UNIWERSYTET ŚLĄSKI
WYDZIAŁ NAUK ŚCISŁYCH I TECHNICZNYCH

Budowa oraz funkcje dydaktyczne stanowiska laboratoryjnego PLC z wykorzystaniem sterownika Eaton Easy E4

Przewodnik

Opracowanie merytoryczne:
dr Małgorzata Janik, dr Paweł Janik

Skład i opracowanie dydaktyczne:
dr Joanna Maszybrocka, prof. UŚ

Sosnowiec, 2025

Projekt MatMechBio – Innowacyjne Nauczanie Problemowe i Technologie dla Poprawy Jakości Kształcenia w obszarze GZM został dofinansowany przez Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolię w ramach Programu „Metropolitalny Fundusz Wspierania Nauki".

Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia

Słowo od autorów

Niniejsza instrukcja stanowi kompleksowy przewodnik po stanowisku laboratoryjnym PLC, zbudowanym w oparciu o sterownik Eaton Easy E4-DC-12TC1. Dokument powstał z myślą o studentach kierunków technicznych, wykładowcach oraz wszystkich osobach zainteresowanych praktycznymi aspektami programowania sterowników przemysłowych w warunkach dydaktycznych. Jego głównym celem jest stworzenie przejrzystego i uniwersalnego narzędzia edukacyjnego, które umożliwia poznanie zasad działania nowoczesnych systemów automatyki.

Instrukcja prowadzi użytkownika przez wszystkie etapy pracy ze stanowiskiem – od podstawowej konfiguracji sterownika i nawiązania komunikacji z oprogramowaniem Easy Soft, poprzez szczegółowy opis funkcjonalnych sekcji stanowiska, aż po praktyczne procedury podłączania i testowania czterech typów sensorów: indukcyjnego, szczelinowego, światłoczułego oraz temperaturowego. Każdy etap został uzupełniony fotografiami rzeczywistego stanowiska, co znacząco ułatwia samodzielną realizację ćwiczeń i ogranicza ryzyko popełnienia błędów.

Stanowisko to może być wykorzystywane w ramach różnych strategii dydaktycznych. Autorzy szczególnie rekomendują metodę uczenia przez rozwiązywanie problemów (problem-based learning), w której studenci samodzielnie analizują zadanie, dobierają i konfigurują potrzebne elementy, projektują logikę sterowania oraz przeprowadzają jej eksperymentalną weryfikację. Podejście to sprzyja rozwijaniu kompetencji inżynierskich, wzmacnia umiejętność krytycznego myślenia oraz uczy samodzielnego radzenia sobie z problemami technicznymi. Stanowisko sprawdzi się również w bardziej tradycyjnych formach zajęć laboratoryjnych, stanowiąc wszechstronne narzędzie do nauki podstaw i zaawansowanych funkcji sterowników PLC.

Na końcu instrukcji zamieszczono wykaz efektów uczenia się, obejmujący wiedzę teoretyczną, umiejętności praktyczne oraz kompetencje społeczne nabywane podczas realizacji ćwiczeń. Dla studentów stanowi on przejrzystą listę kontrolną pomagającą monitorować własne postępy, natomiast dla prowadzących – narzędzie wspierające planowanie, ocenę i dokumentowanie wyników kształcenia.

Mamy nadzieję, że niniejsza instrukcja będzie wartościowym wsparciem zarówno dla studentów rozpoczynających przygodę z automatyką przemysłową, jak i dla wykładowców prowadzących zajęcia laboratoryjne w tym obszarze. Życzymy efektywnej i inspirującej pracy z wykorzystaniem przygotowanego stanowiska.

Małgorzata Janik, Paweł Janik, Joanna Maszybrocka

Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Uniwersytet Śląski w Katowicach
ul. Żytnia 12
41-200 Sosnowiec
www.wnst.us.edu.pl

Spis treści

1 Budowa i konfiguracja stanowiska dydaktycznego 4

2 Moduły zewnętrzne i rozszerzenia funkcjonalne stanowiska 10

3 Podłączanie i testowanie sensorów 13

4 Stanowiska mobilne 19

5 PBL w pracy z sensorami i sterownikiem Easy E4 20

6 Karta pracy studenta – przykład 24

7 Efekty uczenia się 37

Przewodnik

Budowa oraz funkcje dydaktyczne stanowiska laboratoryjnego PLC z wykorzystaniem sterow nika Eaton Easy E4

1 Budowa i konfiguracja stanowiska dydaktycznego

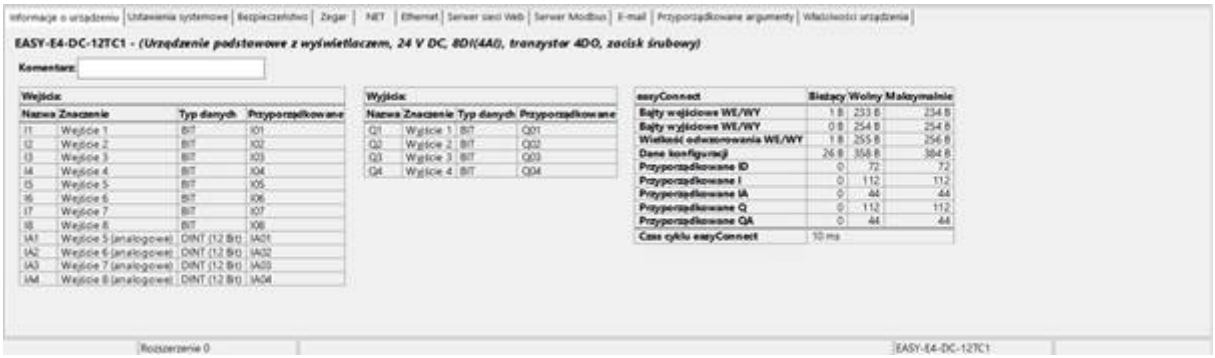
Widok stanowiska dydaktycznego zaprezentowano na Rys. 1. Stanowisko dydaktyczne do nauki programowania sterowników PLC zawiera:

- osiem zadajników stanów logicznych (pierwszy rząd od góry – niebieskie przyciski),
- cztery przełączniki trybu pracy wejść (drugi rząd),
- dwa zadajniki sygnałów analogowych (trzeci rząd),
- dwa gniazda wejść dla sensorów (trzeci rząd),
- sygnalizatory stanów wyjść binarnych (czwarty rząd),
- cztery pary zacisków do zewnętrznych układów (piąty rząd),
- dwa wyjścia BNC do podłączania oscyloskopu (szósty rząd),
- sensory binarne oraz analogowe (umieszczone w uchwytach na tylnej ścianie obudowy).

Stanowisko zostało zaprojektowane do pracy w pozycji horyzontalnej. Współpraca stanowiska z dedykowanym oprogramowaniem Easy Soft wymaga dwóch interfejsów sieciowych – jednego do komunikacji PC–Sterownik i drugiego do komunikacji PC–Serwer.

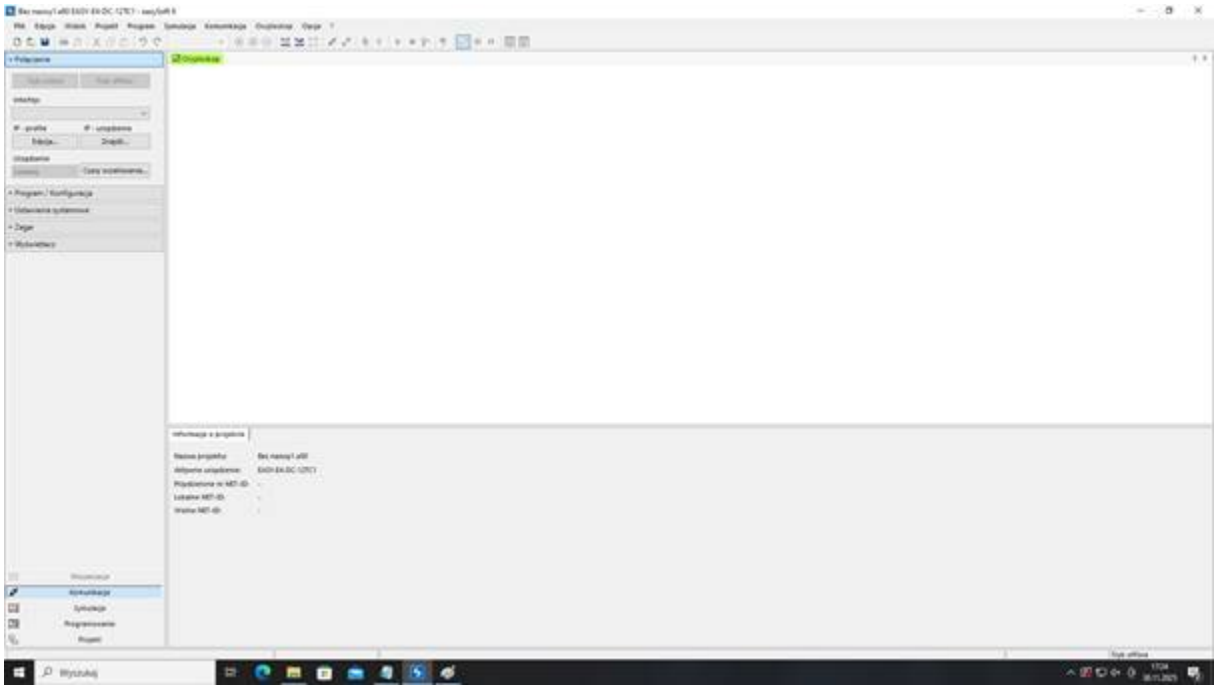
Rys. 1. Stanowisko dydaktyczne ze sterownikiem Eaton E4.

W stanowisku zainstalowano moduł podstawowy Eaton Easy E4-DC-12TC1. Jest to moduł dedykowany do pracy w instalacjach prądu stałego 24V i wyposażony jest w wyjścia typu półprzewodnikowego. Sterownik współpracuje z dedykowanym oprogramowaniem Easy Soft, które w wersji demonstracyjnej ogranicza jedynie opcję komunikacji ze sterownikiem, co pozwala na testowanie większości funkcjonalności urządzenia. Podstawowe funkcjonalności sterownika E4-DC-12TC1 zaprezentowano na Rys. 2.

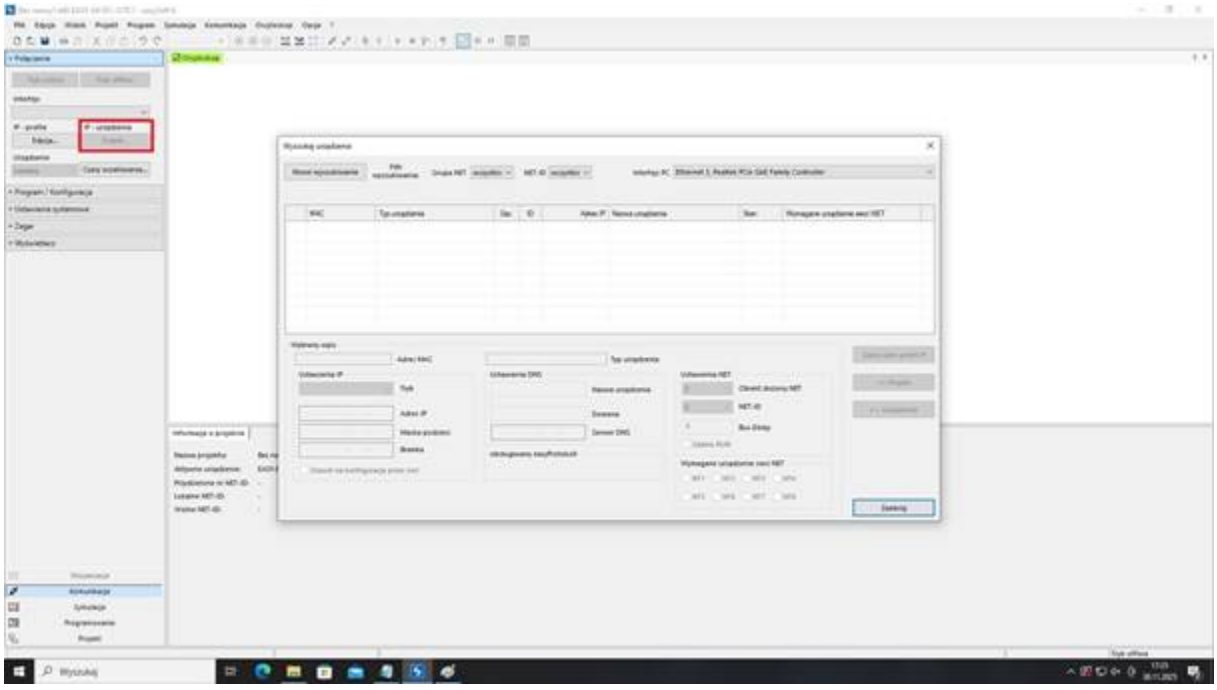


Rys. 2. Prezentacja parametrów sterownika E4-DC-12TC1 w programie Easy Soft.

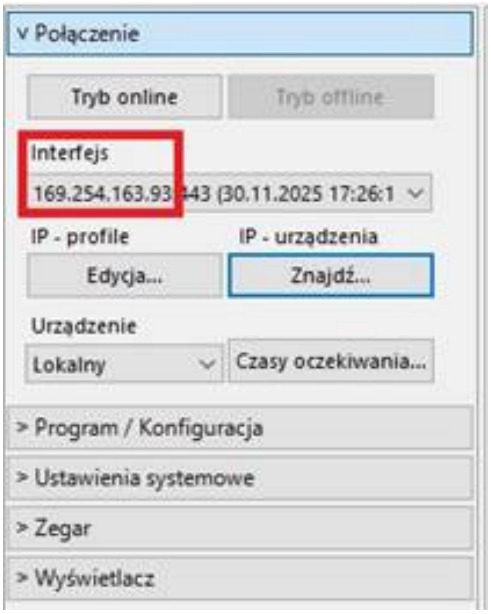
Procedurę nawiązania komunikacji ze sterownikiem zaprezentowano na zrzutach ekranowych z aplikacji Easy Soft – Rys. 3, Rys. 4, Rys. 5 oraz Rys. 6.



Rys. 3. Widok pulpitu zakładki „Komunikacja".



Rys. 4. Widok panelu wyszukiwania interfejsu sieciowego – wybrana opcja „IP urządzenia – Znajdź".



Rys. 5. Wykryty adres interfejsu sieciowego w programie Easy Soft.

Rys. 6. Ekran LCD sterownika E4 z zaznaczonym adresem interfejsu sieciowego.

Uruchomienie i wyłączenie sterownika realizowane jest za pomocą dźwigni bezpiecznika (Rys. 7). Sterownik nie wymaga procedury zamknięcia systemu i zapewnia przechowanie wgranych do jego pamięci programów po wyłączeniu zasilania.

Rys. 7. Widok sekcji sterownika: górny – dźwignia w pozycji wyłączonej, dolny – dźwignia w pozycji włączonej.

Na Rys. 8 zaprezentowano sekcje: zadajników, przełączników oraz gniazd dołączonych do wejść sterownika o adresach I5, I6, I7 oraz I8.

Rys. 8. Widok sekcji elementów i konektorów wejściowych sterownika w stanowisku dydaktycznym.

Górny rząd sekcji wejściowej sterownika widoczny na Rys. 8 stanowią zadajniki sygnału binarnego, gdzie stan wysoki zgodny jest ze standardem zasilania sterownika – w stanowisku dydaktycznym wynosi 24V. Z kolei środkowy rząd sekcji wejściowej tworzą przełączniki trybu pracy wejść I5, I6, I7 oraz I8. Wejścia pozwalają na przetwarzanie napięciowych sygnałów binarnych (0 do 24V), jak również analogowych w zakresie od 0 do 10V. Przełączniki skonfigurowano następująco:

- ustawienie pokrętła w stronę lewą – praca w trybie binarnym,

- ustawienie pokrętła w położeniu środkowym – wejścia odłączone – brak możliwości podawania i przetwarzania sygnałów,
- ustawienie pokrętła w stronę prawą – praca w trybie analogowym lub dołączenie sensorów zewnętrznych.

Dolny rząd sekcji wejściowej z Rys. 8 zawiera dwa pokrętła potencjometrów analogowych (od lewej) oraz dwa gniazda (od prawej) dla sensorów zewnętrznych. Wykorzystanie zarówno potencjometrów, jak i dołączanych sensorów wymaga ustawienia przełączników w środkowym rzędzie w pozycji prawej.

Na Rys. 9 zaprezentowano sekcję elementów dołączonych do wyjść sterownika. Każde z wyjść posiada dołączony sygnalizator świetlny (górny rząd), który wizualizuje stan pracy. Dodatkowo do wyjść dołączono po dwa konektory typu banan (środkowy rząd), które pozwalają na dołączanie zewnętrznych układów lub przyrządów pomiarowych – wyjścia pracują w standardzie napięciowym 0 do 24V. Wyjścia Q1 oraz Q2 (pierwsze i drugie od lewej) pozwalają na sterowanie falą modulowaną PWM, dlatego też dołączono do nich konektory BNC, umożliwiające podłączenie oscyloskopu i analizę oraz rejestrację tego sygnału.

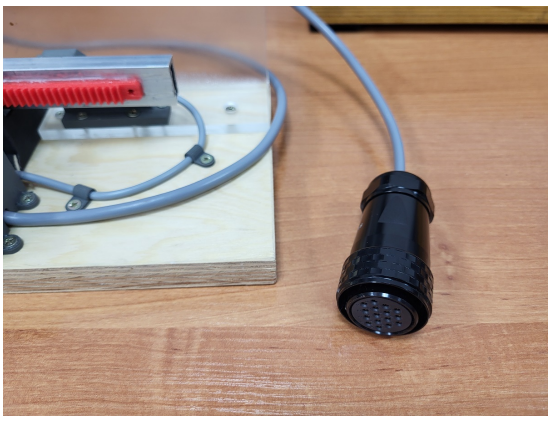
Rys. 9. Sekcja wyjść sterownika w stanowisku dydaktycznym.

2 Moduły zewnętrzne i rozszerzenia funkcjonalne stanowiska

W celu zwiększenia możliwości realizacji ćwiczeń laboratoryjnych stanowisko zostało wyposażone w dodatkowe moduły oraz elementy umożliwiające współpracę sterownika z układami zewnętrznymi. Rozszerzenia te pozwalają na wykonywanie bardziej złożonych zadań z zakresu automatyki, takich jak sterowanie napędami, obsługa dodatkowych sensorów czy tworzenie struktur rozproszonych.

Jednym z kluczowych elementów rozbudowy było wprowadzenie wielopinowych konektorów, które umożliwiają łatwe dołączanie zewnętrznych układów. Zastosowane złącza **SA2810/P16IIB-1 WEIPU** oraz **SA2813/S16B-1** wyposażono w dokręcany kołnierz, zapewniający stabilne oraz odporne na przypadkowe rozłączenie. Implementacja konektorów wymagała integracji z istniejącą instalacją elektryczną oraz zastosowania dodatkowych zabezpieczeń przeciwzwarciowych.

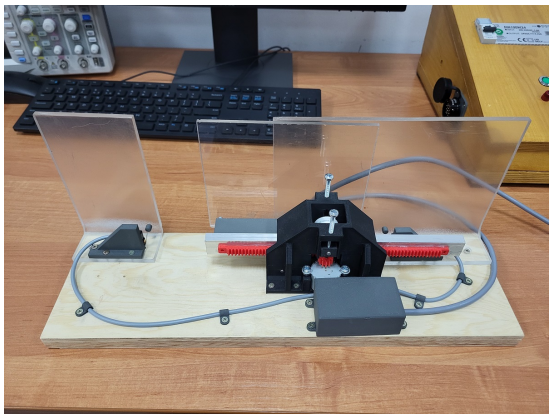
Gniazdo 16-pinowe, przedstawione na Rys. 10, zostało osadzone w obudowie stanowiska przy użyciu specjalnie zaprojektowanej i wydrukowanej płyty montażowej. Wprowadzenie konektorów pozwala na dołączanie rozbudowanych układów wykonawczych i pomiarowych, ponieważ obsługują one zarówno sygnały wejściowe, jak i wyjściowe sterownika.

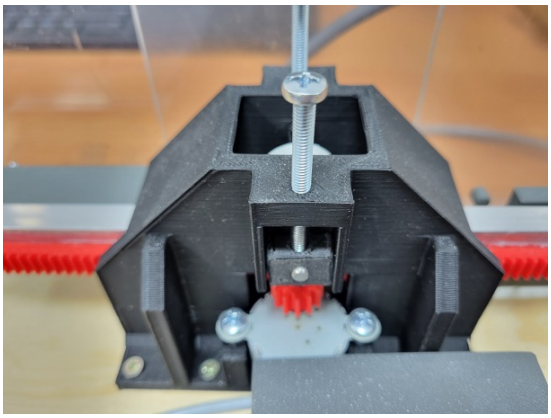


Rys. 10. Widok zaimplementowanego w stanowisku wielopinowego gniazda SA2813/S16B-1 (po lewej) oraz wtyku SA2810/P16IIB-1 dla układów zewnętrznych.

Przykładem układu korzystającego z rozszerzeń jest model bramy przesuwnej (Rys. 11 oraz Rys. 12), zawierający sensory krańcowe, napęd krokowy oraz kontroler sterownika silnika krokowego. Konstrukcja elementów mechanicznych została wykonana w technologii druku 3D, co umożliwia łatwe odtworzenie lub modyfikację modelu w przypadku uszkodzeń lub potrzeby zmian dydaktycznych.

Rys. 11. Prototyp modelu bramy przesuwnej dołączony do stanowiska za pomocą konektora wielopinowego.



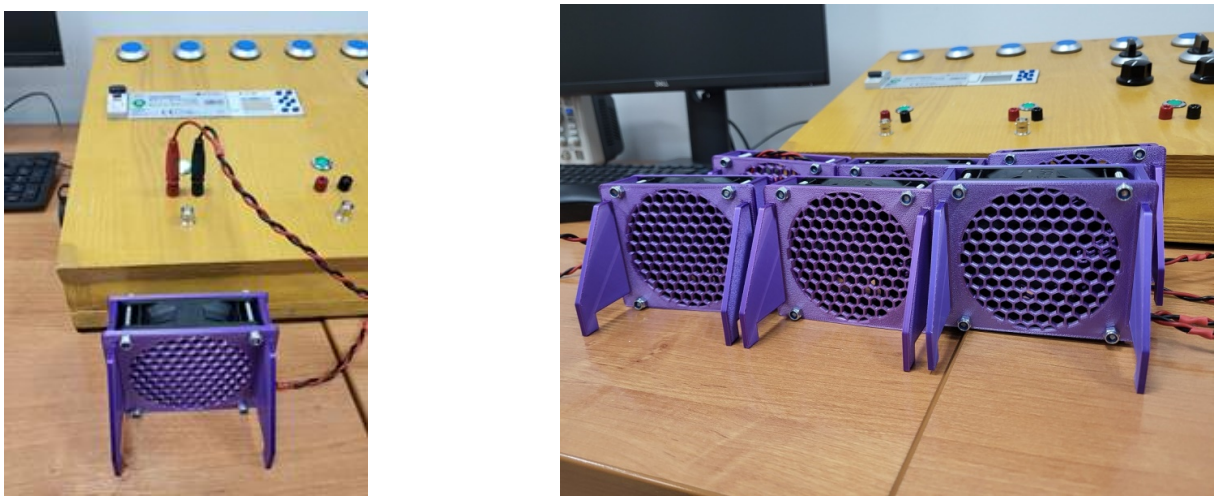


Rys. 12. Widok wykonanego modelu bramy przesuwnej (po lewej) oraz odpowiadających mu wydrukowanych części mechanicznych (po prawej).

Zakres funkcjonalny stanowiska rozszerzono również o zestaw czterech sensorów kompatybilnych ze sterownikiem **Easy E4**: indukcyjny, szczelinowy, temperatury oraz natężenia światła (Rys. 13). W każdym z czujników zastosowano układy dopasowujące poziomy sygnałów do standardu wejść sterownika, co zapewnia ich poprawną współpracę zarówno w trybie binarnym, jak i analogowym. Obudowy sensorów oraz ich uchwyty wykonano w technologii druku 3D.

Rys. 13. Widok wykonanych sensorów oraz uchwytów montażowych umieszczonych na tylnej części obudowy stanowiska dydaktycznego.

Dodatkowo przygotowano moduły elementów wykonawczych w postaci wentylatorów (Rys. 14), które mogą być bezpośrednio dołączane do wyjść sterownika. Każdy wentylator umieszczono w specjalnie zaprojektowanej obudowie, która zabezpiecza dostęp do łopatek wirnika oraz zapewnia stabilne mocowanie modułu. Dzięki temu możliwe jest realizowanie ćwiczeń związanych z sygnałami sterującymi, w tym z modulacją PWM oraz regulacją prędkości obrotowej.



Rys. 14. Widok pojedynczego modułu wentylatora podłączonego do zacisków wyjściowych stanowiska (po lewej) oraz zestawu sześciu wykonanych modułów (po prawej).

3 Podłączanie i testowanie sensorów

Stanowisko dydaktyczne wyposażone jest w cztery sensory (Rys. 15) umieszczone w uchwytach z tyłu jego obudowy. Do wyboru dostępne są:

- sensor natężenia światła,
- sensor szczelinowy,
- sensor temperatury,
- sensor indukcyjny.

Rys. 15. Widok sensorów – po lewej z perspektywy użytkownika (od lewej: natężenia światła, szczelinowy, temperatury i indukcyjny), po prawej od tyłu obudowy.

Każdy z czujników wyposażony jest w trój-pinowy konektor, który pozwala na dołączenie ich do dwóch gniazd umieszczonych w sekcji wejść stanowiska (Rys. 16). Jednocześnie do stanowiska można podłączyć dwa sensory.

Rys. 16. Widok gniazd i wtyku sensora.

Metalowe osłony wtyków sensorowych posiadają gwintowane pierścienie, które pozwalają na dokręcenie wtyku do gniazda, co zaprezentowano na Rys. 17.

Rys. 17. Widok wtyku sensora – po lewej przed dokręceniem pierścienia zabezpieczającego, po prawej po dokręceniu pierścienia do gniazda.

Warunkiem korzystania z sensorów w stanowisku dydaktycznym jest ustawienie przełącznika sekcji wejść w pozycję prawą, co zaprezentowano na Rys. 18.

Rys. 18. Widok dołączonego do gniazda wtyku sensora i prawidłowego ustawienia przełącznika.

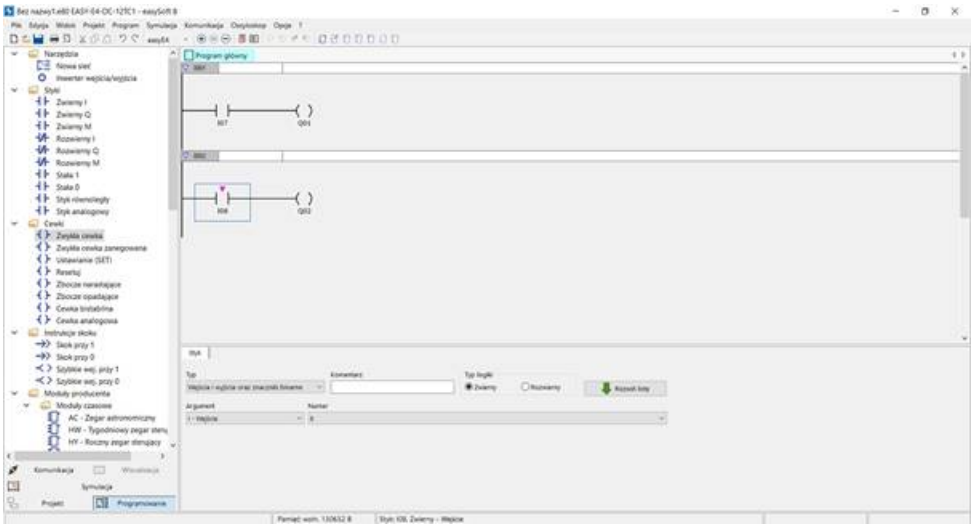
Dwa z dostępnych sensorów: indukcyjny oraz szczelinowy pracują w trybie binarnym. Do testowania działania sensora indukcyjnego można wykorzystać metalową obudowę jego konektora (Rys. 19) lub inny dostępny metalowy przedmiot – np. klucze. Sensor indukcyjny wyposażony jest w żółtą diodę, widoczną w otworze obudowy i sygnalizującą stan jego pracy – wykrycie obiektu włącza diodę.

Rys. 19. Testowanie czujnika indukcyjnego – wykrycie metalowego obiektu włącza diodę sensora i wystawia stan wysoki na wyjściu Q3 (zielony sygnalizator).

Z kolei optoelektroniczny czujnik szczelinowy działa w układzie rewersyjnym, co oznacza, że w warunkach normalnych propaguje stan niski (L), natomiast w przypadku przecięcia przez przeszkodę linii nadajnik–odbiornik, sensor propaguje stan wysoki (H). Sensor można testować, wykorzystując nieprzezroczysty przedmiot o małej grubości, np. kartkę papieru (Rys. 20).

Rys. 20. Testowanie czujnika szczelinowego – po prawej przecięcie wiązki światła w szczelinie sensora ustawia stan wysoki na wyjściu sterownika, po lewej wiązka światła niezaburzona.

Do testowania sensorów binarnych wystarczy użycie najprostszej struktury, w której stan wejścia zostanie przeniesiony do wyjścia. Należy pamiętać, że sensory można podłączyć do wejść I7 oraz I8, zatem adresy te powinny zostać wykorzystane w programie (Rys. 21). Z kolei wynik działania styku reprezentującego stan sensora można przenieść do dowolnego wyjścia modułu sterownika od Q1 do Q4. W przypadku wykorzystania sensora w układzie rewersyjnym można wykorzystać negację sygnału po stronie styku lub po stronie cewki.



Rys. 21. Przykładowa struktura programu do testowania sensorów binarnych.

Sensory natężenia światła oraz temperatury zaprezentowane na Rys. 22 są czujnikami analogowymi. Oznacza to, że w programie mogą być reprezentowane np. przez styk analogowy. Należy pamiętać, że w sterownikach E4 wejścia I5, I6, I7 oraz I8 mogą pracować, w zależności od wyboru, w trybie binarnym lub analogowym. W trybie analogowym wejście I5 przyjmuje adres IA1, I6 – IA2, I7 – IA3, natomiast I8 – IA4. Sensory możemy dołączać do wejść IA3 oraz IA4. Do wejść IA1 oraz IA2 dołączone na stałe są potencjometry.

Rys. 22. Widok sensorów analogowych oraz prawidłowego ustawienia przełączników sekcji wejściowej stanowiska.

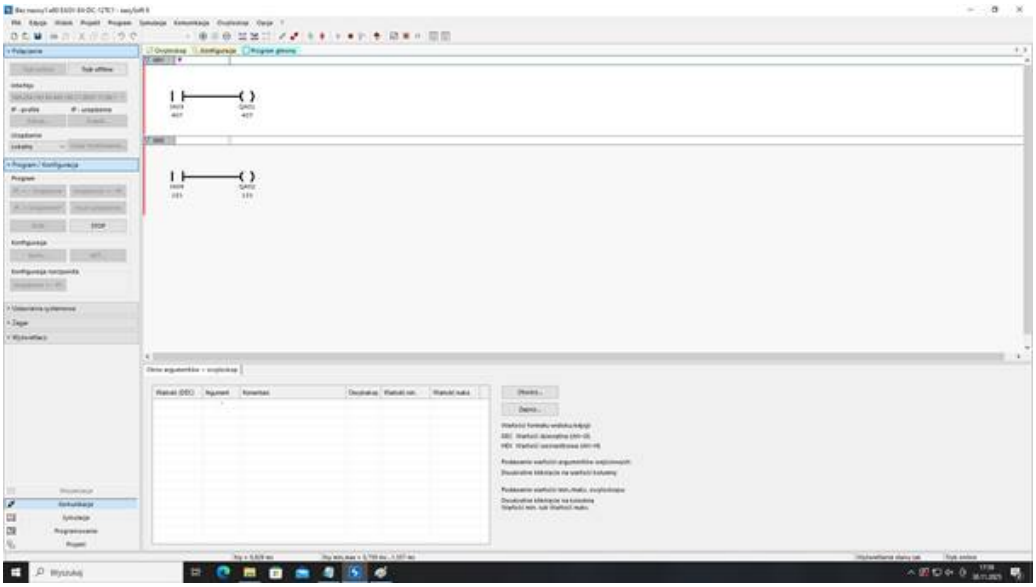
Do testowania działania sensora oświetlenia można wykorzystać źródło światła białego, np. z latarki smartfona. Natężenie oświetlenia można w takim wypadku regulować, zmieniając odległość źródła światła od okienka w obudowie sensora, co zaprezentowano na Rys. 23.

Rys. 23. Testowanie sensora natężenia oświetlenia.

Z kolei jako źródło ciepła dla sensora temperatury można wykorzystać np. rękę, co zaprezentowano na Rys. 24. W takim wypadku należy po skończonym ćwiczeniu oczyścić końcówkę sensora np. za pomocą alkoholu izopropylowego, który jest dostępny w laboratorium dydaktycznym.

Rys. 24. Przykładowe testowanie sensora temperatury.

Podstawowe testowanie działania sensorów analogowych również może być zrealizowane z wykorzystaniem najprostszych struktur, czyli przeniesienia stanu ze styku analogowego do cewki analogowej, która nie reprezentuje fizycznego wyjścia sterownika, a pozwala na monitorowanie bieżącej wartości przetworzonego sygnału. W przypadku sterowników E4 sygnały z wejść analogowych przetwarzane są z rozdzielczością 12 bitów. Zaprezentowane na Rys. 25 linie programu pozwalają na analizę sygnałów sensorowych, ale również sygnałów z potencjometrów. Należy pamiętać, że w programie potencjometry reprezentowane są przez adresy IA1 oraz IA2, natomiast sensory przez adresy IA3 oraz IA4.



Rys. 25. Przykładowy program do testowania sensorów analogowych.

4 Stanowiska mobilne

W ramach modernizacji infrastruktury laboratoryjnej opracowano mobilną wersję zestawu dydaktycznego wyposażonego w sterownik Easy E4 (Rys. 26). Stanowiska mobilne stanowią przenośne odpowiedniki konfiguracji stacjonarnych, zachowując ich pełną funkcjonalność w kompaktowej formie, ułatwiającej transport oraz organizację pracy w różnych przestrzeniach dydaktycznych.

Jednostki mobilne mogą pracować samodzielnie lub być łączone w struktury rozproszone wraz ze stanowiskami stacjonarnymi (Rys. 27). Takie podejście zwiększa elastyczność realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i umożliwia prowadzenie zajęć niezależnie od dostępnej infrastruktury. Dzięki temu stanowiska mobilne znajdują zastosowanie nie tylko w ramach zajęć akademickich, lecz także podczas warsztatów, prezentacji demonstracyjnych oraz szkoleń dotyczących systemów automatyki.

Rys. 26. Widok pojedynczego mobilnego stanowiska dydaktycznego oraz zestawu sześciu przygotowanych stanowisk.

Rys. 27. Po lewej stanowisko mobilne na tle stanowiska stacjonarnego, po prawej pojedyncze stanowisko mobilne ze sterownikiem Easy E4.

5 PBL w pracy z sensorami i sterownikiem Easy E4

Założenia metodyczne

Problem-Based Learning (PBL) w kontekście pracy ze sterownikiem Eaton Easy E4 stanowi podejście dydaktyczne, w którym student przyjmuje rolę projektanta systemów automatyki. Zamiast wykonywać z góry określone instrukcje, uczestnik zajęć analizuje problem techniczny, projektuje rozwiązanie, implementuje je oraz weryfikuje jego poprawność. Metoda ta rozwija zarówno umiejętności techniczne, jak i kompetencje analityczne oraz samodzielność myślenia inżynierskiego.

Cykl projektowy w metodzie PBL

Faza	Opis działania
Faza 1: Analiza problemu i identyfikacja wymagań	Student analizuje treść zadania, identyfikując cele funkcjonalne oraz ograniczenia techniczne. Celem jest określenie, co system ma osiągnąć. W tej fazie formułowane są pytania dotyczące rodzaju sygnałów wejściowych, typów wyjść oraz warunków logicznych sterowania.
Faza 2: Projektowanie koncepcyjne rozwiązania	Na podstawie analizy student tworzy koncepcję rozwiązania, przypisując zasoby stanowiska (wejścia I1–I8, IA1–IA4 oraz wyjścia Q1–Q4) do funkcji systemu. Tworzony jest algorytm działania oraz dokumentowane są decyzje projektowe.
Faza 3: Konfiguracja stanowiska	Student ustawia przełączniki trybów wejść (lewo – tryb binarny, prawo – tryb analogowy/sensory), podłącza sensory, zabezpiecza połączenia i nawiązuje komunikację ze sterownikiem za pomocą oprogramowania Easy Soft. Każdy krok konfiguracji powinien być weryfikowany przed przejściem do kolejnego etapu.
Faza 4: Implementacja programu	W środowisku Easy Soft student tworzy program sterowania, przypisując elementy fizyczne do odpowiednich adresów i realizując algorytm w oparciu o styki, cewki oraz bloki funkcyjne (np. timery, komparatory, liczniki).
Faza 5: Weryfikacja eksperymentalna	Po wgraniu programu do sterownika student przeprowadza testy działania systemu w różnych scenariuszach, w tym dla przypadków brzegowych. Dokumentowane są obserwacje oraz rozbieżności między działaniem oczekiwanym a rzeczywistym.
Faza 6: Diagnozowanie i optymalizacja	W razie nieprawidłowości student analizuje konfigurację sprzętu, adresację oraz logikę programu. Narzędzia monitorujące w Easy Soft wspierają diagnozę błędów. Po uzyskaniu poprawnego działania systemu rozważana jest optymalizacja lub rozszerzenie funkcjonalności.

Tabela 1: Etapy cyklu projektowego w metodzie Problem-Based Learning (PBL).

Typowe problemy projektowe

Problem podstawowy: System kontroli dostępu

Zaprojektować układ sterowania bramą, która otwiera się po spełnieniu dwóch warunków:

- wciśnięcia przycisku,
- wykrycia metalowej karty dostępu przez sensor indukcyjny.

Zadanie wymaga analizy i implementacji logiki koniunkcji (warunek *AND*) oraz właściwego doboru wejść binarnych.

Problem średni: Automatyczne sterowanie oświetleniem

Zaprojektować system, który:

- automatycznie włącza oświetlenie przy niskim poziomie natężenia światła,
- uwzględnia obecność osoby (np. detekcja ruchem),
- umożliwia ręczne wyłączenie oświetlenia niezależnie od warunków.

Zadanie wymaga przetwarzania sygnału analogowego, ustalenia wartości progowej oraz implementacji logiki wielowarunkowej, łączącej sygnały binarne i analogowe.

Problem zaawansowany: Wielotrybowa kontrola wentylacji

Zaprojektować układ sterowania wentylatorem z trzema trybami pracy wybieranymi potencjometrem:

- **tryb automatyczny** – wentylator włącza się po przekroczeniu progu temperatury,
- **tryb ciągły** – wentylator pracuje nieprzerwanie,
- **tryb wyłączony** – wentylator jest zawsze wyłączony.

Zadanie wymaga analizy zakresu sygnału analogowego, zaprojektowania komparatorów oraz zaimplementowania logiki wyboru trybu pracy.

Praca zespołowa

Realizacja projektów w zespołach 2–3 osobowych umożliwia przydzielenie ról:

- **architekt systemu** – odpowiedzialny za koncepcję i algorytm,
- **specjalista sprzętu** – odpowiedzialny za konfigurację stanowiska i połączenia,

- **programista** – odpowiedzialny za implementację w środowisku Easy Soft.

Role mogą rotować między ćwiczeniami, aby każdy uczestnik rozwijał pełne spektrum kompetencji. Istotna jest regularna komunikacja oraz wspólne podejmowanie kluczowych decyzji projektowych.

Dokumentacja projektu

Checklist: dokumentacja projektu w metodzie PBL

Dokumentacja powinna obejmować co najmniej:

- opis problemu własnymi słowami,
- analizę wymagań funkcjonalnych i ograniczeń,
- projekt koncepcyjny (algorytm, schemat funkcjonalny, przypisanie adresów),
- dokumentację implementacji (zrzuty ekranowe, opis struktury programu),
- protokół testów (scenariusze, wyniki, obserwacje),
- wnioski oraz propozycje usprawnień i rozszerzeń.

Ramka może być traktowana jako lista kontrolna podczas pracy nad projektem.

Ocena kompetencji

Kryteria oceny projektu PBL

Przykładowy podział wagowy:

- analiza problemu – 20%,
- projekt koncepcyjny – 20%,
- implementacja techniczna – 30%,
- kompletność i jakość dokumentacji – 15%,
- samodzielność i kreatywność – 15%.

Ważne jest nie tylko uzyskanie działającego rozwiązania, ale również zrozumienie procesu jego tworzenia oraz umiejętność uzasadnienia podjętych decyzji projektowych.

Wsparcie prowadzącego

Prowadzący pełni funkcję mentora, a nie dostarczyciela gotowych rozwiązań. Student powinien zgłaszać się z pytaniami po co najmniej 15 minutach samodzielnej analizy problemu, przedstawiając dotychczas podjęte kroki oraz napotkane trudności. Pytania powinny być możliwie konkretne.

Kompetencje rozwijane w metodzie PBL

Metoda PBL rozwija:

- kompetencje analityczne (dekompozycja problemu, identyfikacja wymagań),
- kompetencje projektowe (tworzenie rozwiązań od koncepcji do implementacji),
- kompetencje techniczne (konfiguracja sprzętu, programowanie),
- kompetencje diagnostyczne (identyfikacja i eliminacja błędów),
- kompetencje metapoznawcze (refleksja nad własnym procesem uczenia się).

Umiejętności te stanowią fundament przyszłej pracy inżyniera automatyka, który musi samodzielnie rozwiązywać nierutynowe problemy techniczne w zmiennych warunkach przemysłowych.

KARTA PRACY STUDENTA

Problem-Based Learning

Stanowisko laboratoryjne PLC z sterownikiem Eaton Easy E4

DANE IDENTYFIKACYJNE

Imię i nazwisko: .....

Numer grupy: ..... **Data:** .....

Skład zespołu (jeśli dotyczy):

1. .....
2. .....
3. .....

Numer problemu/zadania: .....

CZĘŚĆ I: ANALIZA PROBLEMU

1.1. Treść zadania

Przepisz lub wklej treść otrzymanego problemu technicznego:

1.2. Cele funkcjonalne systemu

Co system ma osiągnąć? Wypisz główne funkcje:

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

1.3. Identyfikacja wymagań

Sygnały wejściowe:

Typ sygnału	Źródło	Funkcja w systemie

Sygnały wyjściowe:

Wyjście	Urządzenie sterowane	Warunki aktywacji

Warunki logiczne:
Opisz główne zależności między wejściami a wyjściami:

CZĘŚĆ II: PROJEKT KONCEPCYJNY

2.1. Przypisanie zasobów stanowiska

Wejścia binarne:

Adres	Element fizyczny	Przełącznik	Funkcja
I1		L / Ś / P	
I2		L / Ś / P	
I3		L / Ś / P	
I4		L / Ś / P	
I5		L / Ś / P	
I6		L / Ś / P	
I7		L / Ś / P	
I8		L / Ś / P	

L – lewo (binarny), Ś – środek (odłączone), P – prawo (analogowy/sensory)

Wejścia analogowe (jeśli dotyczy):

Adres	Element fizyczny	Zakres	Funkcja
IA1		0–10V	
IA2		0–10V	
IA3		0–10V	
IA4		0–10V	

Wyjścia:

Adres	Urządzenie	Typ sygnału	Funkcja
Q1		binarny/PWM	
Q2		binarny/PWM	
Q3		binarny	
Q4		binarny	

2.2. Dobór sensorów (jeśli dotyczy)

Wybrany sensor 1:

☐ Indukcyjny
☐ Szczelinowy
☐ Natężenia światła
☐ Temperatury

Uzasadnienie wyboru:

Wybrany sensor 2:

☐ Indukcyjny
☐ Szczelinowy
☐ Natężenia światła
☐ Temperatury

Uzasadnienie wyboru:

2.3. Algorytm działania

Opisz słownie logikę sterowania (np. JEŚLI... TO... W PRZECIWNYM RAZIE...):

2.4. Schemat funkcjonalny

Narysuj uproszczony schemat układu (wejścia → logika → wyjścia):

[Miejsce na schemat]

CZĘŚĆ III: KONFIGURACJA STANOWISKA

3.1. Lista kontrolna przed uruchomieniem

- ☐ Sterownik włączony (dźwignia bezpiecznika w pozycji ON)
- ☐ Komunikacja z Easy Soft nawiązana
- ☐ Adres IP sterownika: .....
- ☐ Przełączniki trybu pracy ustawione zgodnie z tabelą w pkt. 2.1
- ☐ Sensory podłączone i zabezpieczone (pierścienie dokręcone)
- ☐ Diody sensorów sprawdzone (jeśli dotyczy)

3.2. Problemy przy konfiguracji

Opisz napotkane trudności i sposób ich rozwiązania:

CZĘŚĆ IV: IMPLEMENTACJA PROGRAMU

4.1. Struktura programu

Opisz główne elementy programu:

Użyte styki:

- Normalnie otwarte (NO): .....
- Normalnie zamknięte (NC): .....
- Analogowe: .....

Użyte cewki:

- Wyjściowe: .....
- Pomocnicze: .....
- Analogowe: .....

Użyte bloki funkcyjne (jeśli dotyczy):

☐ Timer
☐ Licznik
☐ Komparator
☐ Inne: .....

4.2. Zrzut programu

Wklej zrzut ekranu z Easy Soft lub narysuj schemat drabinkowy:

[Miejsce na zrzut programu lub schemat drabinkowy]

4.3. Kluczowe fragmenty – opis

Wyjaśnij działanie najważniejszych części programu:

Fragment 1:

Fragment 2:

☐ CZĘŚĆ V: TESTOWANIE I WERYFIKACJA

5.1. Scenariusze testowe

Nr	Warunki wejściowe	Oczekiwany rezultat	Rezultat rzeczywisty	Status
1				☐ OK ☐ błąd
2				☐ OK ☐ błąd
3				☐ OK ☐ błąd
4				☐ OK ☐ błąd
5				☐ OK ☐ błąd

5.2. Przypadki brzegowe

Opisz testowanie sytuacji nietypowych:

5.3. Pomiary (jeśli dotyczy)

Dla sygnałów analogowych – zapisz zmierzone wartości:

Warunek fizyczny	Wartość oczekiwana	Wartość zmierzona	Uwagi

☐ CZĘŚĆ VI: DIAGNOZOWANIE I OPTYMALIZACJA

6.1. Napotkane problemy

Problem 1:

Opis: .....

.....

Przyczyna:

.....

Rozwiązanie:

.....

Problem 2:

Opis: .....

.....

Przyczyna:

.....

Rozwiązanie:

.....

6.2. Użyte metody diagnostyczne

- ☐ Monitoring stanów w Easy Soft
- ☐ Sprawdzenie konfiguracji przełączników
- ☐ Weryfikacja adresacji
- ☐ Test izolowanych elementów
- ☐ Konsultacja z dokumentacją
- ☐ Konsultacja z prowadzącym
- ☐ Inne: .....

6.3. Propozycje optymalizacji

Jak można ulepszyć rozwiązanie?

CZĘŚĆ VII: WNIOSKI I REFLEKSJA

7.1. Osiągnięte cele

- ☐ System działa zgodnie z założeniami
- ☐ System działa częściowo (opisz ograniczenia):
- ☐ System nie działa (opisz przyczynę):

7.2. Najtrudniejsze aspekty projektu

Co sprawiło największe trudności?

7.3. Nabyte umiejętności

Co nowego nauczyłeś/-aś się podczas realizacji zadania?

7.4. Ocena pracy zespołowej (jeśli dotyczy)

Jak przebiegała współpraca? Podział zadań?

7.5. Pytania i wątpliwości

Co nadal wymaga wyjaśnienia?

ZAŁĄCZNIKI

- ☐ Zrzuty ekranu z programu Easy Soft
- ☐ Zdjęcia konfiguracji stanowiska
- ☐ Wydruk programu ze sterownika
- ☐ Dodatkowe schematy i rysunki
- ☐ Inne: .....

Data oddania: ..... **Podpis studenta:** .....

CZĘŚĆ VIII: OCENA PROWADZĄCEGO

Kryteria oceny

Kryterium	Punkty max	Punkty	Uwagi
Analiza problemu i identyfikacja wymagań	20		
Jakość projektu koncepcyjnego	20		
Poprawność implementacji technicznej	30		
Kompletność dokumentacji	15		
Samodzielność i kreatywność	15		
SUMA	**100**		

Komentarz prowadzącego:

Ocena końcowa: ..... **Podpis:** .....

7 Efekty uczenia się

Wiedza (W)

W1. Zna budowę i strukturę stanowiska dydaktycznego ze sterownikiem PLC **Eaton Easy E4**, w tym funkcję zadajników, przełączników trybu pracy wejść, potencjometrów, gniazd sensorów, zacisków wyjściowych oraz wyjść BNC.

W2. Rozumie zasady działania sterownika **E4-DC-12TC1**, w szczególności różnicę między wejściami binarnymi i analogowymi oraz sposób adresacji wejść i wyjść (I, IA, Q).

W3. Zna podstawy konfiguracji komunikacji sterownika z oprogramowaniem **Easy Soft**, w tym konfigurację interfejsów sieciowych, nadawanie adresu IP oraz procedurę nawiązywania połączenia.

W4. Ma wiedzę na temat zasady działania oraz przeznaczenia dostępnych sensorów: indukcyjnego, szczelinowego, czujnika natężenia światła oraz czujnika temperatury.

W5. Rozumie sposób przetwarzania sygnałów analogowych (przetwornik A/C, rozdzielczość 12 bitów) oraz ich reprezentację w postaci adresów IA1–IA4 w programie sterownika.

W6. Zna zasady definiowania problemu technicznego w układach automatyki oraz etapy projektowania rozwiązania: analizę zasobów stanowiska, identyfikację wymagań, dobór sensorów i aktuatorów, określanie warunków logicznych sterowania oraz kryteriów weryfikacji poprawności działania układu.

Umiejętności (U)

U1. Potrafi poprawnie skonfigurować stanowisko dydaktyczne: uruchomić i wyłączyć sterownik, sprawdzić zasilanie oraz nawiązać komunikację ze sterownikiem w środowisku Easy Soft.

U2. Umie przypisać odpowiedni tryb pracy wejść (binarny/analogowy/odłączony) z wykorzystaniem przełączników oraz świadomie dobrać konfigurację do używanego sensora lub potencjometru.

U3. Potrafi prawidłowo podłączyć sensory binarne i analogowe, zabezpieczyć złącza (pierścienie gwintowane) oraz ocenić poprawność działania na podstawie sygnalizacji (diody, stany logiczne).

U4. Umie zaprojektować i uruchomić w Easy Soft proste struktury logiczne do testowania sensorów binarnych (np. przeniesienie stanu wejścia I7/I8 na wyjście Q lub cewkę wirtualną, negacja sygnału).

U5. Potrafi zbudować i zastosować struktury programowe do monitorowania sygnałów analogowych (styk analogowy $\rightarrow$ cewka analogowa), zarówno z potencjometrów (IA1, IA2), jak i sensorów (IA3, IA4).

U6. Umie interpretować odczyty z wejść analogowych (zmiana natężenia światła, nagrzewanie czujnika temperatury) oraz powiązać obserwowane zmiany fizyczne z odpowiadającymi im zmianami sygnału w programie.

U7. Potrafi diagnozować typowe problemy stanowiska (brak reakcji sensora, błędna konfiguracja wejścia, zły adres I/IA/Q, brak komunikacji z PLC) oraz proponować działania korygujące.

U8. Potrafi — mając określone komponenty stanowiska — zidentyfikować problem techniczny i opracować scenariusz działania układu sterowania, obejmujący dobór wejść/wyjść, konfigurację trybów pracy, zaprojektowanie logiki w Easy Soft oraz weryfikację działania na rzeczywistym stanowisku.

Kompetencje społeczne (K)

K1. Pracuje odpowiedzialnie ze sprzętem automatyki, przestrzegając zasad bezpieczeństwa (praca z zasilaniem 24 V DC, właściwe obchodzenie się z sensorami i przewodami).

K2. Potrafi współdziałać w zespole przy konfiguracji stanowiska, podłączaniu sensorów i testowaniu programów, dzieląc się zadaniami i wynikami obserwacji.

K3. Wykazuje gotowość do samodzielnego doskonalenia umiejętności w zakresie programowania sterowników PLC, konfiguracji systemów wejść/wyjść oraz interpretacji sygnałów czujnikowych.

K4. Jest gotów/a przyjmować odpowiedzialność za planowanie i realizację rozwiązania problemowego, analizę skutków decyzji technicznych, współpracę z zespołem oraz ocenę efektywności i ograniczeń układu sterowania.

K5. Potrafi świadomie korzystać z wiedzy i doświadczenia innych osób — konsultować rozwiązania z ekspertami, prowadzącymi i bardziej zaawansowanymi użytkownikami PLC — oraz uwzględniać otrzymane uwagi w doskonaleniu projektu.

UNIWERSYTET ŚLĄSKI
WYDZIAŁ NAUK ŚCISŁYCH I TECHNICZNYCH

MatMechBio

Projekt MatMechBio – Innowacyjne Nauczanie Problemowe i Technologie dla Poprawy Jakości Kształcenia w obszarze GZM został dofinansowany przez Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolię w ramach Programu „Metropolitalny Fundusz Wspierania Nauki".

Górnośląsko
-Zagłębiowska
Metropolia