Materiały do przedmiotu:

STEROWNIKI PLC I SIECI PRZEMYSŁOWE

Laboratorium nr 1

Autor:

dr inż. Łukasz Sobaszek

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego

Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Spis treści

Wprowadzenie, tematyka zajęć **3**
Cel ćwiczenia/laboratorium **5**
Instrukcja laboratoryjna/ćwiczeniowa **6**
Ćwiczenia samodzielne **16**
Pytania pomocnicze **18**
Podsumowanie **19**
Literatura **19**

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

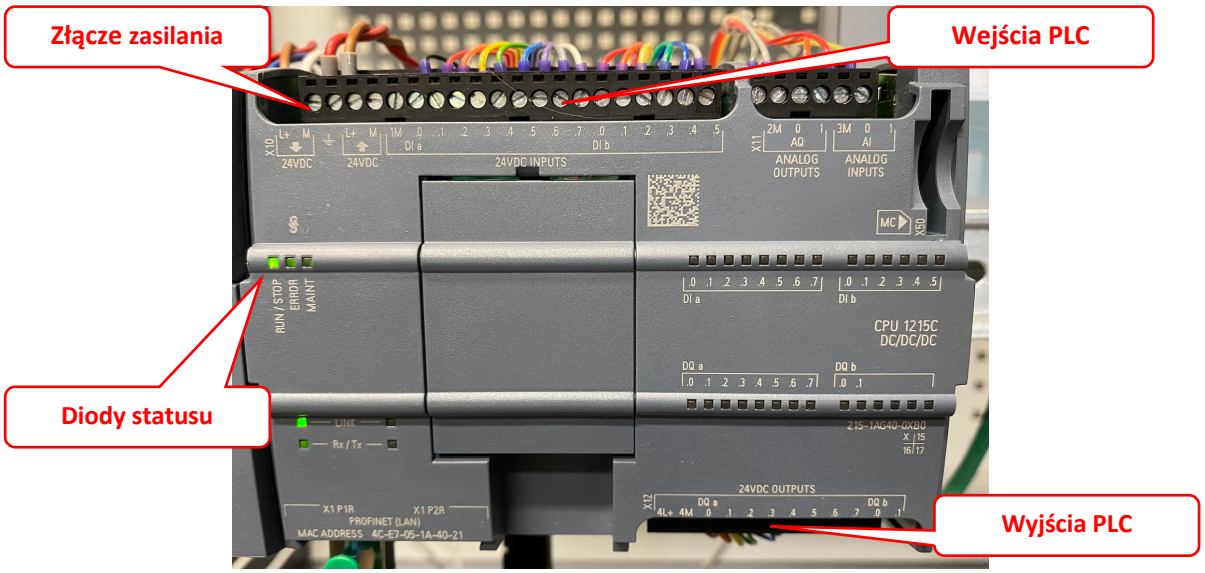
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Wprowadzenie, tematyka zajęć

Podstawy programowania sterowników PLC – proste układy logiczne

Sterowniki PLC (PLC – *Programmable Logic Controller*), jak sama nazwa wskazuje, to układy elektroniczne, które dzięki wbudowanemu mikroprocesorowi mogą być odpowiednio programowane, a w konsekwencji – wykonywać określone przez użytkownika zadania. Znajdują one szerokie zastosowanie w automatyzacji maszyn, urządzeń oraz całych procesów. Poznanie ich budowy, zasady działania oraz sposobu programowania stanowi zatem jeden z podstawowych elementów wiedzy niezbędnej w obszarze zastosowania informatyki technicznej w praktyce.

Główną ideą programowania sterowników PLC jest realizacja odpowiednich zależności logicznych pomiędzy sygnałami wejściowymi i wyjściowymi. Sterownik na podstawie stanów poszczególnych wejść oraz zaprogramowanych warunków logicznych podejmuje decyzję o załączeniu lub wyłączeniu odpowiednich wyjść (rysunek 1).



Rysunek. 1. Sterownik PLC oraz jego kluczowe elementy.

Budowa sterownika PLC pozwala zatem na tworzenie różnorodnych układów logicznych, których sposób działania wynika bezpośrednio z opracowanego przez użytkownika programu. Słowo *programowanie* jest tutaj kluczowe – to właśnie użytkownik, programując sterownik, a więc definiując kolejne instrukcje i kroki programu, podejmuje decyzje dotyczące sposobu jego działania. Głównym zadaniem sterownika PLC jest odpowiednia reakcja na zmiany stanów wejść poprzez obliczanie i ustawianie stanów wyjść. Reakcja ta może być zależna od

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

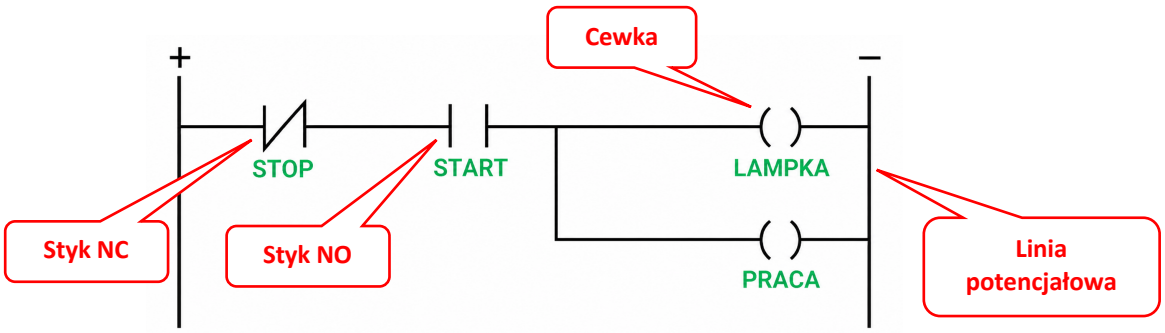
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

wielu czynników: aktualnego stanu poszczególnych wejść, wyniku realizowanych operacji logicznych i arytmetycznych, upływającego czasu, zliczanych elementów, a w bardziej złożonych układach także od informacji wymienianych z innymi urządzeniami.

Umiejętność opracowywania programów sterujących jest jednym z podstawowych elementów pracy ze sterownikami PLC. Podczas zajęć laboratoryjnych poznane zostaną zasady tworzenia prostych układów logicznych, które następnie zostaną wykorzystane do samodzielnego opracowania i uruchomienia programów sterujących. Pozwoli to nie tylko poznać zasadę programowania sterowników PLC, ale również rozwijać umiejętność praktycznego rozwiązywania prostych problemów z zakresu sterowania. Poprawne przygotowanie, sprawdzenie oraz uruchomienie programu wymagają przy tym dokładności oraz profesjonalnego podejścia do realizowanego zadania inżynierskiego.

Istnieje wiele języków programowania sterowników PLC, zarówno tekstowych, jak i graficznych. Do najczęściej stosowanych należą: język tekstu strukturalnego (ST – *Structured Text*), język schematów bloków funkcyjnych (FBD – *Function Block Diagram*), język sekwencyjnych schematów funkcyjnych (SFC – *Sequential Function Chart*) oraz język drabinkowy (LD – *Ladder Diagram*, oznaczany również jako LAD).

Język LAD jest najpopularniejszym językiem programowania sterowników, którego sposób zapisu przypomina klasyczne schematy elektryczne układów sterowania (rysunek 2). Dzięki temu program jest czytelny, intuicyjny i pozwala w prosty sposób prześledzić zasadę działania układu.



Rysunek 2. Podstawowe elementy języka LAD.

Język drabinkowy jak sama nazwa wskazuje, swoją strukturą przypomina drabinkę składającą się z poszczególnych szczebli. Z tego względu język LAD jest często wykorzystywany podczas nauki podstaw programowania sterowników PLC.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Do podstawowych elementów tego języka należą:

- linie potencjałowe (szyny zasilające),
- styki:
  - NO (ang. *Normally Open*) – normalnie otwarty,
  - NC (ang. *Normally Closed*) – normalnie zamknięty,
- cewki.

Każdy z wymienionych elementów został przedstawiony na rysunku 2.

Ważne!

Styk NO (normalnie otwarty) w stanie spoczynkowym nie przewodzi prądu (stan logiczny 0 na wejściu PLC), a po naciśnięciu przycisku przewodzi prąd (stan logiczny 1). Styk NC (normalnie zamknięty) działa odwrotnie – w stanie spoczynkowym przewodzi prąd (stan logiczny 1), a po naciśnięciu przycisku przerywa obwód (stan logiczny 0).

Program opracowany w języku LAD z wykorzystaniem poszczególnych elementów, zostaje następnie zaimplementowany (wgrany) do sterownika PLC. Sterownik realizuje wówczas zapisany algorytm, przetwarzając sygnały wejściowe i odpowiednio sterując wyjściami na podstawie zdefiniowanych warunków logicznych.

Cel ćwiczenia/laboratorium

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z podstawami budowy, zasadą działania oraz sposobem programowania sterowników PLC. W ramach zajęć student pozna podstawowe elementy języka drabinkowego oraz zasady tworzenia programów sterujących dla prostych układów logicznych.

Realizacja ćwiczenia pozwoli na zdobycie umiejętności samodzielnego opracowywania, uruchamiania oraz sprawdzania poprawności działania prostych programów sterujących. Zdobyta wiedza i umiejętności stanowić będą podstawę do realizacji bardziej złożonych algorytmów sterowania, a w dalszej części przedmiotu również programów wykorzystujących komunikację z urządzeniami sieciowymi.

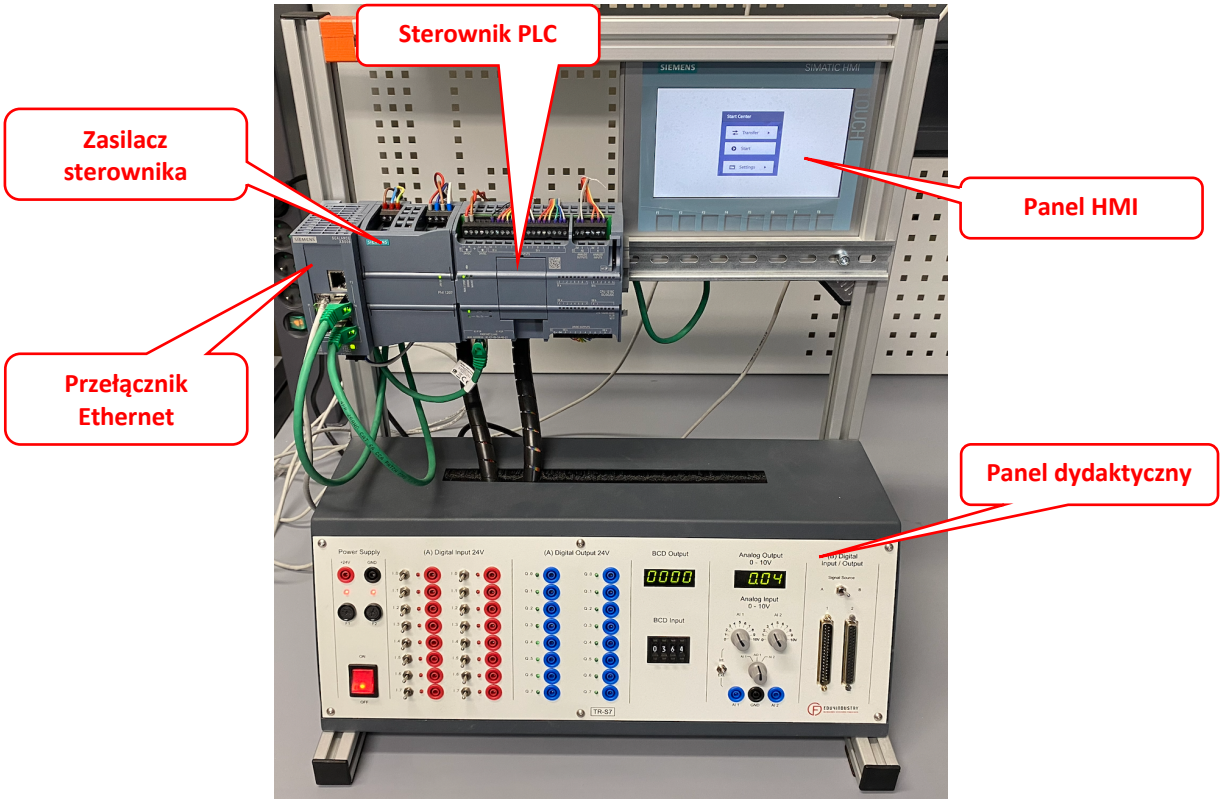
Samodzielna realizacja oraz weryfikacja przygotowanych programów ma na celu kształtowanie dokładności, odpowiedzialności oraz profesjonalnego podejścia do rozwiązywania zadań inżynierskich.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Poszczególni producenci oferują własne rodziny sterowników PLC, które różnią się m.in. budową, możliwościami oraz sposobem programowania. Do tworzenia i wgrywania programu do sterownika konieczne jest zastosowanie odpowiedniego oprogramowania, przeznaczonego dla urządzeń danego producenta. Środowisko takie umożliwia przygotowanie programu, jego konfigurację, a następnie przesłanie do sterownika.

W ramach zajęć z przedmiotu wykorzystywane będzie środowisko TIA Portal w wersji V20, przeznaczone do programowania sterowników firmy Siemens. Podczas zajęć wykorzystywane będą stanowiska laboratoryjne wyposażone w sterowniki z rodzin S7-1200 oraz S7-1500. Przykładowe stanowisko laboratoryjne zostało przedstawione na rysunku 3.



Rysunek 3. Stanowisko laboratoryjne wykorzystywane podczas zajęć dydaktycznych.

Kluczowym aspektem programowania sterowników PLC jest zatem nabycie umiejętności obsługi środowiska programistycznego w którym opracowywane są programy, a następnie wgrywane na sterownik.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

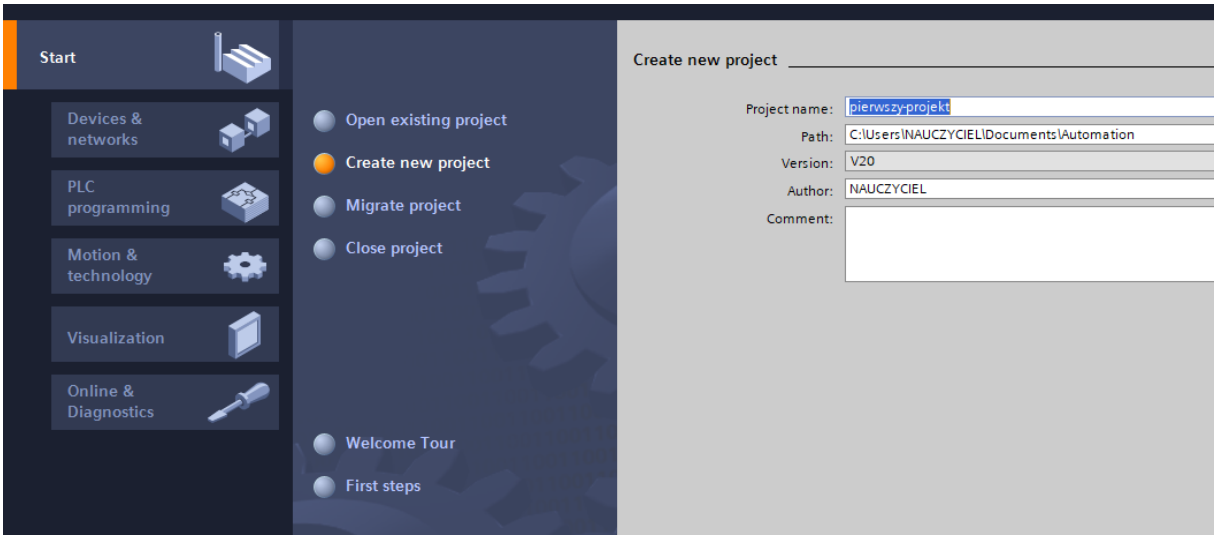
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Ogólny algorytm programowania sterowników Siemens w środowisku TIA Portal jest następujący:

1. Tworzenie nowego projektu.
2. Implementacja i konfiguracja sterownika.
3. Zdefiniowanie zmiennych wykorzystywanych w programie.
4. Opracowanie programu sterującego.
5. Wgranie programu do sterownika.
6. Weryfikacja działania programu na sterowniku.

Tworzenie nowego projektu w środowisku TIA Portal

Po uruchomieniu środowiska TIA Portal należy wybrać opcję *Create new project*. Następnie należy wprowadzić nazwę projektu, wskazać lokalizację jego zapisu oraz zatwierdzić operację przyciskiem *Create* znajdującym się po prawej stronie okna (rysunek 4).

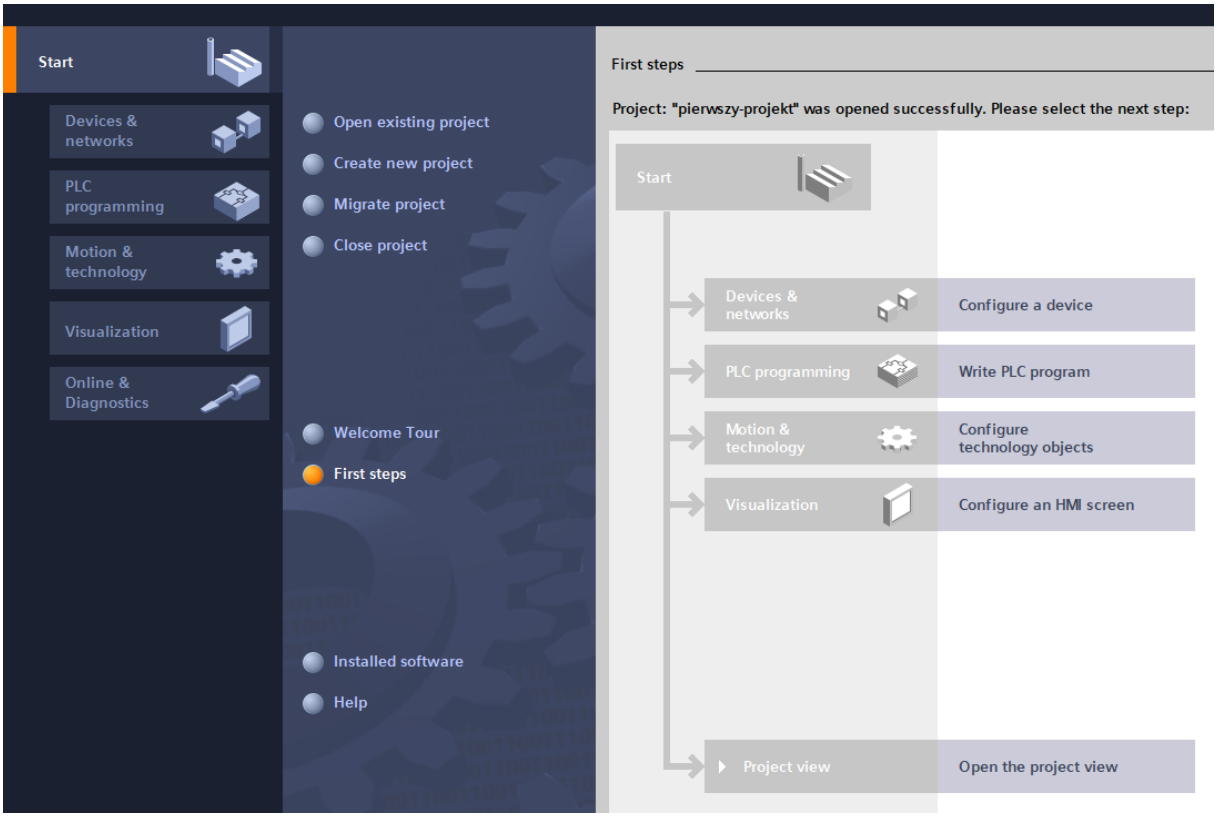


Rysunek 4. Tworzenie nowego projektu.

Po utworzeniu projektu w środowisku TIA Portal wyświetlane jest okno umożliwiające rozpoczęcie jego konfiguracji. W oknie przedstawione są kolejne etapy tworzenia programu sterującego, odzwierciedlające filozofię pracy przyjętą przez firmę Siemens. Obejmuje ona konfigurację sprzętową sterownika PLC, tworzenie programu, dobór kluczowych komponentów projektu, a także konfigurację panelu HMI. Na tym etapie należy wybrać opcję *Configure a device*, która pozwala dodać sterownik PLC do projektu i określić jego konfigurację sprzętową (rysunek 5).

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00



Rysunek 5. Drzewo konfiguracji elementów nowego projektu.

Implementacja i konfiguracja sterownika PLC

Kolejnym kluczowym krokiem jest wybór odpowiedniego sterownika PLC. W tym celu należy wybrać opcję *Add new device* (Dodaj nowe urządzenie). Na liście wyświetlą się wówczas wszystkie typy sterowników z serii S-1200 (rysunek 6).

Ważne!

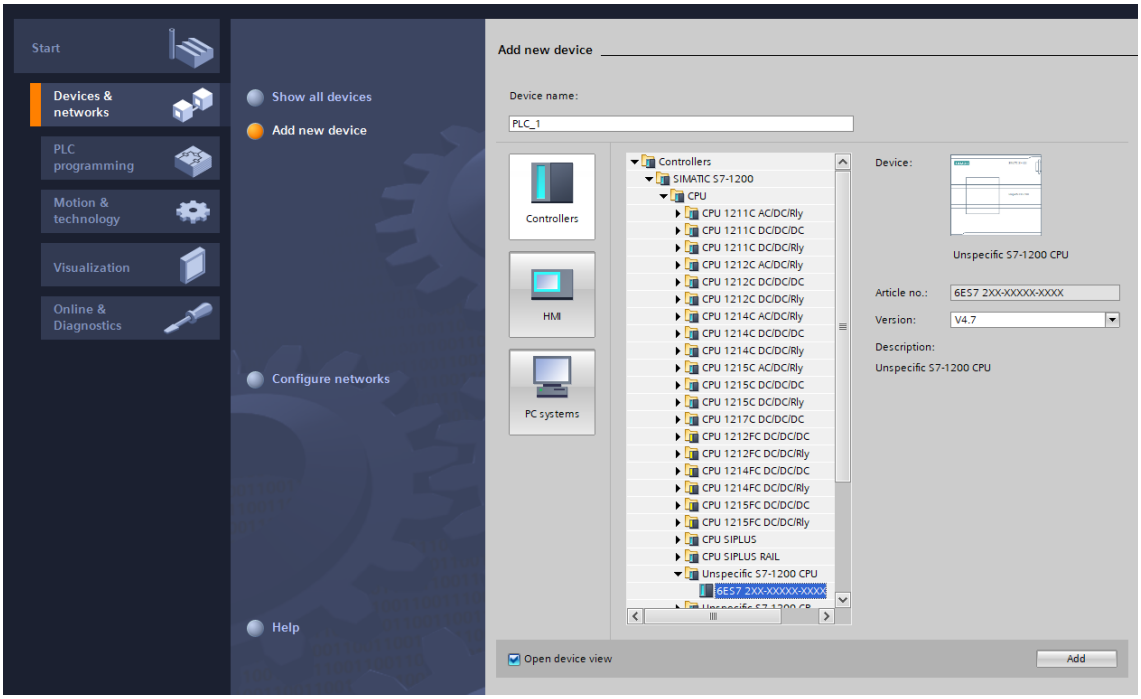
Podczas dodawania sterownika PLC do projektu zaleca się wybór opcji *Unspecific S7-1200 CPU*, która umożliwia późniejszą identyfikację urządzenia i pobranie jego konfiguracji bezpośrednio z urządzenia. Po nawiązaniu połączenia ze sterownikiem środowisko TIA Portal automatycznie rozpoznaje wówczas jego model i konfigurację sprzętową, a następnie pozwala przenieść te informacje do projektu.

Po wybraniu nieokreślonej konfiguracji sprzętowej w oknie projektu pojawia się sterownik PLC przedstawiony w kolorze białym, co oznacza brak zidentyfikowanej konfiguracji urządzenia. W celu jej rozpoznania należy skorzystać z funkcji *Detect*, która umożliwia wyszukanie sterowników dostępnych w sieci i wyświetlenie ich listy w oknie konfiguracji

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

sprzętowej. Należy rozpocząć przeszukiwanie sieci przyciskiem *Start search* (zwracając uwagę na wybór odpowiedniego interfejsu komunikacji u góry okna), a następnie zidentyfikować właściwy sterownik na podstawie jego adresu IP. Kolejną czynnoscią jest jego wybór na liście i jego zatwierdzenie przyciskiem *Detect* w celu pobrania konfiguracji sprzętowej urządzenia do projektu. Po prawidłowym zakończeniu operacji sterownik zostanie przedstawiony w kolorze ciemnoszarym (rysunek 7).



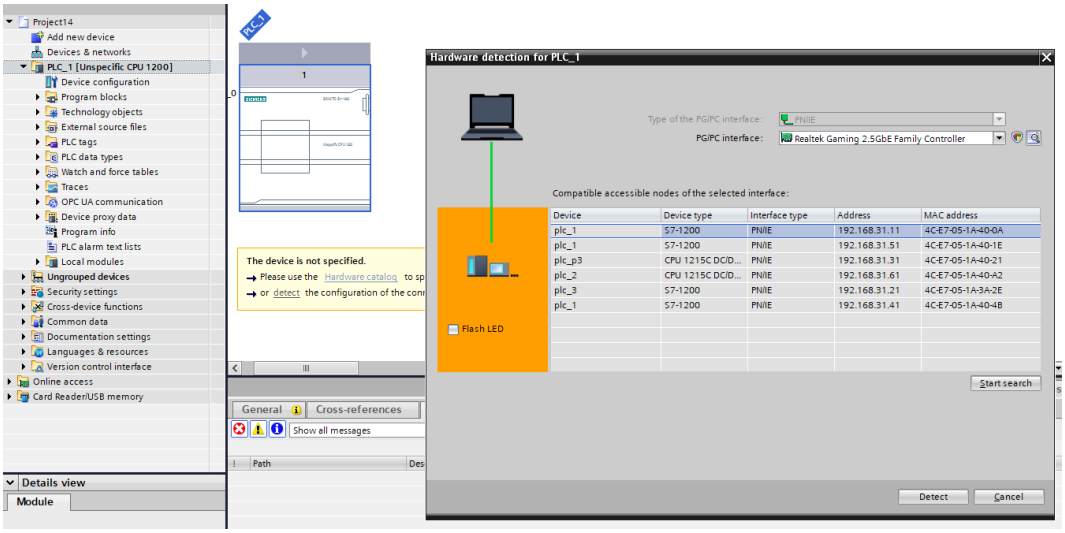
Rysunek 6. Wybór urządzenia – lista dostępnych sterowników PLC.

Ważne!

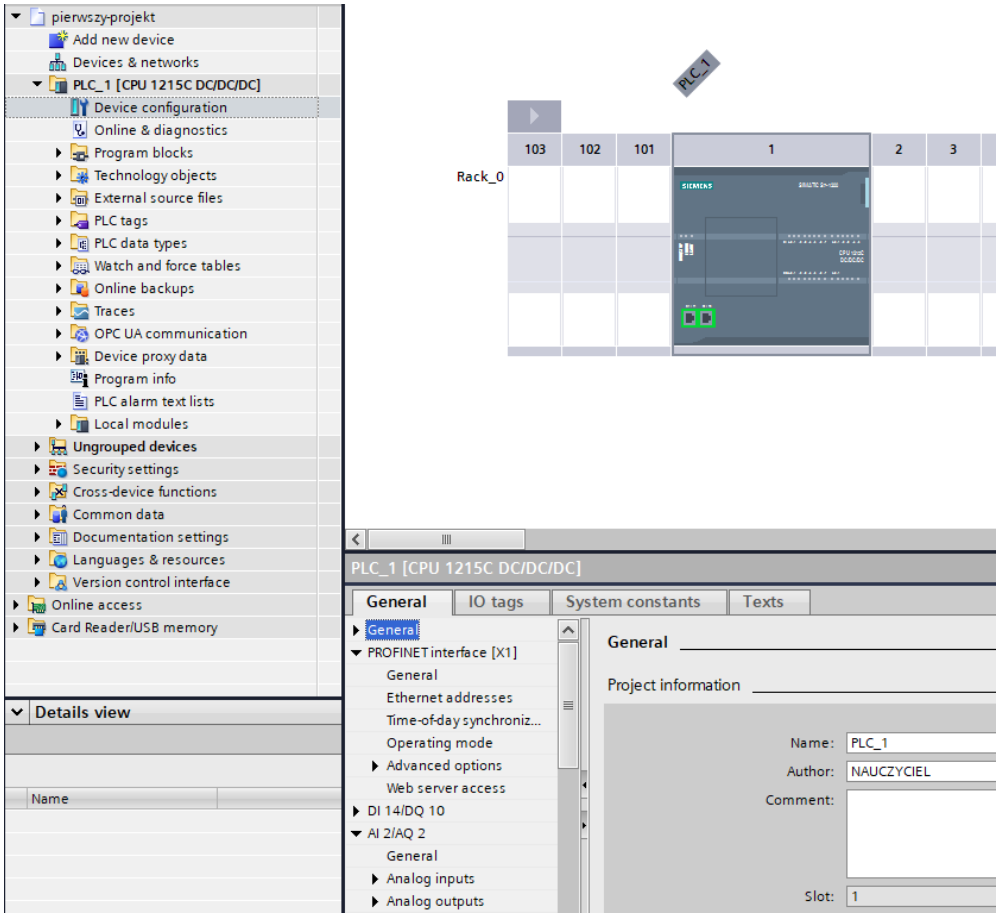
W oknie wykrywania sterowników dostępna jest również funkcja *Flash LED*, która umożliwia identyfikację fizycznego urządzenia poprzez miganie jego diod sygnalizacyjnych. Funkcja ta jest szczególnie przydatna w przypadku podłączenia kilku sterowników do jednej sieci, ponieważ pozwala jednoznacznie wskazać urządzenie, z którym programista nawiązuje połączenie.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00



Rysunek 7. Widok sterownika bez pobranej konfiguracji oraz identyfikacja sterownika w sieci.



Rysunek 8. Widok poprawnie zidentyfikowanego sterownika oraz dostęp do jego ustawień.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

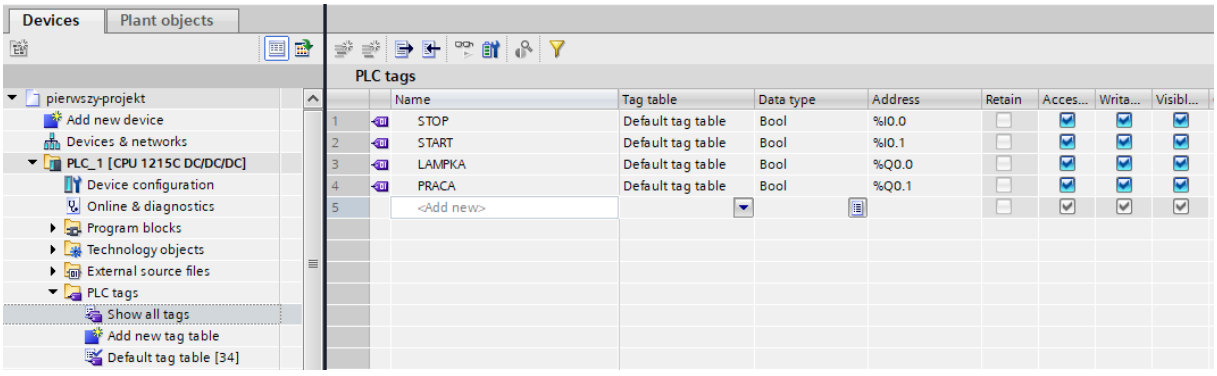
Po zakończeniu procesu detekcji uzyskujemy dostęp do w pełni skonfigurowanego sterownika PLC oraz jego funkcji. Jednym z kluczowych elementów jest możliwość modyfikacji ustawień urządzenia, do których dostęp uzyskujemy poprzez dwukrotne kliknięcie sterownika w widoku projektu (rysunek 8). W dolnej części środowiska TIA Portal zostaje wówczas wyświetlone okno właściwości, umożliwiające przeglądanie i modyfikowanie różnorodnych parametrów konfiguracyjnych sterownika. Przykładowo, zakładka:

- *General* – zawiera podstawowe informacje o sterowniku, w tym model urządzenia i wersję oprogramowania,
- *PROFINET interface [X1]* – umożliwia konfigurację parametrów sieciowych, takich jak nazwa urządzenia, adres IP i maska podsieci,
- *System and clock memory* – pozwala na konfigurację specjalnych bitów pamięci,
- *Protection & Security* – umożliwia konfigurację zabezpieczeń sterownika oraz zarządzanie uprawnieniami dostępu.

Zdefiniowanie zmiennych wykorzystywanych w programie

Definiowanie zmiennych sterownika PLC w środowisku TIA Portal odbywa się za pomocą tabeli zmiennych, dostępnej w sekcji *PLC tags* drzewa projektu, które znajduje się po lewej stronie okna środowiska TIA Portal. Po wybraniu opcji *Show all tags* możliwe jest dodawanie kolejnych zmiennych poprzez określenie ich nazwy, lokalizacji, typu danych oraz adresu. Zdefiniowane zmienne są następnie wykorzystywane podczas tworzenia programu sterującego (rysunek 9).

W analizowanym przykładzie opracowana została tablica zmiennych dla przykładu z wprowadzenia do niniejszej instrukcji laboratoryjnej. Dla każdej z kluczowych zmiennych została zdefiniowana jej nazwa a także przypisany adres. Elementy sterujące zaadresowane są jako wejścia sterownika (*I* – input), zaś sterowane jako wyjścia (*Q* – output).



Rysunek 9. Definiowanie zmiennych wykorzystywanych w programie sterownika.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

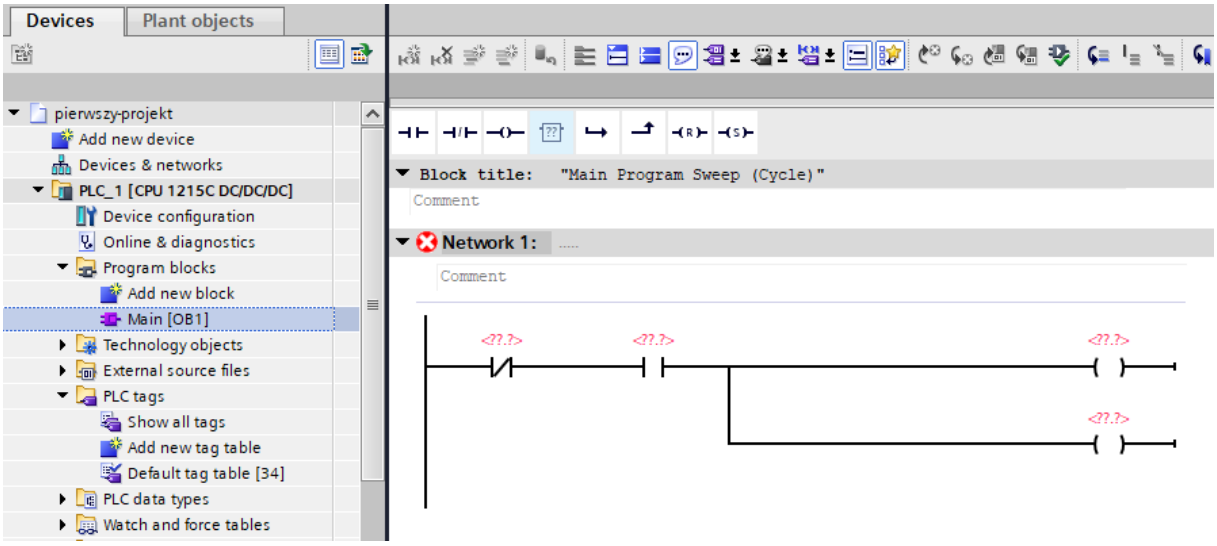
Ważne!

Adresowanie wejść i wyjść sterownika PLC odbywa się za pomocą oznaczeń *I* (*Input*) dla wejść oraz *Q* (*Output*) dla wyjść. Adres składa się z numeru bajtu i numeru bitu, np. I0.0 oznacza pierwszy bit wejściowy bajtu 0, natomiast Q0.0 pierwszy bit wyjściowy bajtu 0. Kolejne wejścia adresowane są jako I0.1, I0.2, …, I0.7, natomiast wyjścia analogicznie jako Q0.1, Q0.2, …, Q0.7. Po wykorzystaniu wszystkich ośmiu bitów pierwszego bajtu kolejne adresy wejść rozpoczynają się od I1.0, natomiast wyjść od Q1.0. Oznacza to przejście do następnego bajtu, w którym bity ponownie numerowane są od 0 do 7.

Opracowanie programu sterującego

Kolejnym etapem, po zdefiniowaniu zmiennych sterownika PLC, jest opracowanie programu sterującego w języku drabinkowym. Tworzenie programu odbywa się w sekcji *Program blocks*, w której znajduje się główny blok programu *Main [OB1]*.

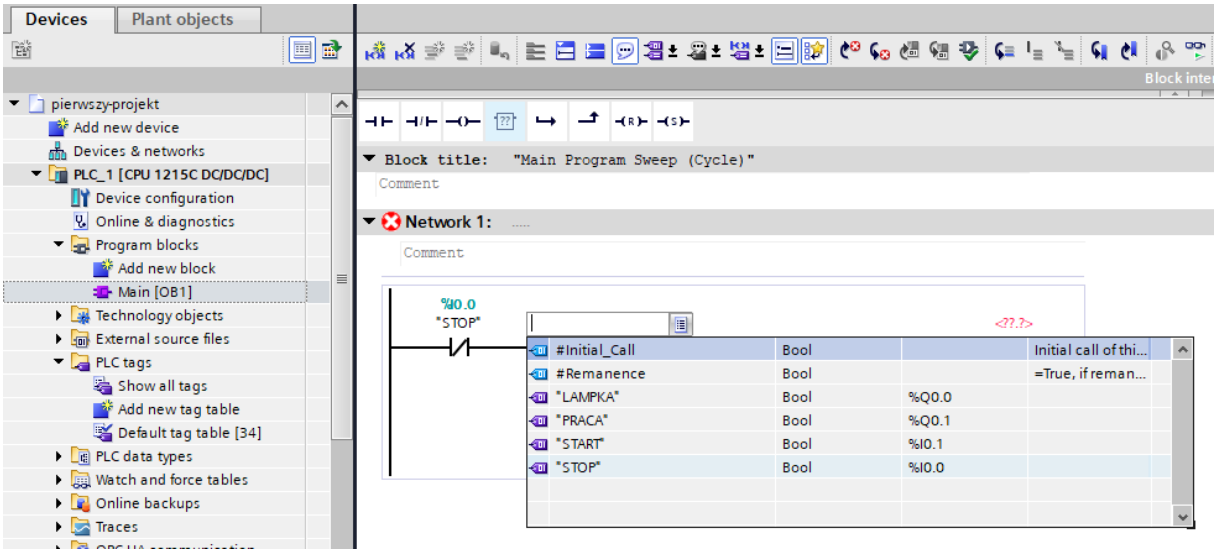
Program sterujący opracowywany jest poprzez umieszczanie odpowiednich elementów, takich jak styki i cewki, w kolejnych szczeblach schematu drabinkowego. Podstawowe elementy języka LAD dostępne są na pasku narzędzi w górnej części edytora programu. Tworzenie schematu polega na przeciąganiu wybranych elementów na odpowiednie pozycje drabinki (rysunek 10), a następnie przypisywaniu im wcześniej zdefiniowanych zmiennych sterownika PLC (rysunek 11).



Rysunek 10. Budowa schematu z wykorzystaniem popularnych elementów języka LAD.

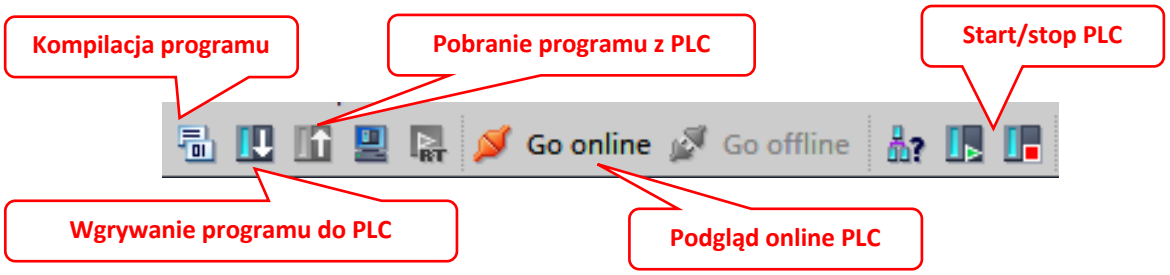
Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00



Rysunek 11. Wykorzystanie zmiennych zdefiniowanych w tablicy.

Dobrą praktyką po zakończeniu tworzenia programu sterującego jest przeprowadzenie jego kompilacji, która umożliwia wykrycie błędów składniowych i konfiguracyjnych. Wyniki kompilacji wskazują zidentyfikowane błędy oraz ostrzeżenia, ułatwiając wprowadzenie niezbędnych poprawek. Funkcja kompilacji dostępna jest na górnym pasku narzędzi środowiska TIA Portal obok innych kluczowych poleceń do których należą: wgrywanie programu do PLC lub jego pobieranie z PLC, podgląd pracy sterownika w trybie online, zatrzymanie lub uruchomienie sterownika (rysunek 12).



Rysunek 12. Kluczowe polecenia paska narzędzi środowiska TIA Portal.

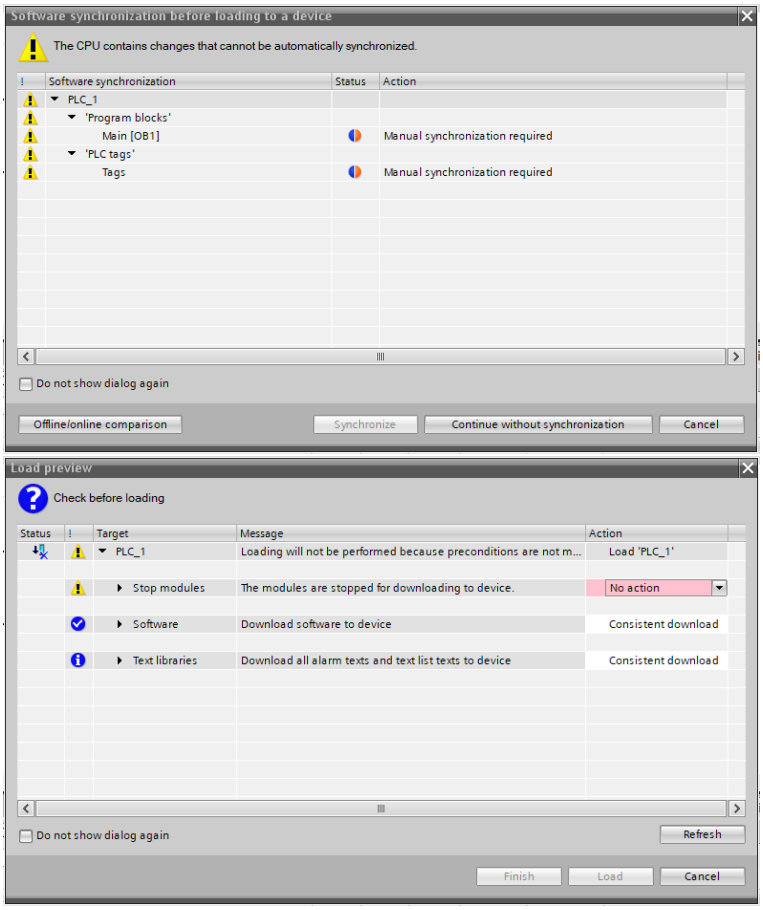
Wgranie programu do sterownika

Po opracowaniu programu realizującego zakładana logikę kolejną czynnością jest wgranie opracowanego programu do sterownika PLC. W tym celu należy wybrać opcję *Download to device* dostępną na górnym pasku narzędzi środowiska TIA Portal. W wyświetlonym oknie

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

należy wskazać odpowiedni interfejs komunikacyjny, wyszukać sterownik i rozpocząć przesyłanie programu do jego pamięci (analogicznie jak podczas detekcji konfiguracji sterownika). Podczas wgrywania programu do sterownika Siemens S7-1200 środowisko TIA Portal może wyświetlić komunikat o konieczności synchronizacji programu i zmiennych PLC, którą można pominąć, wybierając opcję *Continue without synchronization*. W kolejnym oknie należy określić sposób postępowania ze sterownikiem podczas wgrywania programu, wybierając odpowiednią opcję w polu *Stop modules*, a następnie rozpocząć przesyłanie programu przyciskiem *Load* (rysunek 13).



Rysunek 13. Okna synchronizacji oprogramowania i konfiguracji wgrywania programu do sterownika PLC w środowisku TIA Portal.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

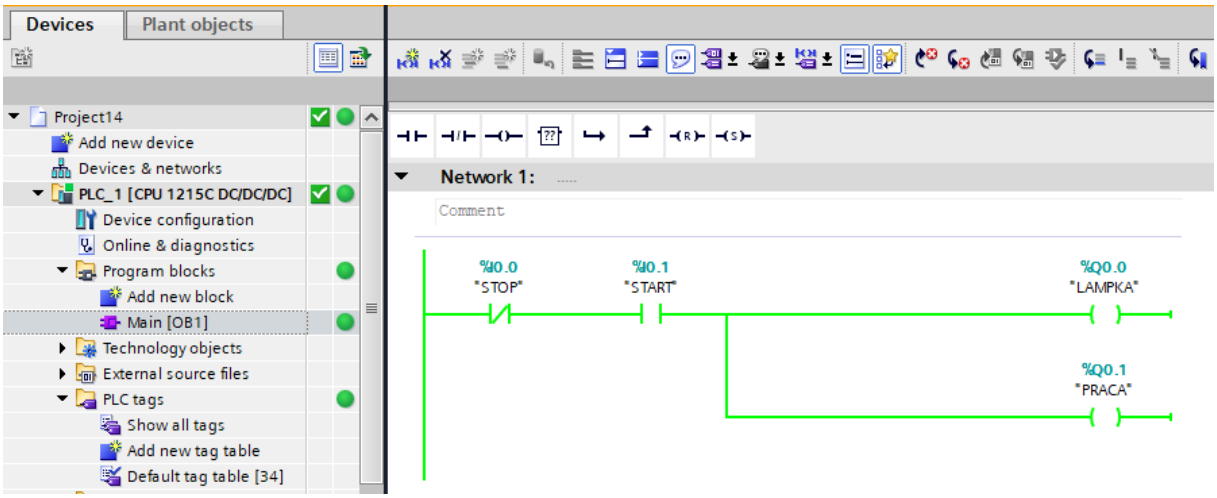
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Ważne!

Wgrywanie programu z komputera do sterownika PLC realizowane jest za pomocą funkcji ***Download***, natomiast funkcja ***Upload*** służy do pobierania programu ze sterownika do komputera. Nazewnictwo tych operacji wynika z przyjęcia perspektywy sterownika PLC jako urządzenia docelowego.

Weryfikacja działania programu na sterowniku

Weryfikację poprawności działania programu wgranego do sterownika PLC przeprowadza się z wykorzystaniem stanowiska laboratoryjnego wyposażonego w panel dydaktyczny, umożliwiający symulowanie sygnałów wejściowych oraz obserwację stanów wyjść sterownika. Testowanie programu polega na wymuszaniu określonych stanów wejść za pomocą przycisków i przełączników oraz sprawdzaniu reakcji urządzeń sygnalizacyjnych. Dodatkowo środowisko TIA Portal umożliwia monitorowanie programu w trybie online, pozwalające na bieżącą obserwację stanów logicznych styków, cewek oraz przepływu sygnałów w poszczególnych szczeblach schematu drabinkowego (rysunek 14).



Rysunek 14. Identyfikacja sterownika w sieci w celu wgrania do niego programu.

W celu obserwacji i monitorowania pracy sterownika w środowisku TIA Portal z górnego paska narzędzi wybieramy opcję ***Go online***, zaś w górnym pasku okna opracowywania programu ikonę . Po uruchomieniu trybu monitorowania online okno edytora programu zmienia kolor na pomarańczowy, natomiast zielone podświetlenie elementów schematu drabinkowego umożliwia bieżącą obserwację przepływu sygnałów oraz stanów logicznych poszczególnych elementów programu.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Ćwiczenia samodzielne

Ćwiczenie nr 1

Wykorzystując poznane zagadnienia oraz poniższe tablice prawdy opracuj w języku drabinkowym realizację tych funkcji z wykorzystaniem odpowiednich styków i cewek. Do realizacji każdej z funkcji użyj kolejnych wejść i wyjść sterownika określonych w tabeli 1.

Tabela 1. Tablice prawdy funkcji logicznych.

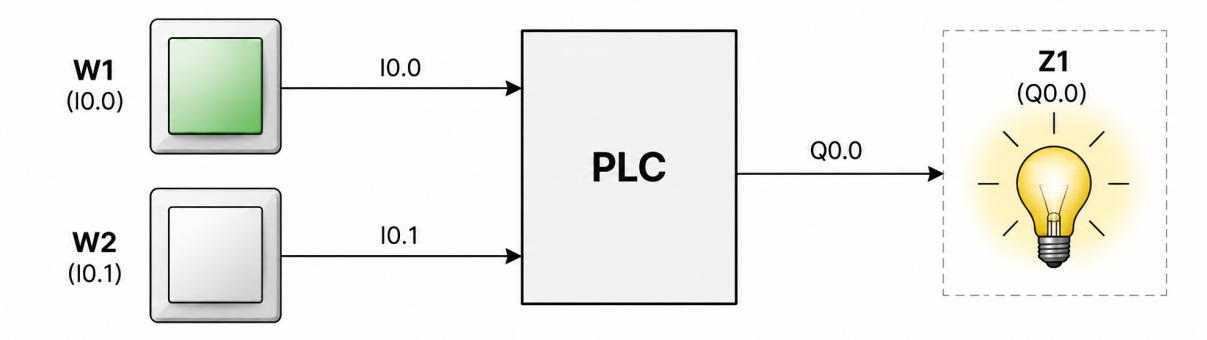
Funkcja AND		
A (I0.0)	**B** (I0.1)	**WYNIK** (Q0.0)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1
Funkcja NAND		
A (I0.2)	**B** (I0.3)	**WYNIK** (Q0.1)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0
Funkcja OR		
A (I0.4)	**B** (I0.5)	**WYNIK** (Q0.2)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1
Funkcja NOR		
A (I0.6)	**B** (I0.7)	**WYNIK** (Q0.3)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Ćwiczenie nr 2

Wykorzystując poznane zagadnienia wykonaj program w języku drabinkowym realizujący funkcję włącznika schodowego, umożliwiającego sterowanie jedną lampką za pomocą dwóch niezależnych przełączników. Zmiana stanu dowolnego włącznika powinna powodować zmianę stanu lampki na przeciwny, niezależnie od aktualnego położenia drugiego przełącznika.



Rysunek 15. Schemat funkcjonalny układu wraz z wizualizacją jego działania.

Tabela 2. Lista sygnałów do realizacji ćwiczenia.

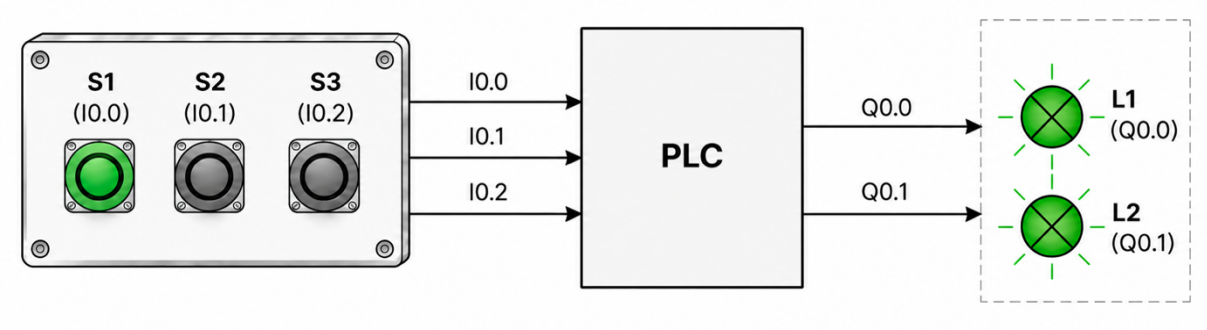
Lista sygnałów		
Nazwa	**Adres**	**Komentarz**
W1	I0.0	Włącznik naścienny nr 1
W2	I0.1	Włącznik naścienny nr 2
Z1	Q0.0	Oświetlenie – żarówka

Ćwiczenie nr 3

Wykorzystując poznane zagadnienia wykonaj program w języku drabinkowym (LAD) umożliwiający sterowanie dwiema lampkami (L1 i L2) za pomocą trzech niezależnych włączników (S1, S2 i S3). Obie lampki powinny świecić wyłącznie wtedy, gdy dokładnie jeden z trzech włączników znajduje się w stanie aktywnym. Włączenie dwóch lub trzech włączników jednocześnie, a także wyłączenie wszystkich włączników, powinno powodować zgaszenie obu lampek.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00



Rysunek 16. Schemat funkcjonalny układu wraz z wizualizacją jego działania.

Tabela 3. Lista sygnałów do realizacji ćwiczenia.

Lista sygnałów		
Nazwa	**Adres**	**Komentarz**
S1	I0.0	Przycisk nr 1
S2	I0.1	Przycisk nr 2
S3	I0.2	Przycisk nr 3
L1	Q0.0	Lampka nr 1
L2	Q0.1	Lampka nr 2

Pytania pomocnicze

1. Jakie są podstawowe zadania sterowników PLC i w jakich obszarach znajdują zastosowanie?
2. Czym charakteryzuje się język drabinkowy i jakie są jego podstawowe elementy?
3. Czym różnią się styki normalnie otwarte (NO) od styków normalnie zamkniętych (NC) w języku drabinkowym?
4. W jaki sposób realizowane są podstawowe funkcje logiczne AND, OR oraz NOT w języku drabinkowym?
5. Jakie czynności należy wykonać w środowisku TIA Portal, aby wgrać opracowany program do sterownika PLC?
6. W jaki sposób można wykorzystać funkcję monitorowania online w środowisku TIA Portal do weryfikacji poprawności działania programu sterującego?

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Podsumowanie

W ramach ćwiczenia laboratoryjnego przedstawiono podstawy programowania sterowników PLC w języku drabinkowym (LAD) z wykorzystaniem środowiska TIA Portal. Omówiono zasady realizacji podstawowych funkcji logicznych oraz tworzenia prostych układów sterowania z zastosowaniem odpowiednich styków i cewek. Przedstawiono również proces kompilacji i wgrywania programu do sterownika PLC oraz metody weryfikacji jego poprawności z wykorzystaniem stanowiska dydaktycznego i monitorowania online. Zdobyta wiedza i umiejętności stanowią podstawę do opracowywania bardziej złożonych algorytmów sterowania stosowanych w systemach automatyki

Literatura

1. Kasprzyk J., *Programowanie sterowników przemysłowych*, PWN, Warszawa 2017.
2. Kwiecień R., *Komputerowe systemy automatyki przemysłowej*, Helion, Gliwice 2013.
3. Siemens, *Przewodnik programowania dla S7-1200/S7-1500*, 2019.
4. Siemens, *Podręcznik pierwsze kroki z SIMATIC S7-1200 Easybook*, 2014.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego

Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00