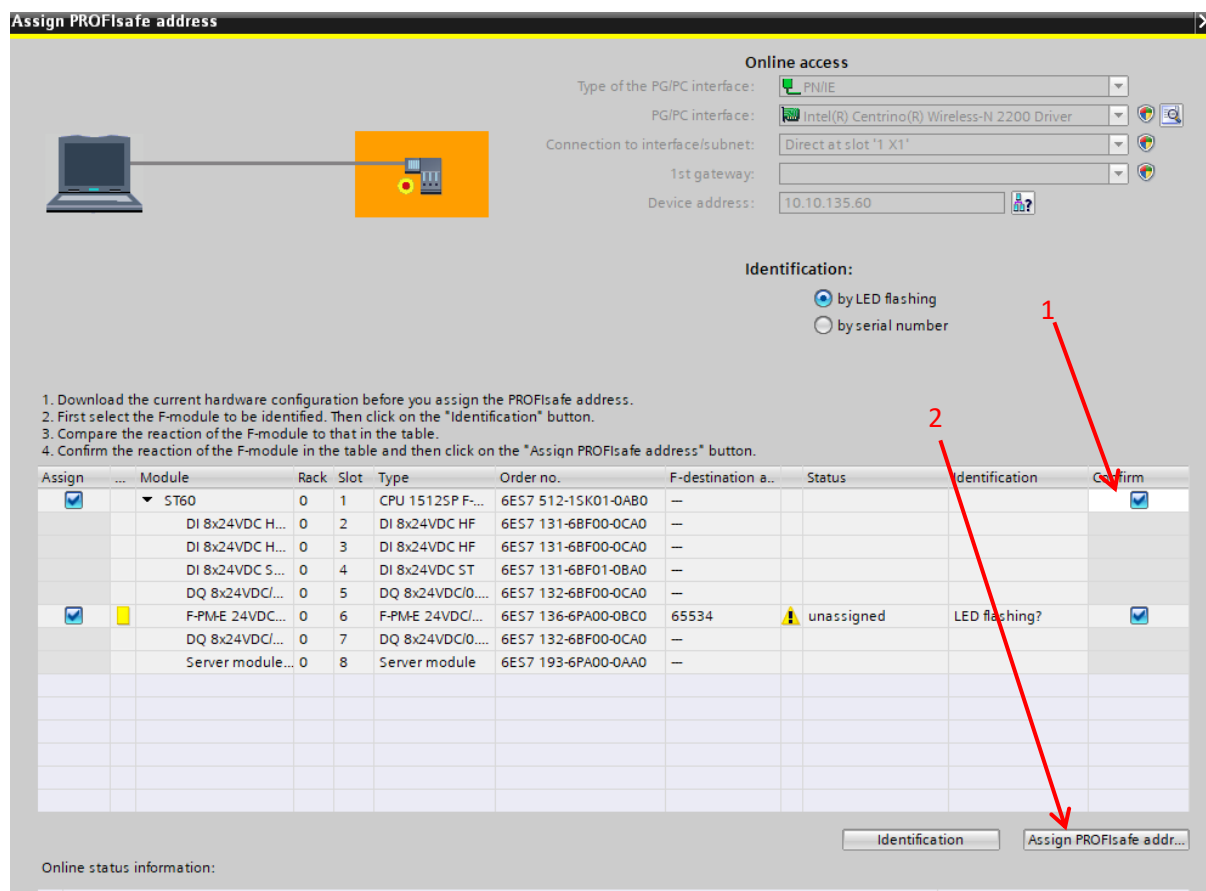
Rys. 5. Przypisywanie adresu Profisafe – początek.

W wywołanym oknie (Rys.6) zaznacz pole *Assign* (1), a następnie kliknij *Identyfikation*(2)



Rys. 6 Okno identyfikacji urządzenia

W ostatniej kolejności pojawi się okno zatwierdzenia (Rys. 7). Należy zaznaczyć *Confirm* (1) oraz przycisk *Assign ProfiSafe Address* (2). Po tym pojawi się okno, które w 60 sekund należy zatwierdzić przyciskiem YES (to jest kolejne zapytanie, czy jesteś pewien/pewna, że jesteś pewien/pewna, że chcesz przypisać *ProfiSafe*).



Rys. 7. Końcowe zatwierdzenie ProfiSafe

UWAGA!! W przypadku, gdy na module po wgraniu hardware'u nie świecą się diody na czerwono, to należy pominąć ProfiSafe

Opis wejść

Każde stanowisko wyposażone jest w **4 identyczne fizyczne wejścia** oraz **2 fizyczne cyfrowe wyjścia** (Rys. 8). Dodatkowo każde stanowisko wyposażone jest w minimum **dwa siłowniki dwustronnego działania** z obsługiwane przez zawory: wysuwający i wsuwający oraz dwa cyfrowe **czujniki położenia krańcowych tłoka**. Ich adresy fizyczne są dostępne w tabeli tagów załadowanego projektu w TIA Portal



Stacyjka do przełączania trybu pracy automatyczny (lewo – I0.0) / manualny (prawo (I0.1))

Przycisk I0.2 z diodą (Q0.0)

Przycisk I0.3 z diodą (Q0.1)

Przycisk E-stop I900.0

Rys. 8. Widok fizycznych wejść wyjść

UWAGA!! Upewnij się przy obsłudze siłowników, że przycisk E-STOP jest wyciśnięty i zatwierdziłeś ruch siłowników przyciskiem czerwonym

Podstawy SFC

Sekwencyjny schemat funkcjonalny, w skrócie SFC, to jeden z pięciu języków programowania według postanowień normy IEC 61131-3. Jako język graficzny opiera się na metodzie GRAFCET, której podstawą jest teoria sieci Petriego. Jest stosowany w złożonych przypadkach sterowania, to znaczy wtedy, gdy proces technologiczny wymaga ściśle określonej kolejności wykonywania operacji lub zadanego czasu ich realizacji. Jako jedyny z języków określonych w trzeciej części normy IEC-61131 nie jest samodzielny. Do realizacji swoich zadań wykorzystuje jeden z pozostałych.

W środowisku projektowym TIA Portal sekwencyjny schemat funkcjonalny występuje pod nazwą **S7-GRAPH** i jest tworzony jako graf w bloku funkcyjnym, w skrócie FB. Zestawienie parametrów wchodzących i wychodzących z takiego bloku zostało przedstawione w tabeli 1. Po utworzeniu takiego bloku automatycznie zostaje do niego przypisany instancyjny blok danych – DB. Dedykowany blok danych jest używany jedynie przez utworzony blok FB. Usuwanie, zmienianie lub dodawanie zawartych w nim zmiennych zachodzi poprzez zmianę bloku funkcyjnego. Służy do przechowywania statycznych zmiennych lokalnych zdefiniowanych w bloku FB do momentu ich ponownego zapisu.

Sekwencja pozwala na realizowanie 4 trybów pracy. Są to „SW_AUTO”, „SW_TAP”, „SW_TOP” i „SW_MAN”. Wszystkie zostały opisane w tabeli 1.1.

Poza argumentami standardowymi możemy w interfejsie FB sekwensera (sekwenser - FB dla którego wybierzemy język S7-GRAPH) zdefiniować własne argumenty

Tab. 1. Parametry wejściowe i wyjściowe sekwencyjnego bloku funkcji

Nazwa	Typ danych	Opis
Parametry wejściowe		
OFF_SEQ	Bool	Wyłączenie sekwencji.
INIT_SEQ	Bool	Załączenie kroku inicjującego.
ACK_EF	Bool	Potwierdzenie wszystkich błędów i ostrzeżeń sekwencji.
S_PREV	Bool	Tryb automatyczny: W przypadku aktywności więcej niż jednego kroku w danej chwili wyświetla numer poprzedniego kroku w parametrze S_NO Tryb manualny: Dekrementacja wartości parametru wyjściowego S_NO
S_NEXT	Bool	Tryb automatyczny: W przypadku aktywności więcej niż jednego kroku w danej chwili wyświetla numer kolejnego kroku w parametrze S_NO Tryb manualny: Inkrementacja wartości sygnału wyjściowego S_NO
SW_AUTO	Bool	Załączenie trybu automatycznego, który pozwala na przejście do kolejnego kroku tylko po spełnieniu warunków tranzycji.

SW_TAP	Bool	Załączenie trybu, który pozwala na przejście do kolejnego kroku po spełnieniu warunków tranzycji oraz po równoczesnym zarejestrowaniu zbocza narastającego na parametrze wejściowym T_PUSH.
SW_TOP	Bool	Załączenie trybu, który pozwala na przejście do kolejnego kroku po spełnieniu warunków tranzycji lub po zarejestrowaniu zbocza narastającego na parametrze wejściowym T_PUSH
SW_MAN	Bool	Załączenie trybu ręcznego.
S_SEL	Int	Wybór numeru kroku „S_NO” w trybie ręcznym, który zostanie wyłączony lub załączony za pomocą S_ON, S_OFF.
S_ON	Bool	Włączenie kroku o wybranym w S_SEL numerze w trybie ręcznym.
S_OFF	Bool	Wyłączenie kroku o wybranym w S_SEL numerze w trybie ręcznym..
T_PUSH	Bool	Zezwolenie na przejście do kolejnego kroku w trybach TAP i TOP.
Parametry wyjściowe		
S_NO	Int	Wyświetlenie zadanego numeru kroku.
S_MORE	Bool	Informacja, że więcej niż jeden krok jest aktywny.
S_ACTIVE	Bool	Informacja, że wyświetlony numer kroku w S_NO jest aktywny.
ERR_FLT	Bool	Obecność błędu blokady lub nadzoru.
AUTO_ON	Bool	Informacja, że załączony jest tryb automatyczny.
TAP_ON	Bool	Informacja, że załączony jest tryb TAP.
TOP_ON	Bool	Informacja, że załączony jest tryb TOP.
MAN_ON	Bool	Informacja, że załączony jest tryb manualny.

Na sekwencje składają się kroki oraz tranzycje (warunki przejścia do kolejnych kroków). Akcje do wykonania w poszczególnych krokach określone są za pomocą kwalifikatorów działania. Podstawowe kwalifikatory działania przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Podstawowe kwalifikatory w języku SFC

Kwalifikator	Działanie
<i>N</i>	Akcja jest wykonywana tylko wtedy, gdy aktywny jest krok.
<i>S</i>	Ustaw (<i>set</i>) - akcja będzie wykonywana, nawet jeśli krok stanie się nieaktywny.
<i>R</i>	Akcja, która została ustawiona w innym kroku zostanie skasowana.
<i>L</i>	Ograniczony w czasie (<i>time Limited</i>) - akcja wykonywana jest przez, z góry zadany czas, chyba, że krok stanie się nieaktywny.
<i>D</i>	Opóźniony w czasie (<i>time Delayed</i>) - akcja wykonana jest po określonym czasie, chyba że krok stanie się nieaktywny.

Zadania do samodzielnej realizacji

Każda sekwencja może być wykonywana tylko i wyłącznie, gdy na wejściu do bloku funkcji (EN) jest doprowadzony stan wysoki (TRUE). Stąd przygotuj na panelu HMI 6 przycisków bistabilnych, które będą aktywowały kolejnych 6 sekwencji. Bardzo korzystnym jest podglądanie wykonania sekwensera, poprzez dwukrotne kliknięcie w blok FB danego sekwensera i załączenie ikony monitoringu programu. Aktywne kroki sekwencji podświetlane są na zielono. Możliwe jest też sprawdzenie warunku tranzycji.

UWAGA!! W laboratorium jest ogólny dostęp do plików roboczych. Istnieje zatem szansa, że w wyniku działania sabotażystów odwrócone zostaną adresy krańcówek (krańcówka dolna ma adres górnej i vice versa), lub zaworów (wysunięcia z wsunięciem). Zatem – ZACHOWAJ CZUJNOŚĆ!! :P

Przykład 1 – sekwencja podstawowa

Przy użyciu stacyjki, przycisków, diod oraz panelu HMI dostępnych na stanowisku zrealizuj sekwencję:

- start** - wciśnij przycisk zielony,
- krok 1** - zaświeć diodę zieloną,
- warunek 1** - wciśnij przycisk czerwony,
- krok 2** - zaświeć diodę czerwoną, zgaś zieloną
- warunek 3** – stacyjka lewo,
- krok 3** -zaświeć diodę zieloną, zgaś czerwoną
- warunek 3** – stacyjka prawo,
- krok 4** - zgaś diodę zieloną,

Przykład 2 – obsługa jednego siłownika

Przy użyciu stacyjki, przycisków, diod oraz panelu HMI dostępnych na stanowisku zrealizuj sekwencję podaną w sposób lingwistyczny:

Po wciśnięciu przycisku zielonego siłownik się wysuwa, a jak się wysunie, to niech uruchomi diodę i od razu się wsunie. Po wsunięciu dioda gaśnie.

Przykład 3 – obsługa czasu zadziałania

Przy użyciu stacyjki, przycisków, diod oraz panelu HMI dostępnych na stanowisku zrealizuj sekwencję:

- start** – stacyjka prawo,
- krok 1** – wysuń siłownik,

warunek 1 – siłownik wysunięty,
krok 2 - zaświeć diodę czerwoną
warunek 3 – dioda świeci się przez 5 sekund,
krok 3 -dioda gaśnie, a siłownik się wsuwa
warunek 3 – siłownik się wsunął,
krok 4 - zapal diodę zieloną na 5 sekund,

Przykład 4 – obsługa wszystkich aktuatorów

Przy użyciu stacyjki, przycisków, diod oraz panelu HMI dostępnych na stanowisku zrealizuj sekwencję:

Po przekręceniu stacyjki w lewo pierwszy siłownik zaczyna się wysuwać. Jak osiągnie pozycję końcową uruchomi się urządzenie wykonawcze reprezentowane przez zieloną diodę (na 5 sekund). Po zgaśnięciu wysuwa się drugi siłownik i po wysunięciu, na 3 sekundy uruchamia się dzida laserowa (dioda czerwona). Po ugaszeniu laserowego gniewu dzidy wsuwa się siłownik drugi, a następnie siłownik pierwszy. Po schowaniu się wszystkich siłowników, na panelu hmi pojawia się na 5 sekund rdest z rysunku 9. Można rozszerzyć swoją sekwencję na więcej siłowników.



Rys 9. Rdest – wszystko można zrobić z takiego rdestu – wąsy, czapeczkę, pingie :P

Przykład 5 - alternatywa

Przy użyciu stacyjki, przycisków, diod oraz panelu HMI dostępnych na stanowisku zrealizuj sekwencję:

Start – dodatkowy przycisk na hmi

krok 1 - zaświeć diodę czerwoną i zieloną,

warunek 1 - wciśnij przycisk zielony,

warunek 3 - wciśnij przycisk czerwony,

krok 2 - zgaś diodę zieloną po 3 sekundach,
wysuń siłownik 1

krok 3 - zgaś diodę czerwoną na 2 sekundy, ,
wysuń siłownik 1

warunek 2 - przekręć stacyjkę w prawo,

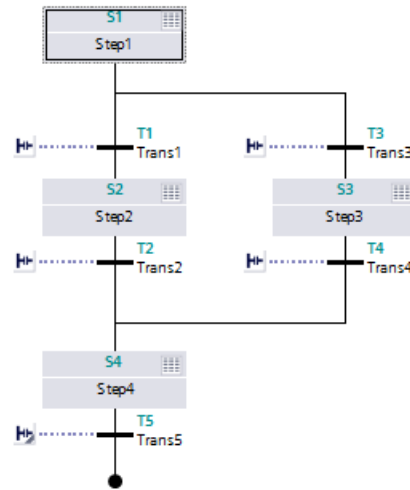
warunek 4 - przekręć stacyjkę w lewo,

krok 4 – wsuń siłowniki,

warunek 5 - wsunięte.

koniec - zgaś diody,

Uwaga – rysunek może różnić się od wynikowej sekwencji



Przykład 6 - współbieżność

Przy użyciu stacyjki, przycisków, diod oraz panelu HMI dostępnych na stanowisku zrealizuj współbieżną sekwencję według pomysłu własnego lub prowadzącego.