



Politechnika Lubelska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Katedra Urządzeń Elektrycznych i TWN
20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38A
www.kueitwn.pollub.pl

Laboratorium Aparatury Łączeniowej

Ćwiczenie nr 3

Układy sterowania z wykorzystaniem przełączników swobodnie programowalnych

Poziom zaawansowany

Lublin 2013

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia laboratoryjnego jest zapoznanie się z zasadami programowania przekaźników swobodnie programowalnych na przykładzie przekaźnika easy 822 DC-TC z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego easySoft na poziomie rozszerzonym.

2. Elementy wykorzystywane w programowaniu

W podrozdziale zostały przedstawione podstawowe elementy wykorzystywane w procesie programowania wraz z ich charakterystycznymi właściwościami i możliwościami parametryzacji. w zależności od modelu przekaźnika i dodatkowego wyposażenia, różne elementy schematu programu mogą być dostępne lub niedostępne dla użytkownika. Schematy blokowe modułów prezentujące ich strukturę pochodzą z programu easySoft 6.

I – Wejście urządzenia podstawowego





Styki wejściowe od I1 do I12 odpowiadają za odczytywanie stanów sygnałów na zaciskach wejściowych przekaźnika. Styk I13 ma zawsze stan 0. Styk I14 sygnalizuje stan modułu rozszerzeń (0 – działa prawidłowo, 1 – nieprawidłowo lub brak modułu). Styki I15/I16 odpowiadają za sygnalizację zwarcia lub przeciążenie (zbiorczy sygnał błędu) na wyjściu przekaźnika (0 – brak błędu, 1 – błąd). Możliwa edycja parametrów – styk zwierny/rozwierny, wybór numeru styku.

R – Wejście modułu rozszerzeń

Styki wejściowe od R1 do R12 odpowiadają za odczytywanie stanów sygnałów wejściowych na dodatkowych zaciskach wejściowych modułu rozszerzeń. Styki R15/R16 odpowiadają za sygnalizację zwarcia lub przeciążenie na wyjściu modułu rozszerzeń cyfrowych. w rozszerzeniach analogowych za sygnalizację błędów odpowiadają styki od R13 do R16. Możliwa edycja parametrów jak dla wejść I.

Q – Wyjście urządzenia podstawowego

Cewki Q odpowiadają za stan wyjść przekaźnika. Różne typy przekaźników posiadają 4, 6 lub 8 zacisków wyjściowych. w zależności od wyboru funkcji cewki ma ona inne właściwości (rys. 2.1). Istnieje możliwość przetworzenia w schemacie programu aktualnego stanu wyjścia na styk logiczny również o symbolu Q.

Wyświetlanie schematu programu	Funkcja cewki
	Zwykła cewka
	Cewka bistabilna
S	Ustawianie
R	Kasowanie
	Cewka zwykła zanegowana
	Impuls o dł. cyklu przy narastającym zboczu
	Impuls o dł. cyklu przy opadającym zboczu

Rys. 2.1. Funkcje cewek wraz z ich schematami w programach

Charakterystyka pracy cewki przy różnych realizowanych funkcjach:

Zwykła cewka – Sygnał wyjściowy nadąża bezpośrednio za sygnałem wejściowym. Praca w charakterze stycznika.

Cewka bistabilna – Przełączanie stanu styków cewki przy każdej zmianie sygnału wejściowego z 0 na 1. Praca w charakterze przerywacza bistabilnego.

Ustawianie/Kasowanie – Cewki o funkcjach „Ustawianie i „Kasowanie” zazwyczaj stosowane są parami. Gdy cewka „Ustawianie” zostanie pobudzona, przekaźnik przyciąga i pozostaje w tym stanie, dopóki nie zostanie zwolniony pobudzeniem cewki „Kasowanie”.

Cewka zwykła zanegowana – Realizuje funkcję logiczną NOT. Sygnał wyjściowy nadąża odwrócony za sygnałem wejściowym. Praca w charakterze stycznika o zestykach przeciwnych.

Impuls o długim cyklu przy narastającym zboczu – Cewka łączy tylko przy narastającym zboczu. Przejście stanu cewki z 0 na 1 powoduje przełączenie jej styków zwiernych na 1 na czas jednego cyklu programu.

Impuls o długim cyklu przy opadającym zboczu – Cewka łączy tylko przy opadającym zboczu. Przejście stanu cewki z 1 na 0 powoduje przełączenie jej styków zwiernych na 1 na czas jednego cyklu programu.

S – Wyjście modułu rozszerzeń

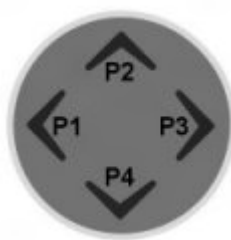
Cewki S odpowiadają za stan wyjść modułu rozszerzeń. Rozszerzenia cyfrowe posiadają maksymalnie 8 wyjść, rozszerzenia analogowe posiadają 2 wyjścia cyfrowe. Cewki S posiadają funkcje analogiczne jak cewki Q włącznie z przetwarzaniem na styk logiczny o symbolu S. Dodatkowo mogą one pełnić funkcję znaczników pomocniczych, gdy moduł rozszerzeń nie jest podłączony lub nie posiada maksymalnej liczby wyjść.

M – Znacznik

Nazywane również przekaźnikami pomocniczymi, używane są do zapisu stanów logicznych. Znacznik można wykorzystywać jako styk albo cewkę z różnymi jej funkcjami. Przekaźnik easy800 umożliwia wykorzystanie 96 znaczników.

P – Przycisk

Pracujące w trybie połączonych na stałe wejść przyciski funkcyjne przekaźnika umieszczone na jego panelu czołowym. Przekaźnik easy800 umożliwia wykorzystanie czterech przycisków kursora jako styków P1-P4 z przypisaniem widocznym na rys. 2.2.



Rys. 2.2. Przypisanie numerów przycisków P do przycisków kursora.

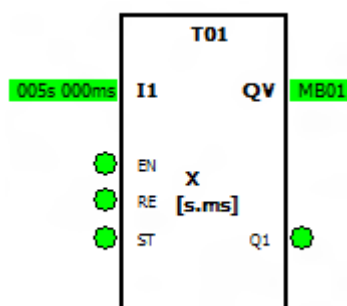
: – Skok

Funkcja skok stosowana jest w celu ominięcia danego fragmentu programu przy spełnieniu określonych warunków. Skok występuje pod postacią cewki i styku. Stan 1 na cewce skoku (znacznik odskoku) powoduje przeskok do przypisanego jej styku – celu skoku. Fragment programu pomiędzy cewką a stykiem skoku nie jest wykonywany. Skoki możliwe są tylko do przodu programu. Nieobecność styku dla cewki skoku powoduje przeskok do końca programu. Użytkownik ma do dyspozycji po 32 styki i cewki skoku.

T – Przekaźnik czasowy

Przekaźnik czasowy realizuje zwłokę pomiędzy przełączeniami oraz zmianę momentu włączenia i wyłączenia styku przełączającego. Możliwe zwłoki czasowe

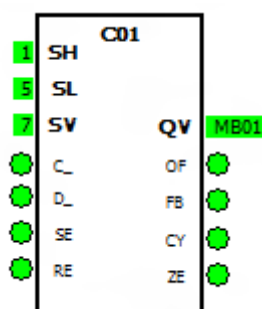
wynoszą od 5 ms do 99 h 59 min. Przełącznik czasowy uruchamiany jest za pośrednictwem cewki wyzwalającej T..EN. Cewka resetująca T..RE odpowiada za resetowanie przełącznika. Za pomocą cewki T..ST możliwe jest zatrzymanie odliczania czasu. Wejście I1 odpowiada za ustawioną wartość czasu. Wyjście Q1 oznacza styk przełącznika czasowego, wyjście QV odmierza aktualny czas w trybie pracy. Przełącznik czasowy posiada wiele możliwych stanów pracy ustawianych wraz ze zwłoką czasową w parametrach przełącznika. Do dyspozycji są 32 przełączniki czasowe T01-T32.



Rys. 2.3. Schemat blokowy przełącznika czasowego T01

C – Moduł licznika

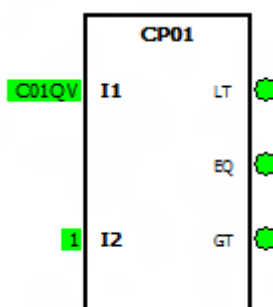
Licznik odpowiada za zliczanie sygnałów przy każdym narastającym zboczu na wejściu cewki zliczającej C_. Cewka D_ odpowiada za zadawanie kierunku zliczania – stan 0 zliczanie w górę, stan 1 zliczanie w dół. Cewka SE służy do przypisania licznikowi wartości początkowej, cewka RE ustawia wartość bieżącą na zero. Wejścia modułu SH i SL odpowiadają odpowiednio za górną i dolną wartość progową licznika, wejście SV ustawia wartość początkową. Wartości te definiowane są przez użytkownika. Licznik posiada wyjście modułu QV podające wartość aktualną licznika oraz cztery wyjścia binarne – OF (przepełnienie – wartość wyższa od górnej wartości progowej), FB (spadek poniżej – wartość niższa od dolnej wartości progowej), CY (przeniesienie – przekroczony zakres wartości) oraz ZE (zero – stan licznika QV równy 0). Wyjścia binarne odpowiadają stykom przełącznika. Do dyspozycji są 32 liczniki C01-C32 liczące w górę i w dół.



Rys. 2.4. Schemat blokowy licznika C01

CP – Komparator

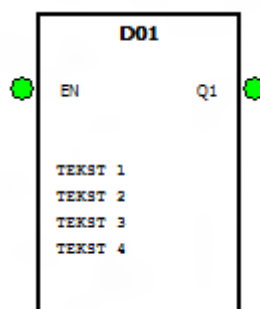
Komparator jest modulem funkcyjnym umożliwiającym wzajemne porównywanie zmiennych i stałych. Moduł posiada dwa wejścia wartości porównywanych I1 i I2 i umożliwia porównanie czy wartości I1 jest większa, równa albo mniejsza od wartości I2. Na wejścia komparatora można podać zarówno sygnały z innych modułów jak i przypisać im stałą wartość. Wyjście binarne LT ma wartość 1, gdy I1 jest mniejsze od I2. Wyjście EQ ma wartość 1, gdy wartości są równe. Wyjście GT osiąga wartość 1 w przypadku, gdy I1 jest większe od I2. Do dyspozycji użytkownika są 32 moduły komparatora CP01-CP32.



Rys. 2.5. Schemat blokowy komparatora CP01

D – Znacznik tekstowy

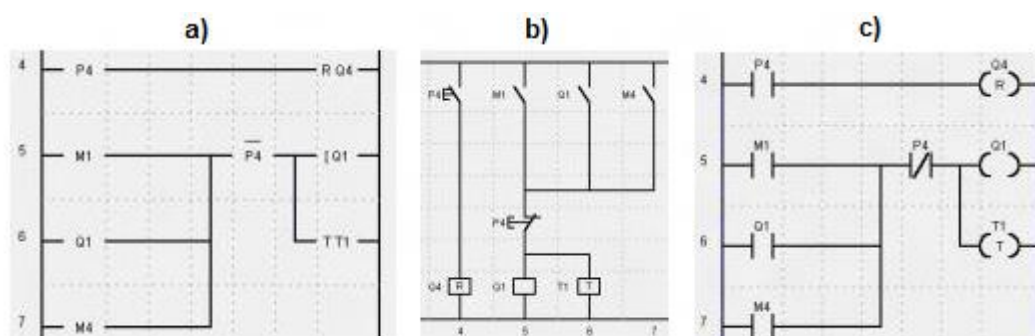
Umożliwia wyświetlanie tekstu na wyświetlaczu przekaźnika. Tekst może być zdefiniowany przez użytkownika (wyświetlanie stałych) lub pochodzić z innego modułu (wyświetlanie zmiennych). Wyświetlanie linii odbywa się przy stanie 1 wejścia cewki EN. Po 4 sekundach od pojawienia się na wejściu stanu 0 wyświetlany tekst znika. Styk Q1 wykazuje aktywność modułu tekstowego. Easy800 oferuje wyświetlanie na 4 wierszach wyświetlacza przekaźnika. Do dyspozycji są 32 moduły znacznika tekstowego D01-D32.



Rys. 2.6. Schemat blokowy znacznika tekstowego D01

3. Programowanie z użyciem programu easySoft

Aplikacją umożliwiającą programowanie przekaźnika easy800 na komputerze PC jest program easySoft firmy Moeller Electric. Ten sposób programowania jest możliwy we wszystkich przekaźnikach posiadających odpowiednie złącze do współpracy z komputerem, zarówno tych z panelem czołowym, jak i bez niego. Program umożliwia tworzenie aplikacji dla całej serii przekaźników easy oraz wyświetlaczy wielofunkcyjnych MFD-Titan. EasySoft jest oprogramowaniem działającym w środowisku systemu operacyjnego Microsoft Windows. Aplikacja ma za zadanie umożliwienie użytkownikowi przygotowanie programu dla przekaźnika. EasySoft posiada wbudowany symulator umożliwiający przeprowadzenie testów działania utworzonych programów bezpośrednio na komputerze PC. Zarówno do samego programowania, jak i wykonania testu działania niezbędne jest połączenie komputera z przekaźnikiem. Taką konieczność wprowadza dopiero wysłanie programu do aparatu. Przekaznik jest łączony z komputerem za pośrednictwem specjalnego złącza do programowania. Edytor graficzny ukazuje schemat połączeń w jednym z trzech formatów – easy, IEC, ANSI. Czytelne menu oraz wybór wg zasady „chwyć i opuść” czyni tworzenie schematów połączeń wyjątkowo prostym. Format easy jest trybem wizualizacji charakterystycznym dla urządzenia, format IEC jest formatem zgodnym z normami międzynarodowymi IEC z wyświetlaniem symboli styków i cewek, natomiast format ANSI jest zgodny ze standardem American National Standards Institute. Wybór formatu nie wpływa na możliwości pracy z programem. Różnice pomiędzy sposobami wyświetlania w różnych formatach zostały przedstawione na rys. 3.1.



Rys. 3.1. Formaty wyświetlania schematu w programie easySoft

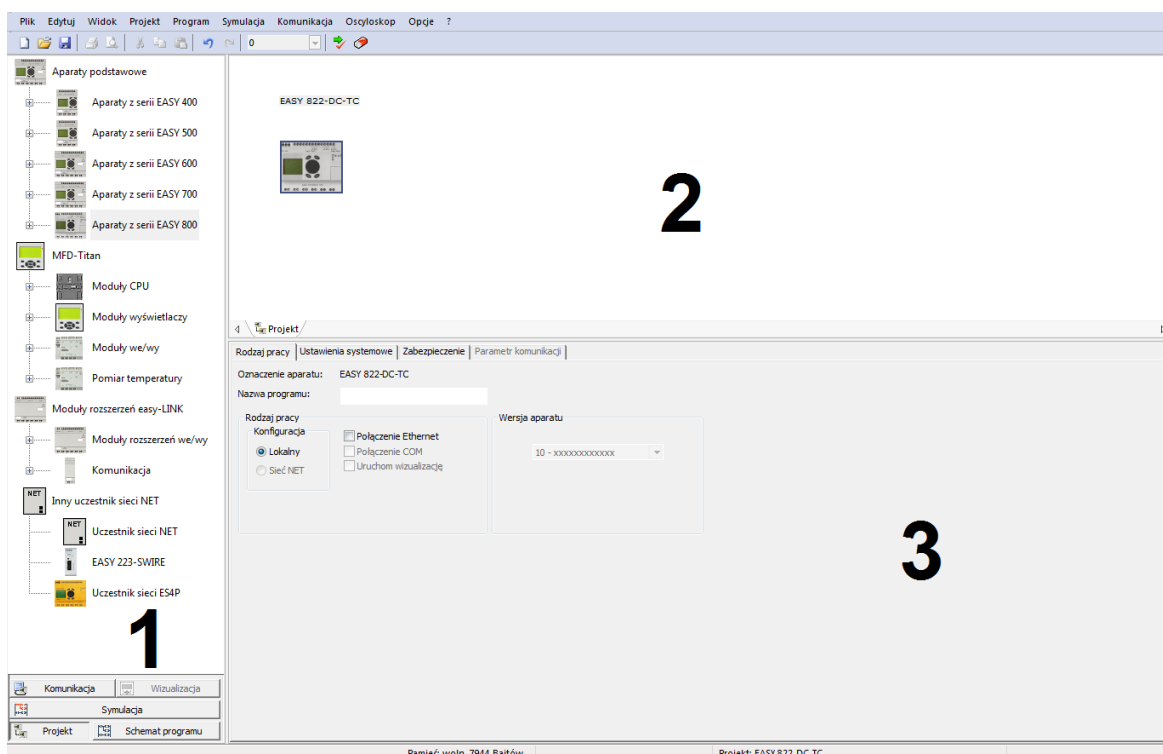
a) format easy b) format IEC c) format ANSI

Proces programowania w easySoft składa się z następujących etapów:

- Utworzenie projektu
- Wprowadzanie schematu
- Symulacja działania programu
- Przesłanie programu do przekaźnika

3.1. Utworzenie projektu

Utworzenie za pomocą oprogramowania narzędziowego programu (schematu drabinkowego) dla przekaźnika musi być poprzedzone utworzeniem projektu oraz wyborem odpowiednich do niego urządzeń. Projekt jest to połączenie urządzenia, parametrów złączy, programu oraz - o ile stosowany jest moduł wizualizacji - odpowiedniej aplikacji do wizualizacji wraz z jej maskami. EasySoft jest standardowo uruchamiany w widoku projektu, który umożliwia wykonanie niezbędnych do utworzenia projektu czynności. Widok projektu jest również dostępny w każdej chwili pracy z programem easySoft za pomocą zakładki *Projekt* w dolnej części okna narzędzi, punktu menu *Widok/Projekt* albo skrótu klawiszowego *Ctrl+1*. Rys. 3.2 przedstawia program w widoku projektu wraz z podziałem na następujące sekcje: okno narzędzi (1), obszar roboczy (2) oraz okno właściwości (3).



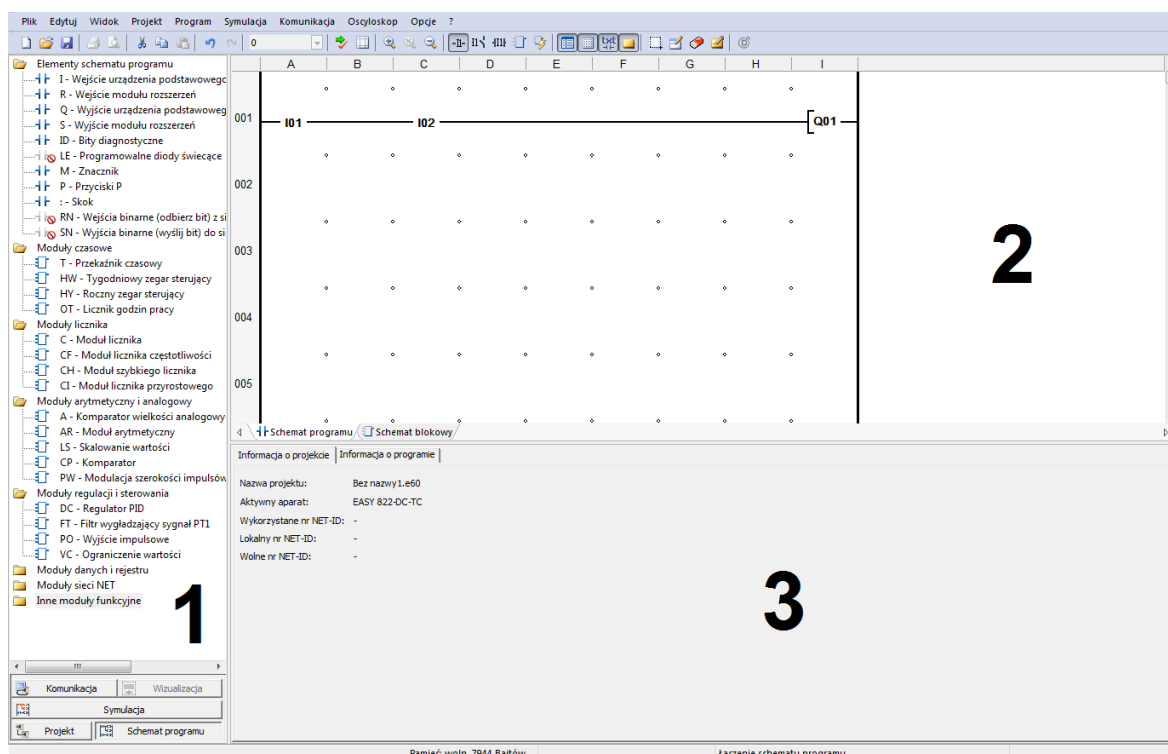
Rys. 3.2. Widok projektu

W oknie narzędzi (1) wyświetlone są wszystkie przekaźniki i moduły wizualizacji, jakie są możliwe do wykorzystania w projekcie. Wybór urządzenia odbywa się za pomocą funkcji przeciągnij i upuść (ang. Drag & Drop) – z okna narzędzi do obszaru roboczego (3). w obszarze roboczym wyświetlane są wszystkie wybrane do projektu aparaty. Urządzenia w oknie narzędzi posegregowane są w następujące grupy: aparaty podstawowe (zawierające aparaty z serii easy 500, 700 i 800), MFD-Titan (moduły CPU, moduły wyświetlaczy, moduły we/wy, pomiar temperatury), moduły rozszerzeń easy-Link (moduły rozszerzeń we/wy, komunikacja) oraz inny uczestnik sieci NET (uczestnik sieci, EASY 223-SWIRE, uczestnik sieci ES4P). Przełączniki programowalne obecne są w grupie aparaty podstawowe. w celu wyboru konkretnego urządzenia należy rozwinąć listę przekaźników danej serii za pomocą przycisku „+” umieszczonego przy jej nazwie. Kliknięcie aparatu spowoduje pojawienie się w oknie właściwości (3) jego danych technicznych, takich jak liczba wejść i wyjść, liczba znaczników, przekaźników czasowych i licznikowych. Zebranie podstawowych informacji o urządzeniu w jednym oknie umożliwia precyzyjny dobór aparatu do konkretnego procesu sterowania. Dokładny numer urządzenia można odczytać z jego obudowy. w przypadku badanego przekaźnika jest to EASY 822-DC-TC, w konsekwencji czego taki też aparat został wybrany do projektu. Po dokonaniu wyboru aparatu i przeciągnięciu go do obszaru roboczego pojawia

się okno wyboru numeru wersji aparatu. Od wybranej wersji zależy liczba komponentów możliwych do wykorzystania przy programowaniu – im starsza wersja (niższy numer) tym mniej komponentów jest udostępnionych użytkownikowi. Wybrany numer wersji musi być zgodny z numerem wersji używanego urządzenia. Po wybraniu wersji wybrany przekaźnik umieszczany jest w obszarze roboczym. Po kliknięciu aparatu lewym klawiszem myszy w oknie właściwości wyświetlają się zakładki parametryzacji urządzenia. Za ich pośrednictwem istnieje możliwość ustalenia rodzaju pracy przekaźnika, ustawień systemowych (takich jak aktywność przycisków czy obecność zwłoki czasowej) oraz zabezpieczeń (ustawienie hasła zabezpieczającego przed zmianami parametrów czy usunięcie programu przez inne osoby). Przy wyborze do projektu więcej niż jednego przekaźnika uaktywnia się zakładka parametr komunikacji, umożliwiająca ustawienie właściwości łączności pomiędzy przekaźnikami.

3.2. Wprowadzanie schematu programu

Wprowadzenie schematu programu będącego właściwym programowaniem przekaźnika realizuje się w widoku schematu programu easySoft. Realizowany jest tu wybór i łączenie wszystkich elementów schematu drabinkowego programu. Widok ten aktywuje się zakładką *Schemat Programu* w dolnej części okna narzędzi, punktu menu Widok/Program albo skrótu klawiszowego Ctrl+2. Przejście do widoku schematu możliwe jest tylko po uprzednim wyborze aparatu w widoku projektu w sposób opisany w poprzednim podrozdziale. Analogicznie jak widok projektu, widok schematu programu podzielony jest na trzy następujące sekcje: okno narzędzi (1), schemat ideowy (2) i pole właściwości (3). Struktura widoku schematu projektu przedstawiona jest na rys. 3.3.




Rys. 3.3. Widok schematu programu

Okno narzędzi (1) widoku schematu programu zawiera posegregowane w grupy wszystkie elementy możliwe do wykorzystania podczas programowania przekaźnika easy, takich jak wejścia, wyjścia i moduły funkcyjne. w celu zachowania przejrzystości okna narzędzi elementy zostały podzielone w następujące grupy:


- elementy schematu programu (elementarne wejścia i wyjścia, znaczniki i przyciski)
- moduły czasowe (przekaźniki czasowe i zegary sterujące)
- moduły licznika
- moduły arytmetyczny i analogowy
- moduły regulacji i sterowania
- moduły danych i rejestru
- moduły sieci NET
- inne moduły funkcyjne


Wybieranie odpowiednich elementów do schematu odbywa się zgodnie z zasadą przeciągnij i upuść – z okna narzędzi do schematu ideowego (2). Schemat ideowy będący oknem roboczym widoku schematu złożony jest z pól oznaczonych literami (kolumny) i cyframi (wiersze). Realizowany jest w nim wybór położenia elementów, a także tworzenie połączeń pomiędzy nimi. Każdy wiersz schematu, będący odzwierciedleniem jednej linii programu, składa się z pól styków, pól połączeń oraz z jednego pola cewki.


Widok standardowy  – przywraca wyświetlanie obszaru roboczego w standardowym rozmiarze

Zmniejsz widok  – zmniejsza widok obszaru roboczego


Aparat  – tryb wizualizacji charakterystyczny dla przekaźnika easy


DIN IEC  – tryb wizualizacji zgodny z normą IEC

ANSI/CSA  – tryb wizualizacji zgodny z ANSI


Schemat blokowy  – realizuje przełączanie pomiędzy schematem blokowym a schematem programu. Widok schematu blokowego daje użytkownikowi możliwość przeglądu wszystkich użytych w programie modułów funkcyjnych wraz z miejscem użycia ich wejść i wyjść.

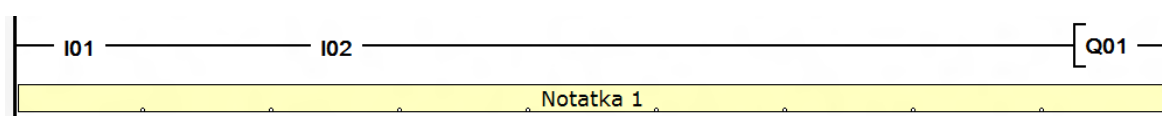
Optymalizacja schematu blokowego  – odpowiada za usunięcie ze schematu blokowego nieużywanych modułów funkcyjnych

Narzędzia  – pokazuje lub ukrywa okno narzędzi


Siatka  – wyświetla lub ukrywa siatkę pomocniczą zaznaczającą położenie pól składowych schematu


Komentarze  – wyświetla lub ukrywa komentarze do elementów programu

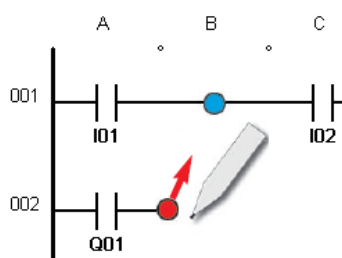
Notatki  – wyświetla lub ukrywa obecne w schemacie programu jednowersowe notatki. Notatki wyświetlane są tylko w programie easySoft, nie są wysyłane do przekaźnika, przydają się przy opisywaniu poszczególnych etapów pracy programu. Pole notatki wyróżnione jest żółtym kolorem. Przykładowa notatka widoczna jest na rys. 3.5.




Rys. 3.5. Notatka w programie easySoft


Wybierz obszar  – zaznacza elementy programu do ich usunięcia lub skopiowania


Rysuj połączenia  – tworzy połączenia symbolizujące elektryczny kontakt pomiędzy zaciskami styków a cewkami. Połączenia tworzy się w polach połączeń, każde skrzyżowanie linii oznacza ich połączenie elektryczne. Elementy umieszczone w jednej linii są łączone automatycznie przez oprogramowanie. Zasada tworzenia połączeń przedstawiona została na rys. 3.6.



Rys. 3.6. Zasada rysowania połączeń

Gumka  – kasuje elementy programu oraz połączenia

Wprowadź notatkę  – wprowadza pole notatki do obszaru roboczego. Notatka wprowadzana jest poprzez kliknięcie lewym klawiszem myszy na wierszu, w którym ma zostać umiejscowiona.

Widok SWD  – otwiera widok konfiguracji sieci SWD. Opcja możliwa do realizacji tylko przy wykorzystaniu bramek easy SWD.

3.3. Konfiguracja modułów funkcyjnych

Konfiguracja przekaźnika czasowego T

Jednym z najczęściej wykorzystywanych modułów funkcyjnych jest przekaźnik czasowy. Jego konfiguracja jest bardzo prosta.

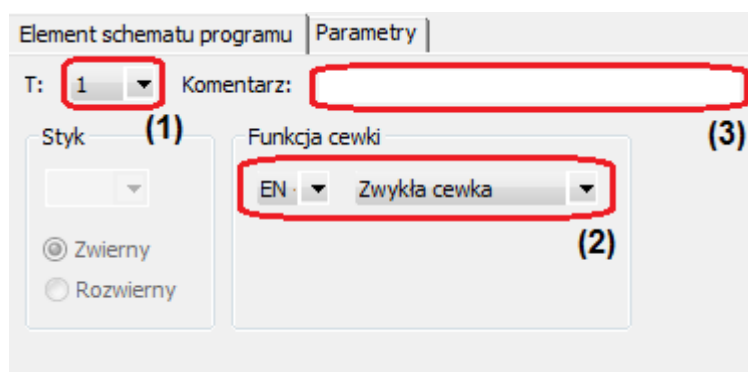
Na początek, w oknie narzędzi easySoft należy zlokalizować grupę MODUŁY CZASOWE i wybrać z niej przekaźnik czasowy T. Następnie należy umieścić go na schemacie programu w polu cewek (ostatnia kolumna schematu ideowego). Będzie to sygnał startowy (cewka) przekaźnika. Sam przekaźnik można podejrzeć po wyborze zakładki SCHEMAT BLOKOWY u dołu schematu.

Pole właściwości (na dole ekranu) pozwala na prostą edycję parametrów przekaźnika. Znajdują się tam zakładki ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU i PARAMETRY.

Z poziomu pierwszej z nich (rys. 3.7.) można wybrać numer przekaźnika czasowego (1). Aparat easy822-DC-TC posiada aż 32 moduły tego typu, dzięki czemu istnieje możliwość ich wielokrotnego wykorzystania w programie.

Cewce trzeba przypisać określoną funkcję (2). Definiuje ona m.in. rodzaj cewki (zwykła, bistabilna, SET, RESET, itd.) oraz sposób w jaki oddziałuje ona na cały moduł funkcyjny.

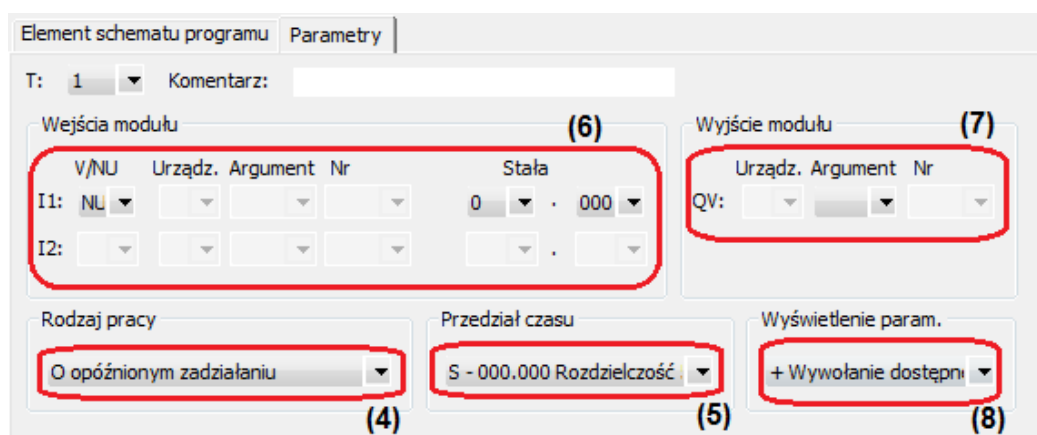
Dla ułatwienia w czytaniu schematu, można dodać własny komentarz (3).



Rys. 3.7. Zakładka ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU dla cewki przekaźnika czasowego

Zakładka PARAMETRY (rys. 3.8.) pozwala na wybór rodzaju pracy przekaźnika czasowego (4). Można wybierać spośród kilku możliwości i tworzyć układy działające w różnych reżimach czasowych. Możliwe konfiguracje to m.in. (rys. 3.9.):

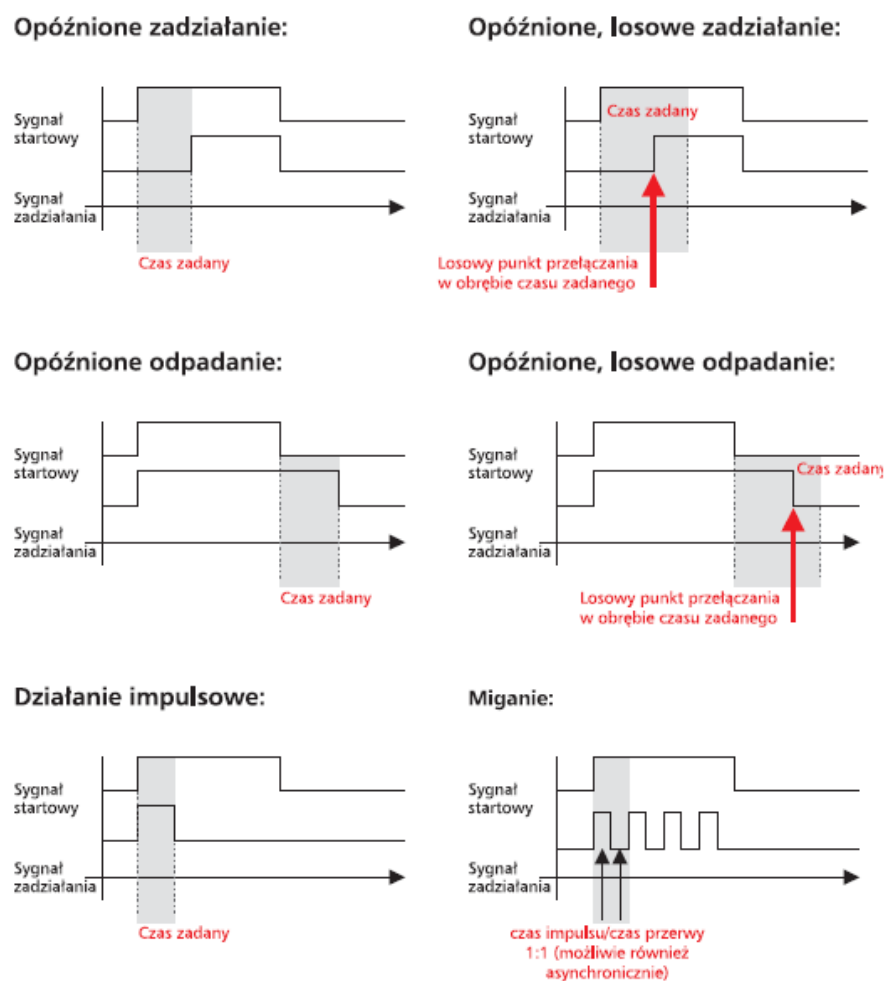
- opóźnione zadziałanie
- opóźnione, losowe zadziałanie
- opóźnione odpadanie
- opóźnione, losowe odpadanie
- działanie impulsowe
- miganie



Rys. 3.8. Zakładka PARAMETRY dla cewki przekaźnika czasowego

Bardzo ważny jest wybór przedziału czasu z jakim będzie pracował przekaźnik (5) i wiążącej się z nim rozdzielczości. Mogą to być:

- sekundy (rozdzielczość 5ms)
- minuty (rozdzielczość 1s)
- godziny (rozdzielczość 1min)



Rys. 3.9. Przebiegi czasowe sygnałów dla różnych rodzajów przekaźników czasowych

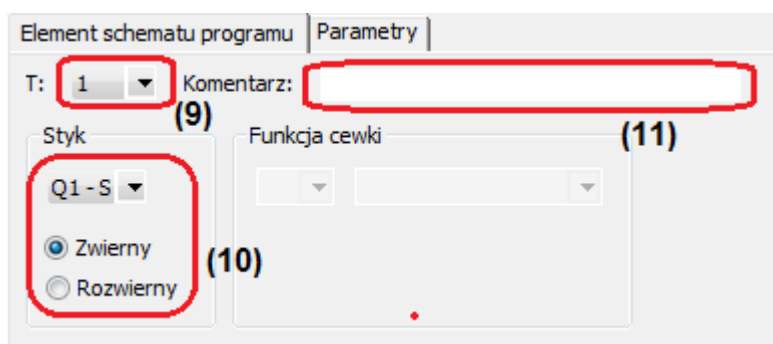
Koniecznym jest także ustawić wejścia modułu (6). Większość typów przekaźników posiada tylko jedno wejście, jednak niektóre mają ich aż dwa. Trzeba wybrać rodzaj wielkości wejściowej: zmienną lub stałą. w przypadku wyboru zmiennej, należy zdecydować jaki będzie jej argument. Przy wyborze stałej (znacznie częstszy przypadek) pozostaje wybór wielkości tej stałej, składającej się z dwóch liczb. w praktyce jest to wartość czasu w formacie odpowiednim do wybranego wcześniej przedziału i odpowiadającej mu rozdzielczości.

Opcjonalną czynnością jest wybór argumentu na wyjściu modułu (7) oraz decyzja o wyświetlaniu parametrów z poziomu wyświetlacza LCD easy (8).

Po konfiguracji cewki przekaźnika, można przystąpić do edycji jego styku. Styk przekaźnika czasowego wybiera się w identyczny sposób jak jego cewkę i umieszcza go w polu styków na schemacie programu.

W zakładce ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU (rys. 3.10.) wybiera się numer przekaźnika czasowego (9) oraz rodzaj jego styku (10): zwierny lub rozwierny. Można również dodać komentarz (11).

Jeśli numer przekaźnika czasowego w przypadku styku i cewki jest jednakowy, to zakładka PARAMETRY przyjmuje wartości, które zostały wcześniej ustawione przy edycji cewki.



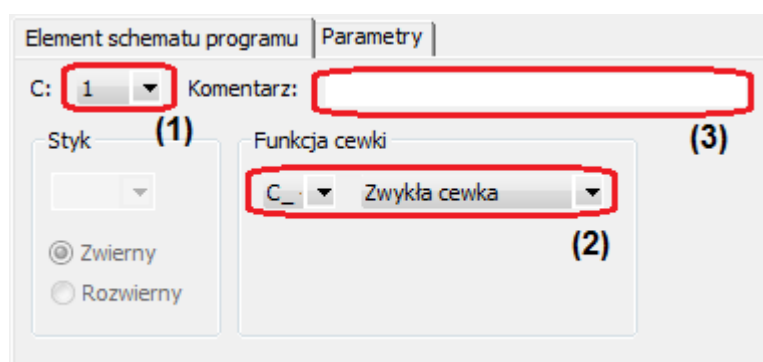
Rys. 3.10. Zakładka ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU dla styku przekaźnika czasowego

Konfiguracja licznika C

Przekaźnik easy822-DC-TC dysponuje trzydziestoma dwoma licznikami pozwalającymi na realizację różnych funkcji zliczających.

W celu wstawienia cewki licznika, z grupy MODUŁY LICZNIKA w oknie narzędzi należy wybrać moduł licznika C. Wstawia się go w pole cewek na schemacie programu. Licznik można podejrzeć po wyborze zakładki SCHEMAT BLOKOWY.

Pole właściwości u dołu ekranu posiada dwie zakładki. w zakładce ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU (rys. 3.11.) można wybierać numer licznika (1)- od 1 do 32.



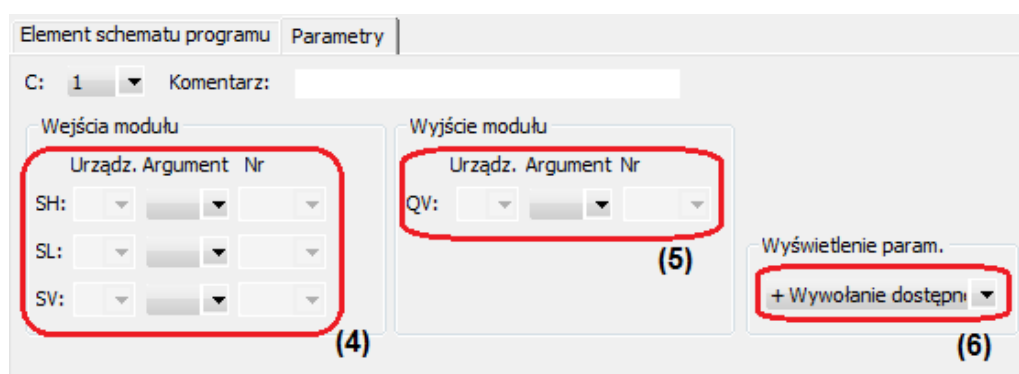
Rys. 3.11. Zakładka ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU dla cewki licznika

Kolejnym krokiem jest przypisanie cewce funkcji (2). Można określić rodzaj cewki (zwykła, bistabilna, SET, RESET, itd.) oraz sposób w jaki będzie działał licznik. Licznik może:

- reagować na narastające zbocze impulsu zliczanego podanego na cewkę
- zliczać do przodu przy sygnale „0” na wejściu cewki kierunku
- zliczać do tyłu przy sygnale „1” na wejściu cewki kierunku
- ustawiać wartość bieżącą na zero przy sygnale „1” na wejściu cewki kasującej
- przejmować wartość zadaną przy narastającym zboczu impulsu podanego na cewkę

Opcjonalnym działaniem jest dodanie komentarza (3).

W zakładce PARAMETRY (rys. 3.12.) można ustawić argumenty na wejściach modułu (4). Liczniki posiadają trzy wejścia: służące do ustawiania wartości początkowej (SV) oraz odpowiadające za górną (SH) i dolną (SL) wartość progową.



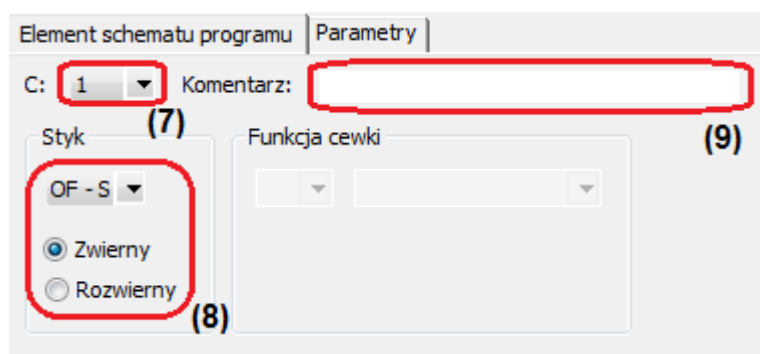
Rys. 3.12. Zakładka PARAMETRY dla cewki licznika

Możliwe jest również wybranie argumentu na wyjściach modułu (5) oraz decyzja o wyświetlaniu parametrów (6).

Styk licznika wybiera się w sposób identyczny jak cewkę i umieszcza w polu styków na schemacie programu.

W zakładce ELEMENTY SCHEMATU PROGRAMU (rys. 3.13.) można wybrać numer licznika (7) oraz rodzaj styku i moment kiedy osiągnie stan „1” (8). Może to być uzależnione albo od stanu wyjścia cewki licznika, albo od relacji wartości aktualnej do wartości progowych. Istnieje możliwość dodania komentarza (9).

Zakładka PARAMETRY przyjmie wartości identyczne jak ustawione dla cewki, w przypadku gdy zarówno dla cewki jak i dla styku wybrano taki sam numer licznika.



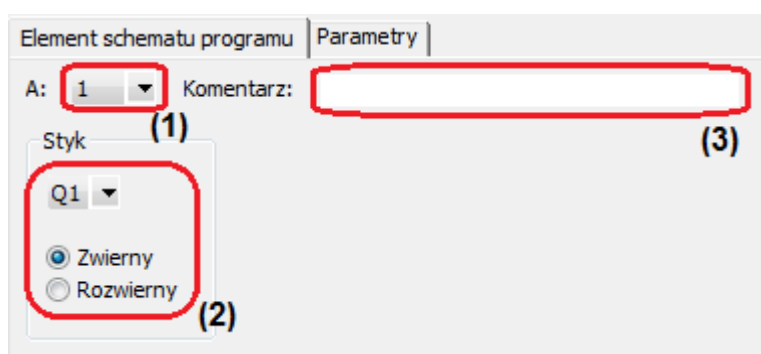
Rys. 3.13. Zakładka ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU dla styku licznika

Konfiguracja komparatora wielkości analogowych A

Modułem dającym wiele możliwości jest komparator wielkości analogowych. Aparat easy822-DC-TC ma aż 32 tego rodzaju moduły. w przeciwieństwie do wcześniej wymienionych, mogą występować jedynie w postaci styków.

W oknie narzędzi wybiera się grupę MODUŁY ARYTMETYCZNY i ANALOGOWY, a stamtąd komparator wielkości analogowych/przełącznik wielkości progowych a i umieszcza się go w polu styków na schemacie programu.

Pole właściwości komparatora posiada dwie zakładki. w zakładce ELEMENTY SCHEMATU PROGRAMU (rys. 3.14.) wybiera się numer komparatora (1). Następnie należy wybrać rodzaj styku i moment kiedy osiągnie stan „1” (2). Użytkownik może również wstawić własny komentarz (3).



Rys. 3.14. Zakładka ELEMENT SCHEMATU PROGRAMU dla styku komparatora wielkości analogowych

W zakładce PARAMETRY (rys. 3.15.) ustala się rodzaj pracy komparatora (4), który określa relację między wejściami sprawdzaną przez komparator.

Ważną czynnością jest konfiguracja wejść modułu (5), gdzie wybiera się odpowiednie argumenty. Wejście I1 reprezentuje wartość bieżącą komparatora, a I2- wartość zadaną. Wejścia F1 i F2 określają współczynniki wzmocnienia odpowiednio dla I1

i I2. Wejście OS służy natomiast do ustawienia przesunięcia wartości na I1, a HY- do ustalenia histerezy przełączania dla I2.

Opcjonalną czynnością jest decyzja o wyświetlaniu parametrów komparatora (6).

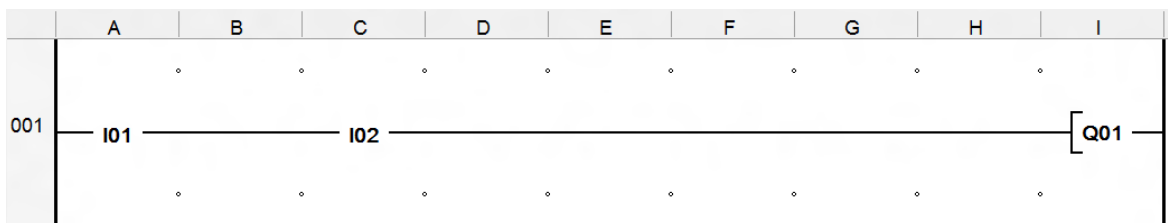


Rys. 3.15. Zakładka PARAMETRY dla styku komparatora wielkości analogowych

3.4. Wprowadzenie przykładowego programu

Sposób wprowadzania programu w oprogramowaniu easySoft zostanie zaprezentowany na przykładzie elementarnej aplikacji złożonej z dwóch szeregowo połączonych styków zwiernych (wejścia I01 i I02) i jednej cewki (Q01). Ten sam program został wykorzystany w poprzednim podrozdziale przy okazji prezentacji programowania z użyciem przycisków funkcyjnych. Pierwszym etapem tworzenia schematu programu jest umieszczenie jego podstawowych elementów w oknie roboczym programu za pomocą funkcji przeciągnij i upuść. Styk pierwszy należy wybrać z grupy Elementy schematu programu jako i – Wejście urządzenia podstawowego. Styk ten należy umieścić w polu styków A. Kolejnym krokiem jest parametryzacja styku w polu właściwości – dla pierwszego styku nie ma konieczności zmiany wartości domyślnej numeru styku (1) i jego rodzaju (zwierny). Styk drugi należy umieścić w kolejnym polu styków (kolumna C). w tym przypadku zmiana parametrów styku jest konieczna – w rozwijanej liście przy symbolu wejścia i jego numer należy zmienić z 1 na 2. Rodzaj styku pozostaje bez zmian, gdyż styk drugi również jest stykiem zwiernym. Połączenie pomiędzy stykami zostało utworzone w sposób automatyczny, ponieważ leżą one w jednej linii programu. Ostatnim elementem, który należy umieścić na schemacie jest cewka Q01. Cewki urządzenia znajdują się również w grupie Elementy schematu programu jako Q – Wyjście urządzenia podstawowego. Cewka powinna zostać umieszczona w polu cewek (kolumna I) w tej samej linii co wprowadzone wcześniej styki, dzięki temu połączenie pomiędzy stykiem I02

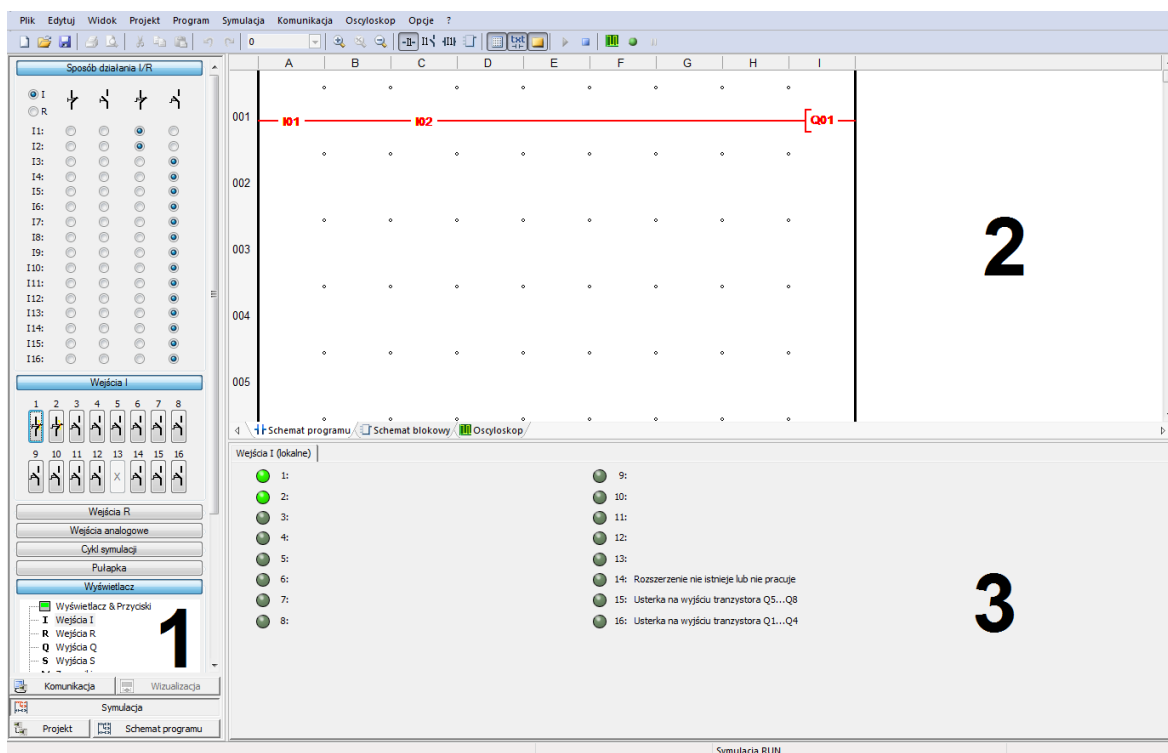
a cewką Q01 utworzy się automatycznie. Gotowy schemat przykładowego programu został przedstawiony na rys. 3.16.



Rys. 3.16. Schemat przykładowego programu

3.5. Symulacja działania programu

Symulację działania programu przeprowadza się w celu sprawdzenia poprawności jego wykonania. Test programu przeprowadza się w zakładce *Widok Symulacji* aktywowanej przyciskiem Symulacja w dolnej części okna narzędzi, punktem menu Widok/Symulacja lub skrótem klawiszowym Ctrl+3. Przejście do widoku symulacji możliwe jest jedynie po utworzeniu programu. Analogicznie jak widok projektu i schematu programu, widok symulacji podzielony jest na trzy następujące sekcje: okno narzędzi (1), schemat programu (2) i pole właściwości (3). Struktura widoku symulacji przedstawiona jest na rys. 3.17.

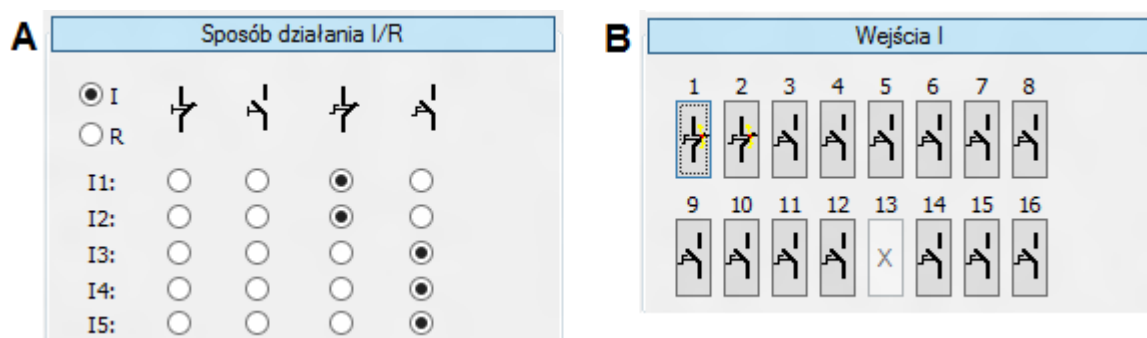


Rys. 3.17. Widok symulacji

Symulacja działania programu ma na celu przetestowanie:

- utworzonych połączeń na schemacie programu
- poprawności wartości rzeczywistych na wyjściach modułów funkcyjnych
- zgodności z oczekiwaniami zawartości wyświetlacza i funkcji klawiszy urządzenia
- funkcjonalności wpisywania wartości w formularzu z elementem wpisu
- argumentów logicznych
- zmiany stałych na wejściach modułów funkcyjnych



Przeprowadzenie symulacji nie wymaga połączenia z przełącznikiem, realizowana jest na komputerze PC. Okno narzędzi (1) w widoku symulacji umożliwia symulowanie wejść wraz z określeniem czy odpowiedni symulator wejścia ma działać w sposób rozwierny, zwierny, samopowrotnie czy nie samopowrotnie. Sposób działania łączników określany jest w zakładce *Sposób działania I/R* (rys. 3.18. – A) poprzez zaznaczenie odpowiedniej opcji przy danym numerze wejścia. Za symulację wejść odpowiada zakładka *Wejścia i* (rys. 3.18. – B), obecność sygnału wejściowego symbolizowana jest poprzez naciśnięcie symbolu danego łącznika. Okno narzędzi umożliwia również zmianę cyklu symulacji, ustawienie pułapki (zatrzymania cyklu działania programu) oraz w zakładce *Wyświetlacz* symulować panel czołowy przełącznika oraz wizualizować stan poszczególnych wejść i wyjść za pośrednictwem symbolicznych lampek – wyświetlanych w polu właściwości (3).



Rys. 3.18. Widok zakładek *Sposób działania I/R* (A) i *Wejścia i* (B)

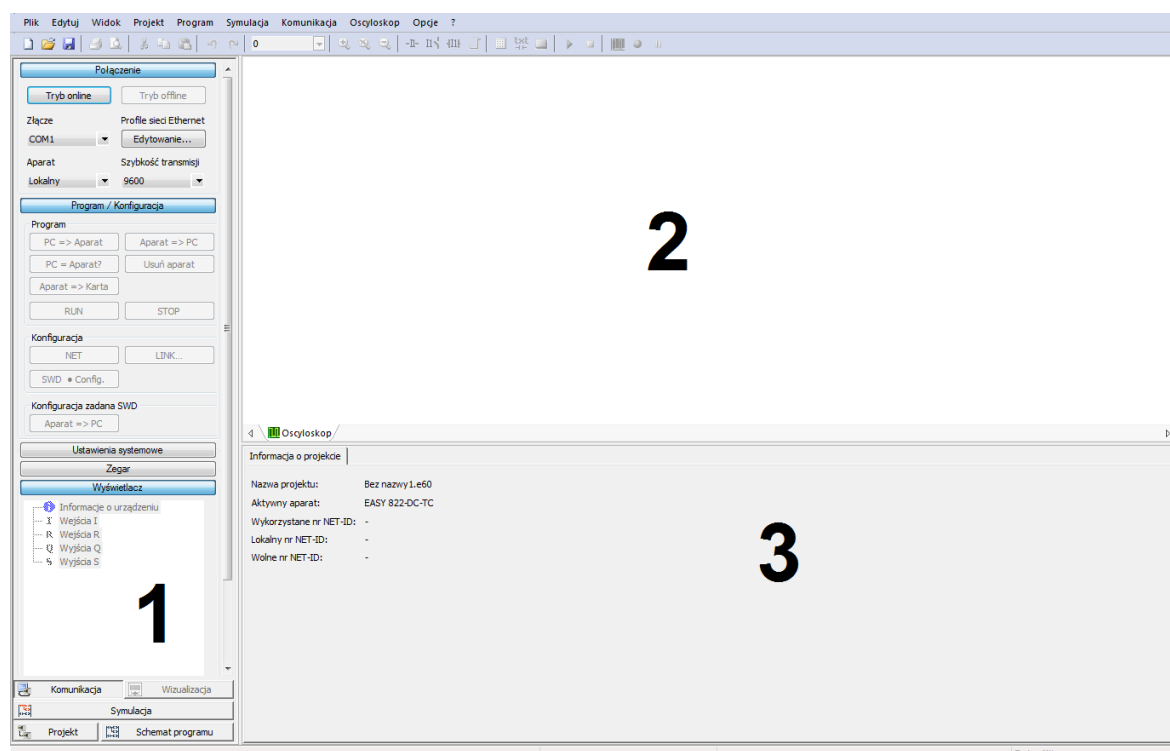
Podczas symulacji w oknie schematu programu (2) wyświetlany jest stan linii schematu drabinkowego włącznie z podanymi argumentami. Połączenia, styki i cewki przewodzące w danym momencie prąd wyświetlane są w kolorze czerwonym. Możliwa jest również symulacja modułów funkcyjnych w zakładce schemat blokowy. Do dyspozycji użytkownika jest również wirtualny oscyloskop.

Etapy procesu symulacji:

- Ustawienie sposobu działania łączników w zakładce *Sposób działania I/R*
- Rozpoczęcie symulacji przyciskiem 
- Określenie w zakładce *Wyświetlacz* stanów, które mają być przedstawione w polu właściwości
- Zaobserwowanie zmian stanów elementów obwodu na schemacie programu i w polu właściwości podczas dokonywania przełączeń w zakładce *Wejścia I*
- Zakończenie symulacji przyciskiem 

3.6. Przesłanie programu do przekaźnika

W celu przesłania programu do przekaźnika konieczne jest jego uprzednie połączenie z komputerem PC poprzez port COM lub sieć Ethernet. Aplikację można wysłać tylko do tego modelu urządzenia, dla którego została ona napisana. Funkcje łączności z urządzeniem realizuje się w widoku komunikacji programu easySoft, który dostępny jest w zakładce *Komunikacja* w dolnej części okna narzędzi, punktem menu Widok/Komunikacja lub skrótem klawiszowym Ctrl+4. Widok ten posiada charakterystyczny dla oprogramowania podział na trzy sekcje: okno narzędzi (1), schemat programu (2) i pole właściwości (3). Struktura widoku komunikacji przedstawiona jest na rys. 3.19.



Rys. 3.19. Widok komunikacji

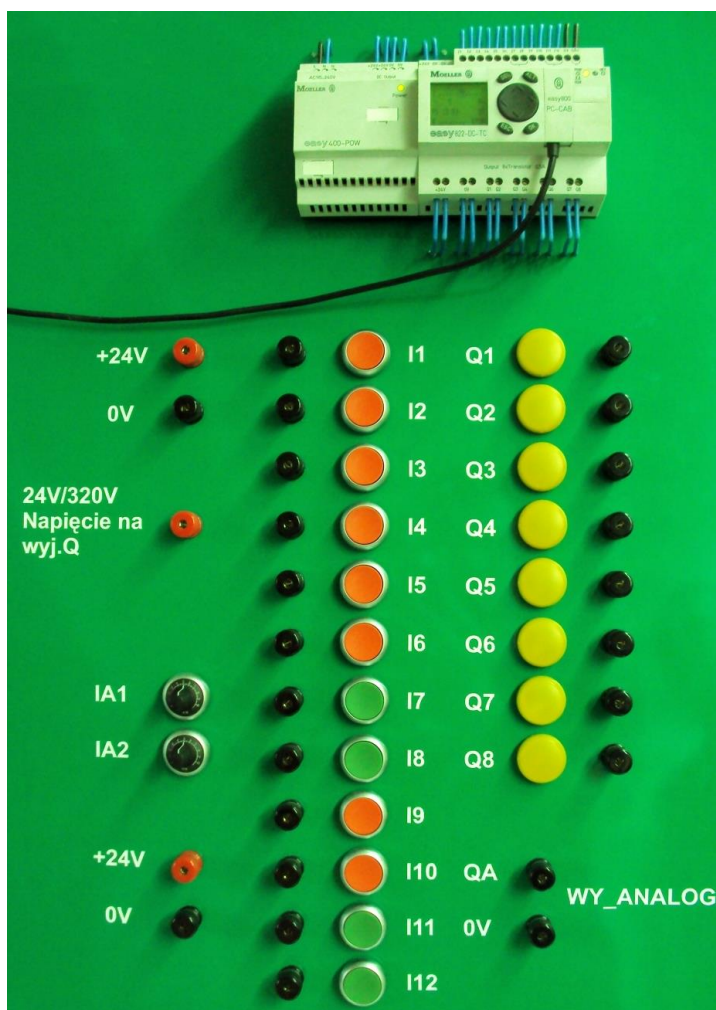
Warunkiem dostępu do aparatu jest połączenie z nim w trybie online. w tym celu w zakładce *Połączenia* okna narzędzi (1) należy wybrać i sparametryzować sposób komunikacji przekaźnika z komputerem, a następnie przyciskiem *Tryb online* dokonać połączenia. w przypadku błędnie skonfigurowanego połączenia program zasygnalizuje błąd komunikacji i łączność nie będzie możliwa. Przy prawidłowo połączonym aparacie uaktywniona zostanie zakładka *Program*, która umożliwia komunikację z aparatem. Zakładka *Program* umożliwia uruchomienie procesu ładowania programu do aparatu, usunięcie programu, a także uruchomienie wykonywania programu w przekaźniku (Run) lub jego zatrzymanie (Stop). Możliwe jest także porównanie programu obecnego na przekaźniku z tym znajdującym się na komputerze. Aby załadować program do przekaźnika musi znajdować się w trybie Stop. w przypadku próby wysłania aplikacji w trybie Run oprogramowanie zadaje kontrolne pytanie dotyczące konieczności przejścia w tryb Stop. Po potwierdzeniu operacji program wysyłany jest do aparatu, co można zaobserwować na pasku postępu wysyłania. Po zakończeniu przesyłania utworzony program jest już obecny na przekaźniku i po przejściu w tryb Run rozpoczyna się jego fizyczne wykonywanie. Okno schematu programu (2) i pole właściwości (3) w widoku komunikacji posiadają funkcjonalność identyczną jak w widoku symulacji tj. sygnalizację stanów logicznych wejść i wyjść, a także stan linii schematu drabinkowego. Zamknięcie widoku komunikacji programu powoduje przerwanie połączenia pomiędzy komputerem a przekaźnikiem. w przypadku dalszej pracy z projektem powtórne przejście do widoku komunikacji sprawi automatyczne ponowne połączenie z aparatem.

4. Opis stanowiska laboratoryjnego

Stanowisko laboratoryjne do badania sterowników swobodnie programowalnych umożliwia projektowanie oraz symboliczną fizyczną realizację układów sterowania opartych na przekaźniku z serii easy800. w skład stanowiska wchodzi następujące urządzenia dostępne dla użytkownika:

- przekaźnik easy 822-DC-TC
- zasilacz stabilizowany easy 400-POW
- panel zawierający przyciski i lampki połączone z wejściami i wyjściami przekaźnika easy wraz z ich wyprowadzeniami
- komputer PC połączony z przekaźnikiem za pośrednictwem złącza do programowania

Rys. 4.1. przedstawia część panelu sterującego zawierającą elementy wykorzystywane przy badaniu przekaźników swobodnie programowalnych.



Rys. 4.1. Panel sterujący stanowiska laboratoryjnego

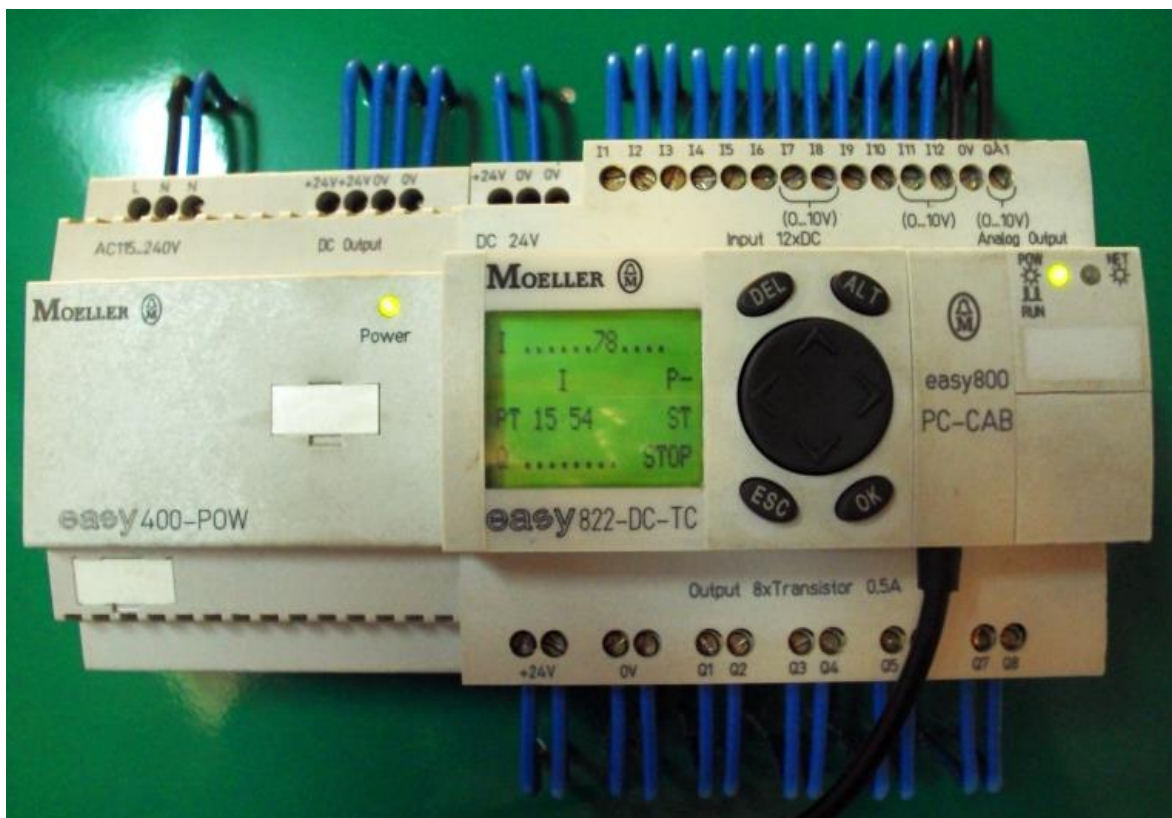
Panel sterujący składa się z dwóch podstawowych grup urządzeń. Pierwsza z nich to przekaźnik z easy 822-DC-TC wraz z dedykowanym zasilaczem easy 400-POW. Aparat easy 822-DC-TC jest przekaźnikiem z serii easy800 wymagającym zasilania napięciem stałym 24 V. w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu napięcia zastosowany został zasilacz stabilizujący easy 400-POW połączony z siecią 230 V. Zasilacze z serii POW posiadają wbudowany układ chroniący przed zwarciami i przeciążeniami. Poprawna praca zasilacza sygnalizowana jest ciągłym światłem wbudowanej diody LED *Power*.

Przekaźnik easy 822-DC-TC charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- wyświetlacz LCD oraz komplet klawiszy funkcyjnych
- wymiary 107,5 x 90 x 58 mm (szer. x wys. x gł.)
- napięcie zasilania 24 V DC

- zegar czasu rzeczywistego
- 12 wejść cyfrowych
- 4 wejścia analogowe
- 8 wyjść cyfrowych (tranzystorowych)
- 1 wyjście analogowe
- złącze do programowania
- możliwość połączenia do 8 uczestników sieci NET
- 256 linii programu
- 4 pola styków
- bloki funkcyjne: 32 przekaźniki czasowe, 32 liczniki, 4 liczniki częstotliwości, 2 liczniki przyrostowe, 4 liczniki godzin pracy, 32 zegary tygodniowe, 32 zegary roczne, 32 komunikaty tekstowe, 96 znaczników, 32 moduły arytmetyczne, 32 zależności Boole'owskie (AND, NOT, OR, XOR)

Połączenia elektryczne w obrębie panelu sterującego, zarówno zasilające, jak i doprowadzające sygnały wejściowe i wyjściowe są utworzone na stałe i ich modyfikacja z zewnątrz panelu nie jest możliwa dla użytkownika. Poprawną pracę aparatu sygnalizuje ciągłym światłem diody *POW/RUN*, przy wykonywaniu programu przez przekaźnik w trybie Run dioda *POW/RUN* miga. Praca w sieci NET sygnalizowana jest ciągłym światłem diody *NET*. Przekaznik easy 822-DC-TC wykorzystany na stanowisku laboratoryjnym wraz z zasilaczem easy 400-POW został przedstawiony na rys. 4.2.



Rys. 4.2. Przełącznik easy 822-DC-TC wraz z dołączonym zasilaczem stabilizowanym easy 400-POW

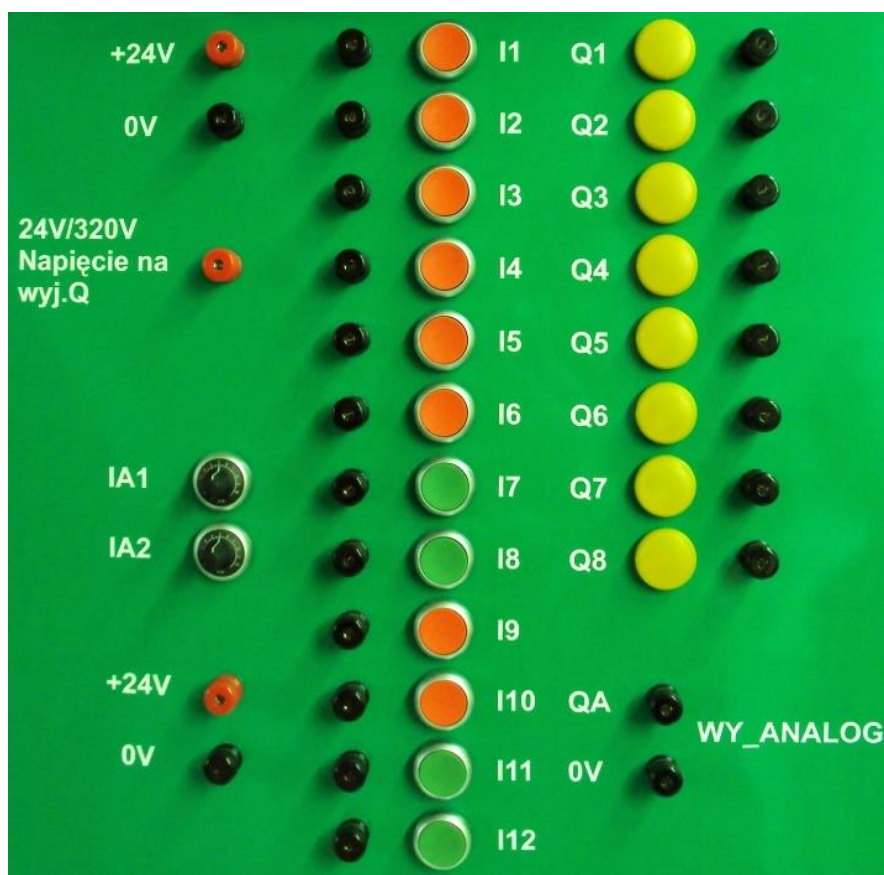
Drugą grupę elementów panelu sterującego stanowią przyciski podłączone do wejść przełącznika oraz lampki przyłączone do jego wyjść. Zarówno wejścia, jak i wyjścia, oprócz przyłączonych na stałe przycisków i lampek, posiadają możliwość przyłączenia innych urządzeń dzięki wyprowadzonym zaciskom laboratoryjnym.

Przyciski wejściowe od I1 do I12 są łącznikami nieposiadającymi podtrzymania. Przyłączone są one do styków wejściowych przełącznika o numerach identycznych jak przypisane przyciskom na panelu. Wszystkie 12 wejść może realizować funkcję wejść cyfrowych (dwustanowych). Stan „1” na wejściu przełącznika wprowadza się poprzez naciśnięcie przycisku. Jako że przyciski nie posiadają podtrzymania, w chwili ich zwolnienia następuje automatyczne pojawienie się na danym wejściu stanu „0”. Wejścia I7, I8, I11 i I12 są jednocześnie wejściami analogowymi – potencjometry umieszczone na stanowisku (regulacja pokrętkami IA1 i IA2 w zakresie od 0 do 10 V) zostały przyłączone jedynie do wejść I7 (potencjometr IA1) oraz I8 (potencjometr IA2). Stan „1” na wejściu analogowym zostaje wprowadzony po przekroczeniu na zadajniku wartości ustalonej w programie uruchomionym w przełączniku. w przypadku wartości mniejszej od ustalonej, na wejściu jest stan „0”. z racji braku wyposażenia wejść I11 i I12 w zadajniki wartości nie istnieje fizyczna możliwość korzystania z nich w charakterze wejść analogowych

wykorzystując jedynie osprzęt obecny na stanowisku. w przypadku wejść I7 i I8 przyciski i potencjometry pracują autonomicznie tj. nie ma konieczności jednoczesnego ustawienia odpowiedniej wartości na zadajniku i naciśnięcia przycisku w celu wprowadzenia sygnału do przełącznika. w celu wizualnego rozróżnienia wejść te posiadające wyłącznie funkcję cyfrową zostały oznaczone kolorem czerwonym, wejścia umożliwiającym pracę w charakterze wejść analogowych oznaczono kolorem zielonym.

Lampki od Q1 do Q8 reprezentują stan wyjść przełącznika o numerach identycznych jak przypisane lampkom na stanowisku. Wszystkie wejścia od Q1 do Q8 mogą pracować wyłącznie w charakterze cyfrowych wyjść tranzystorowych. Stan „1” na danym wyjściu przełącznika reprezentowany jest przez ciągłe światło przypisanej mu lampki. Przełącznik easy 822-DC-TC umożliwia wykorzystanie wyjścia analogowego, które jest udostępnione na stanowisku w postaci zacisków laboratoryjnych do podłączenia urządzenia zewnętrznego. Zaciski te umieszczone są na stanowisku poniżej grupy wyjść cyfrowych i oznaczone są podpisem *WY_ANALOG*. Zacisk QA posiada potencjał ustawiony przez użytkownika podczas programowania, natomiast zacisk 0V posiada potencjał zerowy.

Oprócz urządzeń przypisanych wejściom i wyjściom przełącznika panel sterujący wyposażony jest w dwie pary zacisków wyjściowych napięcia stałego 24V. Umożliwiają one przyłączenie urządzeń pracujących na takim napięciu korzystając z zainstalowanego wraz z przełącznikiem zasilacza. Panel posiada również zacisk oznaczony opisem *24V/320V Napięcie na wyj. Q*. Służy on do udostępnienia użytkownikowi napięcia z wyjść Q przetransformowanego z 24V na 320V. Panel laboratoryjny wraz z przełącznikiem easy zasilany jest ze ściennej tablicy laboratoryjnej umieszczonej przy stanowisku. Uruchomienie stanowiska i praca przy nim możliwa jest dopiero po włączeniu zasilania. Rozmieszczenie elementów panelu sterującego przedstawione jest na rys. 4.3.



Rys. 4.3. Elementy panelu sterującego

Komputer PC wyposażony w system operacyjny Microsoft Windows połączony jest z bezpośrednio z przekaźnikiem za pośrednictwem jego złącza do programowania. Połączenie można realizować ze strony komputera poprzez złącze USB (EASY-USB-CAB) lub RS232 (EASY-PC-CAB). Na wykorzystywanym komputerze zainstalowane zostało oprogramowanie easySoft 6. z racji posiadania przez przekaźnik płyty czołowej i połączenia go z odpowiednio wyposażonym komputerem stanowisko umożliwia programowania na oba możliwe sposoby – z użyciem przycisków funkcyjnych oraz korzystając z programu easySoft. w ćwiczeniu laboratoryjnym wykorzystywane jest jedynie programowanie przy użyciu oprogramowania komputerowego easySoft.

5. Przykładowy program

Program nr 1. – Przełącznik gwiazda/trójkąt dla silnika asynchronicznego z wykorzystaniem przycisków funkcyjnych przekaźnika

Najczęściej używanymi w przemyśle napędami są obecnie silniki asynchroniczne klatkowe. Mają one wiele zalet i korzystnych właściwości, dzięki którym znajdują zastosowanie przy napędzaniu najróżniejszych urządzeń (taśm produkcyjnych, rusztów w kotłach, itd.). Posiadają również jedną, ale za to istotną wadę. Silniki większych mocy, a zwłaszcza te ruszające pod dużym obciążeniem, pobierają z sieci znaczny prąd rozruchowy. Jego wartość może osiągać kilku- a nawet kilkunastokrotność prądu znamionowego.

Obecnie problem ten jest rozwiązywany przez zasilanie silników za pośrednictwem tzw. układów soft-start. Dzięki tym urządzeniom elektronicznym rozruch odbywa się płynnie, a wartość prądu rozruchowego jest ograniczona do minimum. w starszych aplikacjach podobną funkcję spełniał przełącznik gwiazda/trójkąt.

Silniki asynchroniczne klatkowe mają uzwojenie wirnika w postaci metalowych (najczęściej aluminiowych) prętów, na końcu zwartych pierścieniami. Do tego uzwojenia nie da się podłączyć żadnych zewnętrznych układów. Miękki rozruch silnika jest możliwy dzięki wykorzystaniu uzwojenia stojana.

W przypadku gdy na tabliczce zaciskowej silnika wyprowadzone są zarówno początki jak i końce uzwojeń stojana (6 zacisków), możliwe jest ich połączenie w gwiazdę i trójkąt.

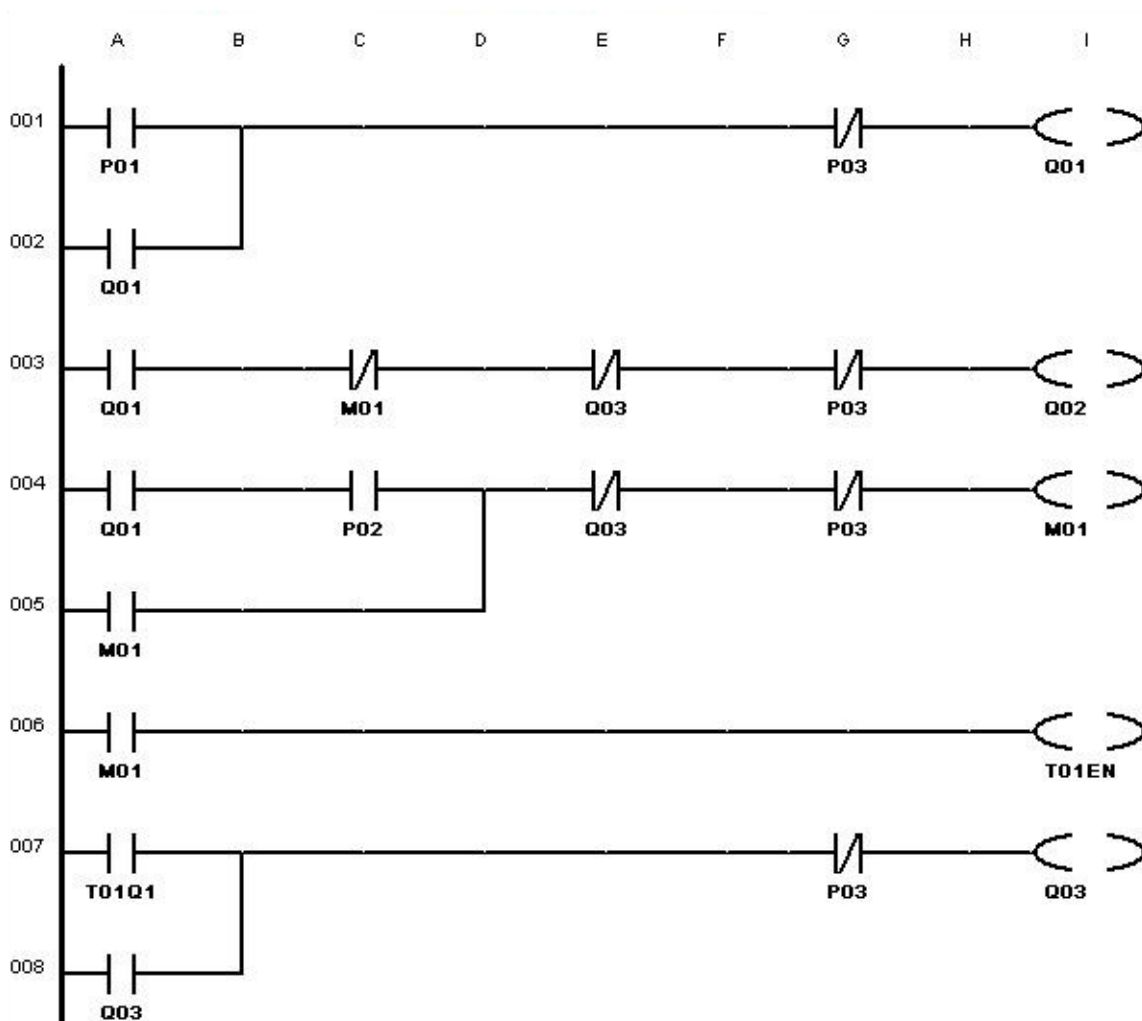
Przy połączeniu w gwiazdę silnik pobiera prąd 3-krotnie mniejszy niż przy połączeniu w trójkąt. Dzięki temu dochodzi do ograniczenia prądu rozruchowego. Niestety, w tym układzie 3-krotnie mniejszy jest również moment rozruchowy. Po przeminięciu krytycznej fazy rozruchu i ustabilizowaniu parametrów silnika, uzwojenia stojana łączy się w trójkąt. Jest to roboczy układ połączeń.

Rozrusznik gwiazda/trójkąt może być zrealizowany w oparciu o przekaźnik swobodnie programowalny easy. w programie wykorzystywane są następujące wejścia i wyjścia:

Tab. 5.1. Definicje wejść i wyjść dla przełącznika gwiazda/trójkąt wykorzystującego przyciski funkcyjne przekaźnika

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
P01	przycisk P1 na panelu czołowym przekaźnika („lewo”)- załączanie silnika pod napięcie i automatyczna konfiguracja gwiazdy
P02	przycisk P2 na panelu czołowym przekaźnika („góra”)- przełączenie uzwojeń stojana z gwiazdy na trójkąt
P03	przycisk P3 na panelu czołowym przekaźnika („prawo”)- wyłączenie silnika spod napięcia
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku- symbolizuje stycznik załączający silnik pod napięcie
Q02	lampka Q2 na stanowisku- symbolizuje stycznik łączący uzwojenie stojana w gwiazdę
Q03	lampka Q3 na stanowisku- symbolizuje stycznik łączący uzwojenie stojana w trójkąt

Po wciśnięciu przycisku P1 na panelu czołowym przekaźnika, dochodzi do załączenia stycznika Q01 i podania napięcia na silnik. Styk Q01 stycznika zamyka się, dzięki czemu w układzie występuje samopodtrzymanie (stycznik Q01 jest zasilony nawet po puszczeniu przycisku P1). Jednocześnie z zasileniem silnika, dochodzi do zasilenia stycznika Q02 i połączenia uzwojeń stojana w gwiazdę. Po naciśnięciu przycisku P2 styk pamięciowy M01 zostaje zwarty, przez co napięcie zostaje podane na przekaźnik czasowy T01EN. Jest to przekaźnik o opóźnionym załączeniu, który po z góry nastawionym czasie zwiera swoje styki. Zastosowano go ze względu na eliminację stanów nieustalonych. Zamknięcie styku T01Q1 uruchamia stycznik Q03 (uzwojenia stojana łączą się w trójkąt) z jednoczesnym odwzbudzeniem stycznika Q02. Układ w każdej chwili można odłączyć spod napięcia przy użyciu przycisku P3. Schemat programu przedstawia rysunek 5.1.



Rys. 5.1. Schemat programu przełącznika gwiazda/trójkąt z wykorzystaniem przycisków funkcyjnych przekaźnika

6. Programy do samodzielnego wykonania

Program nr 2. – Przełącznik gwiazda/trójkąt dla silnika asynchronicznego z wykorzystaniem przycisków na stanowisku

Zrealizować program spełniający identyczną funkcję jak przykładowy program z rozdziału 5., który będzie działał w oparciu o przyciski na stanowisku laboratoryjnym. Do załączania poszczególnych styczników wykorzystać dowolne przyciski I1-I12 (na przykład takie jak w tab. 6.1.).

Tab. 6.1. Definicje wejść i wyjść dla przełącznika gwiazda/trójkąt z wykorzystaniem przycisków na stanowisku

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku- załączanie silnika pod napięcie i automatyczna konfiguracja gwiazdy
I02	przycisk I2 na stanowisku- przełączenie uzwojeń stojana z gwiazdy na trójkąt
I03	przycisk I3 na stanowisku- wyłączenie silnika spod napięcia
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku- symbolizuje stycznik załączający silnik pod napięcie
Q02	lampka Q2 na stanowisku- symbolizuje stycznik łączący uzwojenie stojana w gwiazdę
Q03	lampka Q3 na stanowisku- symbolizuje stycznik łączący uzwojenie stojana w trójkąt

Program nr 3. – Automatyczny przełącznik gwiazda/trójkąt

Program pokazany w rozdziale 5. ma tę wadę, że to użytkownik wybiera moment, w którym nastąpi przełączenie uzwojeń z gwiazdy na trójkąt. Przy złym jego doborze, w układzie może wystąpić duży udar prądowy o wartości porównywalnej z potencjalnym prądem rozruchowym. Może to całkowicie przekreślić zasadność stosowania tego typu układu rozruchowego.

Dla wyeliminowania wpływu użytkownika na proces przełączania, można zastosować automatyczny przełącznik gwiazda/trójkąt. Dokonuje on zmian konfiguracji połączeń uzwojeń w określonych interwałach czasowych. Momenty przełączeń dobiera się dzięki analizie charakterystyki mechanicznej silnika i zależności prądu stojana od prędkości obrotowej.

Opracować program realizujący funkcję automatycznego przełącznika gwiazda/trójkąt. Ingerencja użytkownika ma się sprowadzać jedynie do załączenia i wyłączenia układu spod napięcia. Konfiguracja gwiazdy oraz przełączenie uzwojeń

z gwiazdy w trójkąt ma się dokonywać automatycznie, ze zwłoką czasową uzyskaną dzięki wprowadzeniu przekaźników czasowych.

Tab. 6.2. Definicje wejść i wyjść dla automatycznego przełącznika gwiazda/trójkąt

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
P01	przycisk P1 na panelu czołowym przekaźnika („lewo”)- załączanie silnika pod napięcie
P02	przycisk P2 na panelu czołowym przekaźnika („góra”)- wyłączenie silnika spod napięcia
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku- symbolizuje stycznik załączający silnik pod napięcie
Q02	lampka Q2 na stanowisku- symbolizuje stycznik łączący uzwojenie stojana w gwiazdę
Q03	lampka Q3 na stanowisku- symbolizuje stycznik łączący uzwojenie stojana w trójkąt

Program nr 4. – Automatyczny rozrusznik dla silnika pierścieniowego

W napędach przemysłowych dosyć chętnie wykorzystywane są silniki asynchroniczne pierścieniowe. Mają one tę zaletę że, w przeciwieństwie do silników klatkowych, zapewniony jest dostęp do uzwojeń wirnika. Końce tych uzwojeń są doprowadzone do pierścieni ślizgowych (stąd nazwa silnika), dzięki czemu możliwe jest dołączanie do nich zewnętrznych obwodów rozruchowych.

Miękki rozruch silników pierścieniowych polega na kolejnym zwieraniu grup rezystorów podłączonych do uzwojenia wirnika. w początkowej fazie rozruchu aktywne są wszystkie rezystory, dzięki czemu prąd rozruchowy jest znacznie ograniczony. Wraz z postępowaniem rozruchu, kolejne rezystory są zwierane. Po ustabilizowaniu parametrów silnika, uzwojenie wirnika zostaje zwarte i pracuje bez zewnętrznych oporników.

Sterowanie zwieraniem kolejnych rezystancji może być zrealizowane przy użyciu przekaźników easy. Istnieją tutaj dwie możliwości:

- sterowanie ręczne- użytkownik decyduje o załączeniu i wyłączeniu silnika spod napięcia oraz o momentach wyłączenia kolejnych stopni rezystancyjnych
- sterowanie automatyczne- użytkownik może jedynie załączyć bądź wyłączyć silnik spod napięcia, momentami zwierania grup rezystorów steruje sam przekaźnik w oparciu o nastawione zwłoki czasowe.

Znacznie lepsze i zapewniające płynniejszy rozruch jest sterowanie automatyczne. Należy jednak pamiętać, że nastawy przekaźników czasowych powinny być ustalone w oparciu o charakterystyki silnika. Dzięki temu potencjał sterowania automatycznego zostanie w pełni wykorzystany, a rozruch nastąpi bez większych problemów.

Zrealizować program automatycznego rozrusznika silnika pierścieniowego, posiadającego trzy grupy rezystorów rozruchowych. Ingerencja użytkownika ma się sprowadzać jedynie do załączenia i wyłączenia układu spod napięcia. Zwieranie kolejnych grup rezystorów ma się dokonywać automatycznie, ze zwłoką czasową uzyskaną dzięki wprowadzeniu przekaźników czasowych.

Tab. 6.3. Definicje wejść i wyjść dla automatycznego rozrusznika silnika pierścieniowego

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
P01	przycisk P1 na panelu czołowym przekaźnika („lewo”)- załączanie silnika pod napięcie
<i>albo</i>	
I01	przycisk I1 na stanowisku- załączanie silnika pod napięcie
P02	przycisk P2 na panelu czołowym przekaźnika („góra”)- wyłączenie silnika spod napięcia i przerwanie procesu rozruchu
<i>albo</i>	
I02	przycisk I2 na stanowisku- wyłączenie silnika spod napięcia i przerwanie procesu rozruchu
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku- symbolizuje stycznik załączający silnik pod napięcie
Q02	lampka Q2 na stanowisku- symbolizuje stycznik zwierający pierwszą grupę rezystorów
Q03	lampka Q3 na stanowisku- symbolizuje stycznik zwierający drugą grupę rezystorów
Q04	lampka Q4 na stanowisku- symbolizuje stycznik zwierający trzecią grupę rezystorów

Program nr 5. – Sterowanie oświetleniem w zależności od natężenia światła słonecznego

W układach sterowania często przydaje się funkcja załączania/wyłączania wyjść w zależności od wartości pewnych wielkości analogowych. Znajduje ona zastosowanie na przykład do sterowania oświetleniem, w zależności od poziomu oświetlenia naturalnego. Gdy natężenie światła słonecznego jest mniejsze od wartości granicznej, następuje załączenie oświetlenia. Gdy jest większe - wyłączenie. Wykorzystuje się w tym celu różnego rodzaju czujniki oparte np. o fotorezystory, których rezystancja jest zależna od ilości padającego na nie światła.

Takie sterowanie byłoby jednak nieefektywne. Nawet niewielkie fluktuacje natężenia światła słonecznego mogłyby powodować przekraczanie granicy przełączania, a tym samym wielokrotne i niepotrzebne zmiany stanów wyjść. Dodatkowo, również chwilowe oświetlenie czujnika mogłoby powodować wyłączenie oświetlenia. Byłoby to niekorzystne chociażby w lampach drogowych, na które pada światło reflektorów samochodowych.

Dla likwidacji tego niekorzystnego zjawiska wprowadza się tzw. histerezę przełączania. Polega ona na tym, że w systemie sterowania występuje strefa nieczułości, ograniczona od dołu granicą załączania, a od góry granicą wyłączenia (rys. 6.1.). Nawet wzrost natężenia oświetlenia słonecznego nie powoduje wyłączenia lamp, dopóki nie zostanie przekroczona granica wyłączenia. z kolei spadek natężenia oświetlenia poniżej granicy wyłączenia nie powoduje załączenia lamp- poziom oświetlenia musi spaść poniżej granicy załączania.



Rys. 6.1. Graficzna ilustracja sterowania oświetleniem z wykorzystaniem histerezy przełączania

Umiejętne dobranie tych granic chroni przed częstymi i niepotrzebnymi zmianami stanów wyjść.

Opisany wyżej sposób sterowania można uzyskać dzięki komparatorom analogowym przełącznika easy. Komparator taki posiada dwa wejścia i porównuje stany na nich. w zależności od typu komparatora, sprawdza czy pierwsze wejście jest większe, mniejsze lub równe drugiemu. Odpowiedź twierdząca powoduje przekazania na wyjście komparatora sygnału „1”.

Należy stworzyć program, w którym zmiany natężenia światła słonecznego byłyby symulowane przez zmianę stanu na wejściach analogowych, uzyskaną dzięki potencjometrom na stanowisku laboratoryjnym. Zastosować komparatory analogowe, które będą porównywały wielkości na wejściach analogowych I7 i I8 ze stałymi liczbami.

w zależności od wartości podanej na wejście analogowe (a więc od kąta obrotu potencjometru) powinno następować załączanie lub wyłączenie lampek, zgodnie z przedstawioną powyżej zasadą histerezy.

Tab. 6.4. Definicje wejść i wyjść dla sterowania oświetleniem w zależności od natężenia światła słonecznego

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku laboratoryjnym- zezwolenie na działanie programu
-	potencjometr IA1 na stanowisku laboratoryjnym, podłączony do wejścia analogowego I07- załączanie i wyłączenie wyjścia Q01, symbolizuje czujnik natężenia oświetlenia słonecznego
-	potencjometr IA2 na stanowisku laboratoryjnym, podłączony do wejścia analogowego I08- załączanie i wyłączenie wyjścia Q02, symbolizuje czujnik natężenia oświetlenia słonecznego
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku
Q02	lampka Q2 na stanowisku

Program nr 6. – Zaawansowane sterowanie oświetleniem

Odpowiednie zaprogramowanie przekaźnika easy umożliwi za pomocą jednego przycisku uzyskanie różnych efektów. Taki sposób sterowania może zostać użyty na przykład w aplikacji sterującej oświetleniem.

Opracować program wykorzystujący trzy przyciski realizujące tą samą funkcję włączenia oświetlenia oraz dwie lampki – źródła światła. Pojedyncze przyciśnięcie dowolnego przycisku powinno powodować zaświecenie się oświetlenia na ustaloną długość czasu np. 30 sekund. Ponowne naciśnięcie jednego z przycisków w przeciągu określonego czasu np. 2 sekund powoduje przedłużenie działania oświetlenia o dodatkowy czas np. o 1 minutę. Do utworzenia programu wykorzystać następujące wejścia i wyjścia:

Tab. 6.5. Definicje wejść i wyjść dla zaawansowanego sterowania oświetleniem

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku – włączenie światła
I02	przycisk I2 na stanowisku – włączenie światła
I03	przycisk I3 na stanowisku – włączenie światła
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampa Q1 na stanowisku – źródło światła nr 1
Q02	lampa Q2 na stanowisku – źródło światła nr 2

Program nr 7. – Zaawansowany licznik impulsów

Zastosowanie funkcji licznika przekaźnika easy jest możliwe m.in. w procesach produkcyjnych i segregujących np. na taśmociągu jako miernik ilości sztuk transportowanego towaru reprezentowanych przez zliczanie impulsów elektrycznych.

Utworzyć program wykorzystujący tę funkcję, który będzie umożliwiał uruchomienie programu zliczającego, automatyczną sygnalizację osiągnięcia zadanej ilości impulsów oraz ręczne resetowanie stanu licznika. Pojawienie się kolejnej sztuki towaru będzie symbolizowane przez naciśnięcie jednego z przycisków na stanowisku laboratoryjnym.

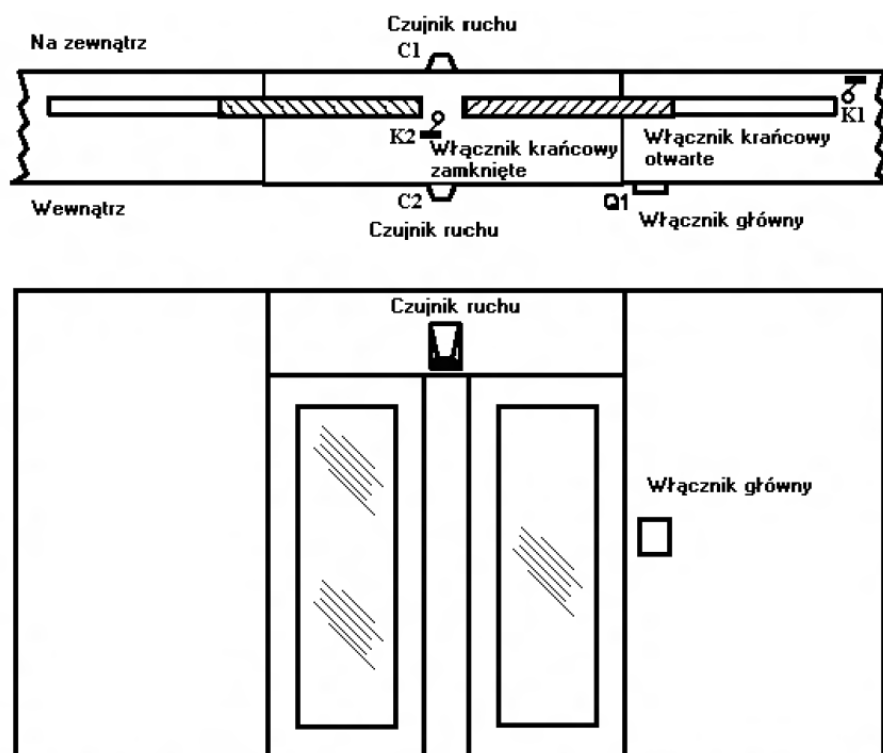
Tab. 6.6. Definicje wejść i wyjść dla zaawansowanego licznika impulsów

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku – uruchomienie procesu zliczania
I02	przycisk I2 na stanowisku – zadanie impulsu
I03	przycisk I3 na stanowisku – resetowanie licznika
I06	przycisk I6 na stanowisku – zakończenie procesu zliczania
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampa Q1 na stanowisku – sygnalizacja osiągnięcia przez licznik zadanej ilości impulsów

Program nr 8. – Sterowanie drzwiami automatycznymi

Popularnym przykładem wykorzystania przekaźników logicznych jest proces sterowania drzwiami automatycznymi. Głównym zadaniem układu sterowania drzwiami jest otwarcie drzwi po zadziałaniu zewnętrznego lub wewnętrznego detektora ruchu spowodowanym obecnością w polu detektora użytkownika. Zamknięcie drzwi następuje automatycznie po określonym czasie od opuszczenia przez użytkowników wspomnianego pola. w celu zapewnienia bezpieczeństwa podczas pracy drzwi powinny być one wyposażone w sprzęgło zabezpieczające przed urazami w sytuacjach awaryjnych. Możliwe powinno być otwarcie drzwi w sposób ręczny wewnętrznym włącznikiem. Na rys. 6.2. przedstawiona jest przykładowa budowa drzwi automatycznych wraz z rozmieszczeniem ich podstawowych elementów. Najważniejszymi komponentami układu sterowania drzwiami są: czujniki ruchu zewnętrzny C1 i wewnętrzny C2, wyłączniki krańcowe *otwarte* K1 i *zamknięte* K2 oraz włącznik główny drzwi Q1.

Zrealizować program sterujący drzwiami automatycznymi. Po wykryciu obecności człowieka przez jeden z detektorów ruchu, drzwi powinny się otwierać aż do osiągnięcia wyłącznika krańcowego K1. Po określonym czasie drzwi powinny same się zamknąć, aż zostanie osiągnięty wyłącznik krańcowy K2. Wykorzystane w programie sterującym wejścia i wyjścia przedstawiono w tabelicy 6.7.



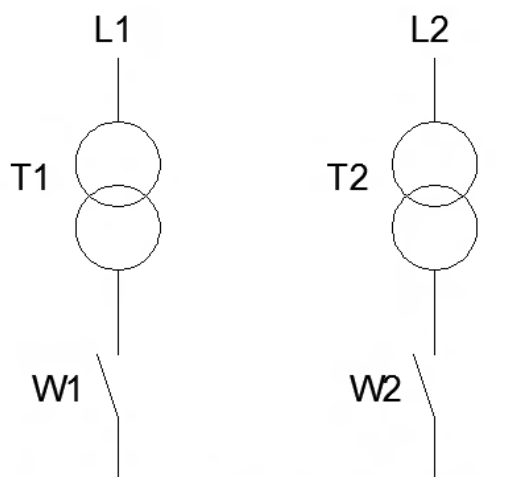
Rys 6.2. Budowa drzwi automatycznych

Tab. 6.7. Definicje wejść i wyjść dla drzwi automatycznych

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku – detektor ruchu zewnętrzny C1
I02	przycisk I2 na stanowisku – detektor ruchu wewnętrzny C2
I03	przycisk I3 na stanowisku – wyłącznik krańcowy <i>otwarte</i> K1
I04	przycisk I4 na stanowisku – wyłącznik krańcowy <i>zamknięte</i> K2
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku – stycznik załączający silnik otwierający drzwi
Q02	lampka Q2 na stanowisku – stycznik załączający silnik zamykający drzwi

Program nr 9. – Samoczynne załączanie rezerwy z rezerwą jawną

Rezerwa jest nazywana jawną, jeżeli tor zasilania rezerwowego podczas normalnej pracy nie przenosi żadnego obciążenia i może zostać załączony przejmując całkowite obciążenie toru podstawowego. Na rys. 6.3. przedstawiony jest schemat układu SZR z rezerwą jawną. Linia L1 z transformatorem T1 jest torem podstawowym natomiast linia L2 z transformatorem T2 torem rezerwowym. Układ zawiera kontrolę napięcia w liniach L1 i L2 oraz odpowiedni do jej wyniku schemat załączania wyłączników W1 i W2. Jeżeli w linii L1 obecne jest napięcie, zasilanie szyn układu odbywa się wyłącznie za pomocą toru podstawowego – załączony jest wyłącznik W1. Na stan ten nie ma wpływu obecność napięcia w torze rezerwowym. w przypadku nadmiernego obniżenia napięcia lub jego braku w linii L1 zasilanie powinno przejść na tor rezerwowym – otwierany jest wyłącznik toru podstawowego W1 i załączany jest wyłącznik toru rezerwowego W2. w przypadku powrotu zasilania do linii podstawowej L1 układ automatycznie powraca do stanu normalnej pracy – otwierany jest wyłącznik W2 i załączany W1. Układ zasilany jest ponownie wyłącznie torem podstawowym, tor rezerwowym jest odłączony.



Rys. 6.3. Schemat układu SZR z rezerwą jawną

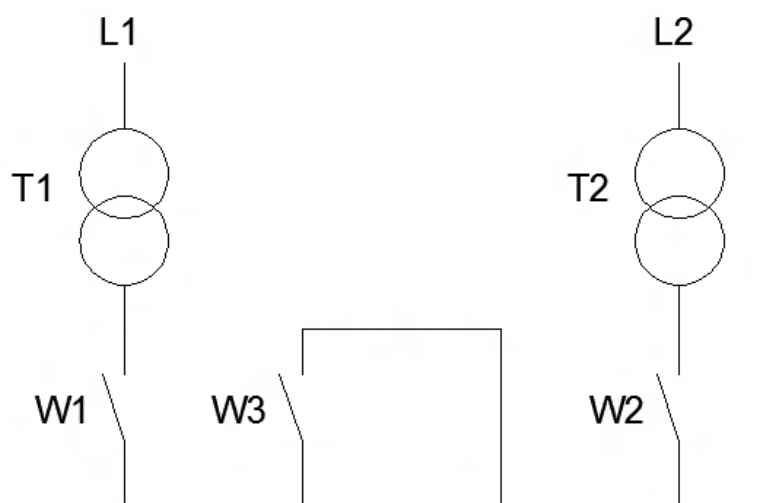
Zaprogramować przekaźnik easy tak, by realizował funkcję SZR z rezerwą jawną. Załączenie bądź wyłączenie napięcia w poszczególnych liniach powinno być dokonywane z poziomu przycisków na stanowisku laboratoryjnym, natomiast zmiana konfiguracji układu (zamykanie i otwieranie odpowiednich wyłączników) powinna się dokonywać automatycznie w zależności od tego, która linia jest aktualnie aktywna. Należy również wprowadzić sygnalizację napięcia na szynach, w przypadku gdy którakolwiek z linii znajduje się pod napięciem.

Tab. 6.8. Definicje wejść i wyjść układu SZR z rezerwą jawną

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku – załączenie/wyłączenie napięcia w linii podstawowej L1
I02	przycisk I2 na stanowisku – załączenie/wyłączenie napięcia w linii rezerwowej L2
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku – obecność napięcia w linii L1
Q02	lampka Q2 na stanowisku – załączenie wyłącznika W1
Q03	lampka Q3 na stanowisku – obecność napięcia w linii L2
Q04	lampka Q4 na stanowisku – załączenie wyłącznika W2
Q05	lampka Q5 na stanowisku – obecność napięcia na szynach układu

Program nr 10. – Samoczynne załączanie rezerwy z rezerwą ukrytą

Rezerwa jest nazywana ukrytą jeżeli oba źródła zasilania nie są w pełni obciążone w normalnym stanie pracy i możliwe jest przejście całego obciążenia przez jedno źródło w przypadku zaniku napięcia w drugim. Na rys. 6.4. przedstawiony jest schemat układu SZR z rezerwą ukrytą. Sekcje szyn połączone wyłącznikiem W3 zasilane są autonomicznie przez linie L1 i L2. w każdej z linii znajduje się wyłącznik – odpowiednio W1 i W2. Jeżeli w obu liniach stwierdzona jest obecność napięcia, wyłączniki W1 i W2 powinny być załączone, a wyłącznik W3 otwarty. Jeżeli jedna z linii zostanie pozbawiona zasilania, jej wyłącznik zostaje otwarty, a załączony zostaje wyłącznik sekcyjny W3 zapewniając rezerwowe zasilanie drugiej sekcji. w przypadku powrotu zasilania do pozbawionej wcześniej napięcia linii układ powraca do stanu normalnej pracy. Wszystkie wymienione działania realizowane są automatycznie.

**Rys. 6.4.** Schemat układu SZR z rezerwą ukrytą

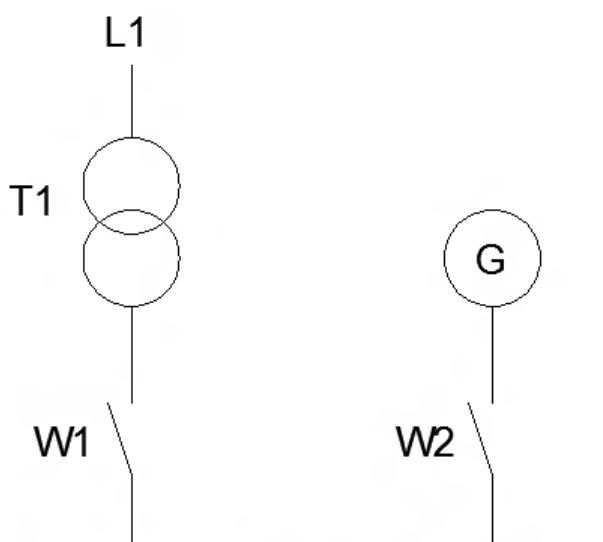
Zaprogramować przekaźnik easy tak, by realizował funkcję SZR z rezerwą ukrytą. Załączenie bądź wyłączenie napięcia w poszczególnych liniach powinno być dokonywane z poziomu przycisków na stanowisku laboratoryjnym, natomiast zmiana konfiguracji układu (zamykanie i otwieranie odpowiednich wyłączników) powinna się dokonywać automatycznie w zależności od tego, która linia jest aktualnie aktywna.

Tab. 6.9. Definicje wejść i wyjść układu SZR z rezerwą ukrytą

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku – załączenie/wyłączenie napięcia w linii L1
I02	przycisk I2 na stanowisku – załączenie/wyłączenie napięcia w linii L2
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku – obecność napięcia w linii L1
Q02	lampka Q2 na stanowisku – załączenie wyłącznika W1
Q03	lampka Q3 na stanowisku – obecność napięcia w linii L2
Q04	lampka Q4 na stanowisku – załączenie wyłącznika W2
Q05	lampka Q5 na stanowisku – załączenie wyłącznika W3

Program nr 11. – Samoczynne załączanie rezerwy z dodatkowym generatorem

Szczególnym przypadkiem SZR z rezerwą jawną jest zastosowanie jako zasilania rezerwowego generatora. Schemat układu widoczny jest na rys. 6.5. Zasilaniem podstawowym jest linia L1 z transformatorem T1 załączana przez wyłącznik W1. Wyłącznikiem łączącym generator G z szynami układu jest wyłącznik W2. w stanie normalnej pracy (obecność napięcia w linii L1) powinien być załączony wyłącznik W1. w przypadku przerwy w zasilaniu linia powinna zostać odłączona, a załączony powinien zostać generator i wyłącznik W2. w przypadku powrotu napięcia w linii L1 automatycznie przywracane jest zasilanie podstawowe, a generator jest wyłączany i odłączany od reszty układu. Niemożliwe jest jednoczesne przyłączenie do szyn układu linii L1 i generatora.



Rys. 6.5. Schemat układu SZR z dodatkowym generatorem

Zaprogramować przekaźnik easy tak, by realizował funkcję SZR z dodatkowym generatorem. Załączenie bądź wyłączenie napięcia w linii powinno być dokonywane z poziomu przycisków na stanowisku laboratoryjnym, natomiast zmiana konfiguracji układu (zamykanie i otwieranie odpowiednich wyłączników) powinna się dokonywać automatycznie w zależności od tego, czy linia L1 znajduje się pod napięciem czy nie. Należy również wprowadzić sygnalizację napięcia na szynach, w przypadku gdy jakiegokolwiek źródło napięcia jest załączone.

Tab. 6.10. Definicje wejść i wyjść układu SZR z dodatkowym generatorem

WEJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
I01	przycisk I1 na stanowisku – załączenie/wyłączenie napięcia w linii L1
WYJŚCIA	
<i>Symbol</i>	<i>Funkcja</i>
Q01	lampka Q1 na stanowisku – obecność napięcia w linii L1
Q02	lampka Q2 na stanowisku – załączenie wyłącznika W1
Q03	lampka Q3 na stanowisku – załączenie generatora G
Q04	lampka Q4 na stanowisku – załączenie wyłącznika W2
Q05	lampka Q5 na stanowisku – obecność napięcia na szynach układu

Literatura

1. Brock S. i inni: Sterowniki Programowalne. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2000.
2. Kasprzyk J.: Programowanie sterowników przemysłowych. WNT, Warszawa 2006.
3. Bauerfeind D.: Instrukcja obsługi easy800- przekaźniki programowalne. Moeller, 2002.
4. Janik P. i inni: Przełączniki programowalne easy w wybranych procesach automatyzacji i sterowania. Moeller.
5. EASY i MFD-Titan w praktyce. Moeller.
6. easySoft 6 Pomoc. Moeller.
7. Sterowanie, komunikacja i wizualizacja – easy, MFD. Moeller.