Programowanie sterownika LOGO!

Standardowe języki programowania PLC – FBD.

Dr inż. Patrycja Paduchowicz

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Politechnika Wrocławska

Sterownik Siemens LOGO!

Sterownik Siemens LOGO! Zaliczany jest do sterowników kompaktowych. Jest to sterownik modułowy – można go rozbudować o dodatkowe moduły wejść/wyjść lub moduły komunikacyjne. Jest w stenie obsłużyć 24 wejścia cyfrowe, 20 wyjść cyfrowych oraz 8 wejść i wyjść analogowych.
Najnowsze sterowniki LOGO! mają bezpośrednie połączenie z wirtualną bazą danych.

Zdjęcie pochodzi ze strony:
https://www.siemens.com/pl/pl/produkty/automatyka/systemy/simatic-controllers/logo.html#Portfolio

Zastosowanie sterownika Siemens LOGO!

LOGO! służy do obsługi urządzeń domowych, instalacji elektrycznych np. oświetlenia klatki schodowej, oświetlenia zewnętrznego, markiz, zasłon, oświetlenia wystawy sklepowej itp., zastępuje aparaturę szafki rozdzielczej i sterowniki urządzeń mechanicznych jak np. systemy sterowania bramą, klimatyzacja, pompa deszczówki itp.

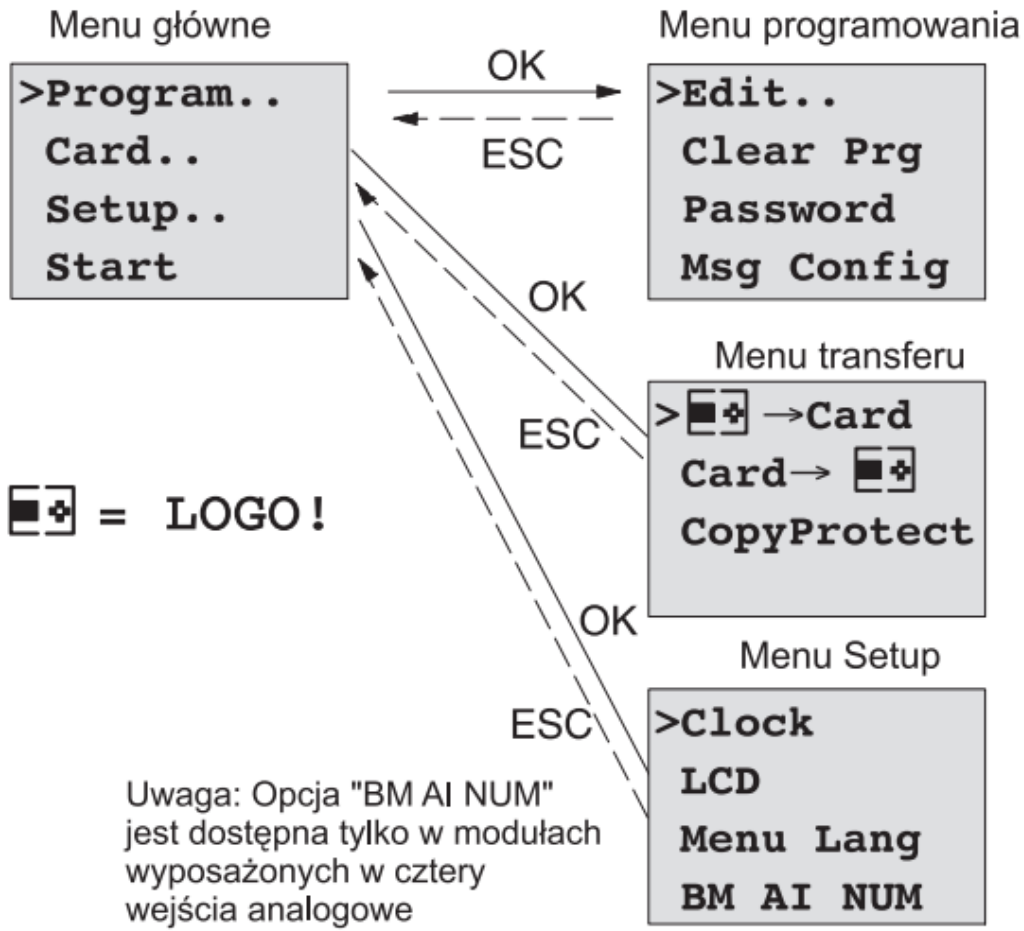
LOGO! znajduje również zastosowanie w wyspecjalizowanych systemach obsługi cieplarni i szklarni, przetwarzania sygnału, a także, poprzez połączenie z modułem komunikacyjnym jak np. AS-i, do celów rozproszonej obsługi maszyn i procesów przemysłowych. Do zastosowań seryjnych w małych urządzeniach, aparatach, szafkach rozdzielczych i systemach sterujących instalacji elektrycznych dostępne są specjalne wersje LOGO! Pozbawione panelu sterowniczego i wyświetlacza.

Menu sterownika Siemens LOGO!

Po podłączeniu zasilania i włączeniu sterownika na wyświetlaczu powinien pojawić się komunikat:

```
No Program
Press ESC
```

Po włączeniu klawisza ESC przechodzimy do menu głównego sterownika.



Zamieszczone zdjęcia pochodzą z podręcznika LOGO! Wydanie 9

FBD – Function Block Diagram

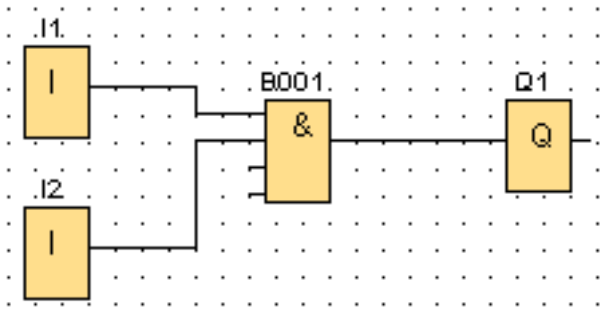
Język FBD (ang. *Function Block Diagram* – funkcjonalny schemat blokowy) to inaczej graficzny język programowania, który bazuje na przepływie sygnału pomiędzy blokami funkcyjnymi, funkcjami oraz bramkami logicznymi. Przepływ sygnału w języku FBD przedstawiony jest za pomocą graficznego połączenia poszczególnych bloków funkcyjnych lub funkcji. W przypadku złożonych operacji wystarczy połączyć bloki logiczne gałęziami.

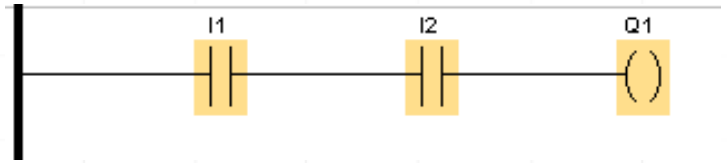
W języku FBD, podobnie jak w LD, instrukcje realizowane są zaczynając od lewej strony, następnie od góry do dołu programu.

Różnice pomiędzy językami FBD i LD

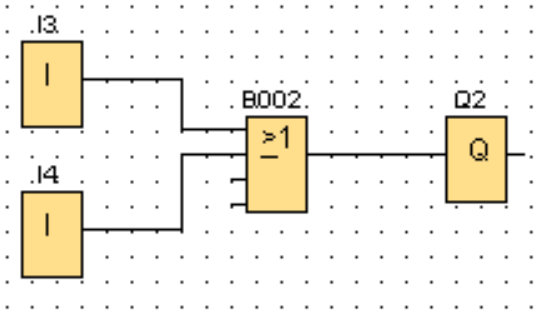
Sposób programowania w obydwu językach jest bardzo podobny. Opierają się on na graficznym przepływie sygnału pomiędzy poszczególnymi elementami. Sposób zapisu programu jest bardzo przejrzysty.

Wraz ze zwiększeniem stopnia skomplikowania algorytmu, rośnie przewaga języka FBD nad językiem LD. Wynika ona głównie z tego, że w języku FBD wszystkich funkcji należy używać jawnie.

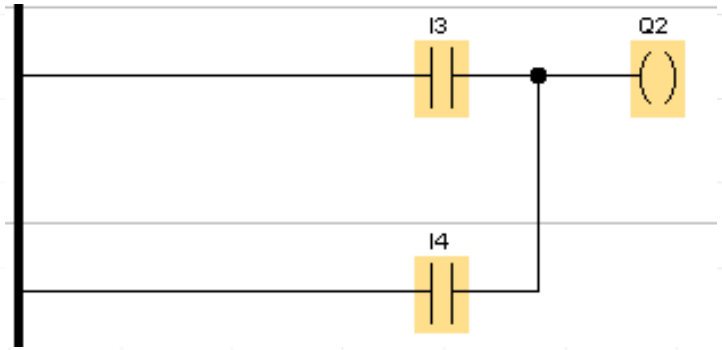




Po lewej: Funkcja AND w języku FBD.
U góry Funkcja AND w języku LD.



Funkcja OR w języku FBD.



Funkcja OR w języku LD.

Konektory

Moduły LOGO! są wyposażone w zaciski wejściowe i wyjściowe, które nazywa się konektorami.

Każde wejście oznaczone jest literą I oraz numerem. Jeśli patrzymy na urządzenie z przodu, zaciski wejściowe znajdują się najczęściej u góry.

Każde wyjście oznaczone jest literą Q oraz numerem. Zaciski wyjściowe znajdują się u dołu urządzenia.

Zdjęcie pochodzi ze strony:
https://sklep.mechatronik.pl/produkt/zestaw-dydaktyczny-logo-8-230v/

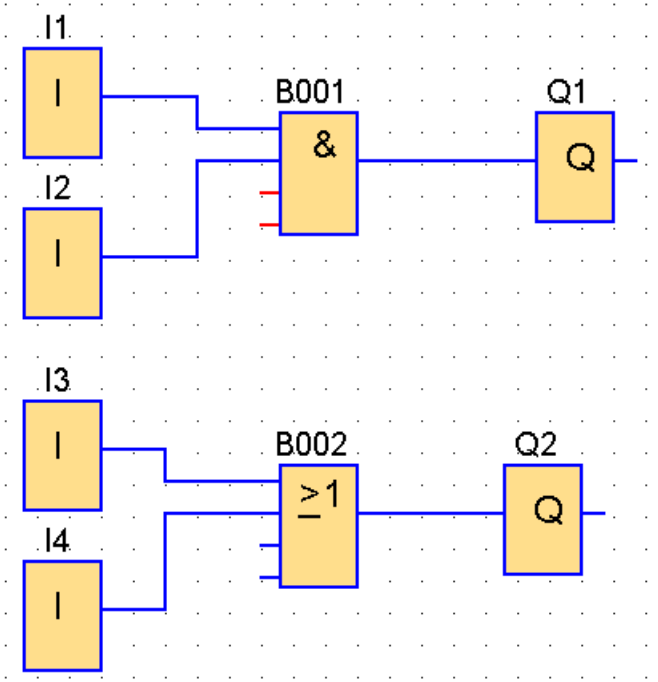
Konektory

Stan logiczny wejścia/wyjścia określa się jako 0 lub 1.

Stan 0 oznacza brak napięcia o odpowiedniej wartości na danym wejściu. Natomiast stan 1 oznacza, że na tym wejściu jest napięcie o wymaganej wartości.

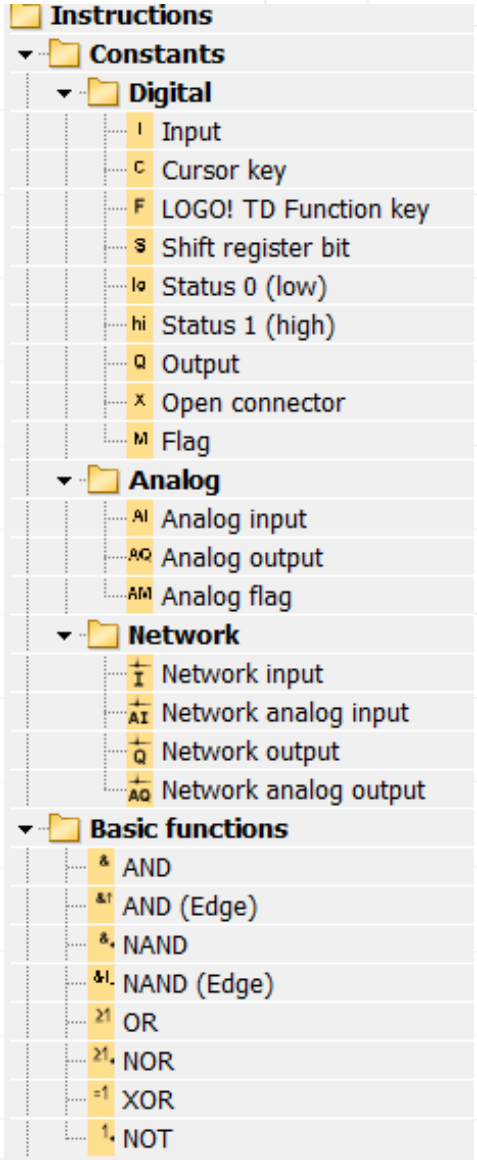
W celu ułatwienia programowania konektory oznaczono jako „hi”, „lo” oraz „x”: „hi” (high – wysoki poziom napięcia) odpowiada stanowi 1, „lo” (low – niski poziom napięcia) odpowiada stanowi 0.

Nie ma konieczności użycia wszystkich konektorów w bloku. Nieużywanym konektorom program automatycznie przypisuje taki stan, który zapewni poprawne działanie danego bloku i oznacza się je jako „x”.

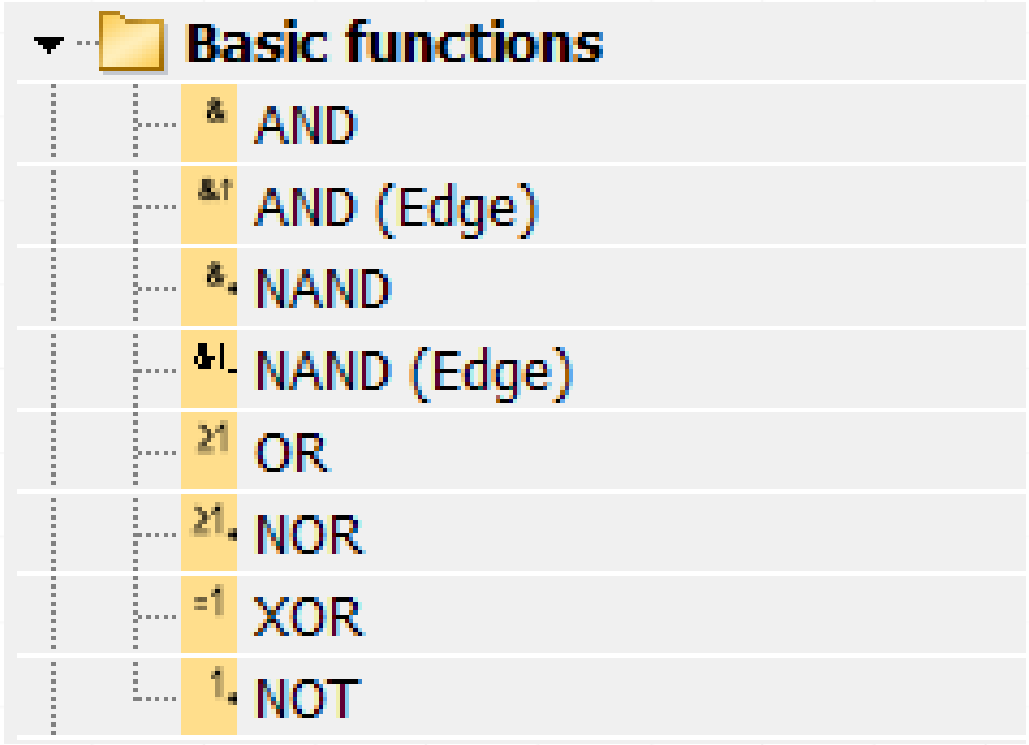


Bloki

Blok w LOGO! to funkcja używana w celu określenia sposobu przekształcenia sygnału wejściowego na wyjściowy. Bez pomocy oprogramowania sterującego trzeba by łączyć pojedyncze elementy w szafce sterowniczej lub rozdzielczej za pomocą przewodów. Programowanie LOGO! polega na wzajemnym łączeniu bloków.
W tym celu należy wybrać odpowiednie połączenie z menu Instructions.

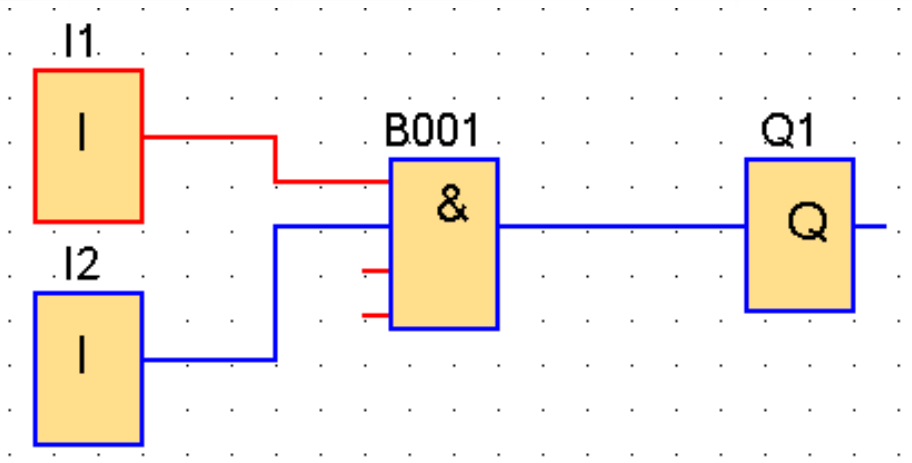


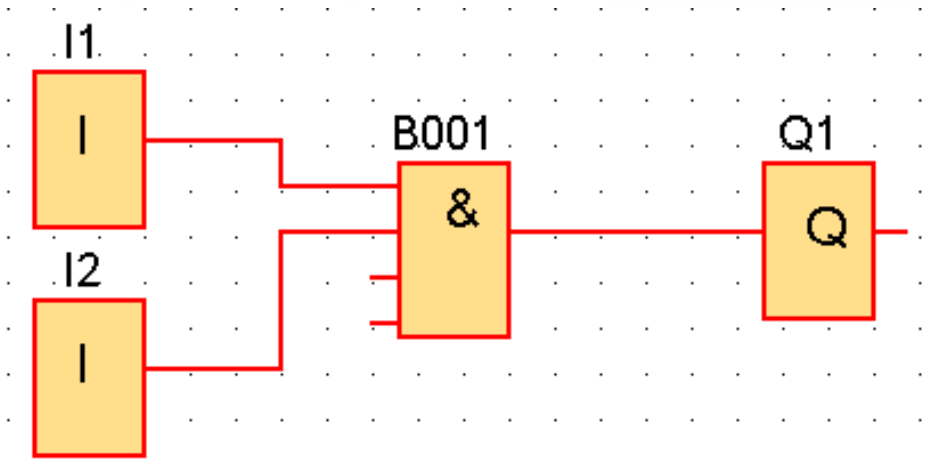
Funkcje podstawowe – Basic functions



Funkcja AND

Blok AND przyjmuje na wyjściu stan 1 (high), jeśli stan na każdym z wejść ma wartość 1, tzn. wszystkie styki są zwarte.
Wejście nieużywane (x) domyślnie przyjmuje stan: x=1.

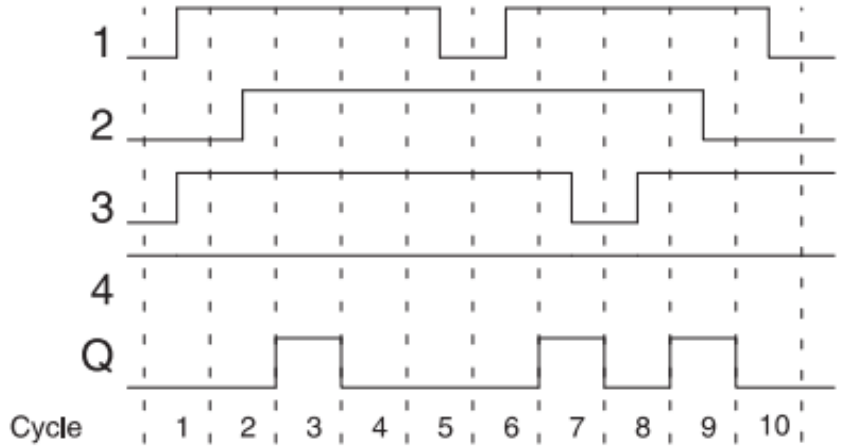


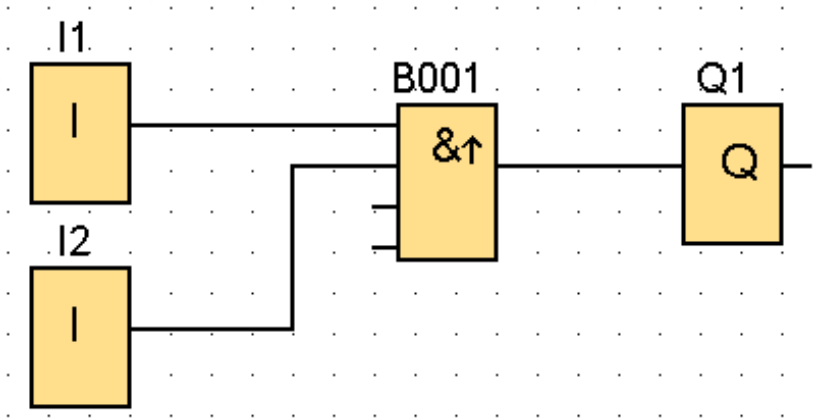


Funkcja AND (Edge)

Wyjście bloku AND z pamięcią stanu przyjmuje stan 1, jeśli stany na wszystkich wejściach mają wartość 1 i przynajmniej jedno wejście w poprzednim cyklu miało stan 0.
Wejście nieużywane (x) domyślnie przyjmuje stan: x=1.

Wykres czasowy sygnałów w bloku AND z pamięcią stanu:

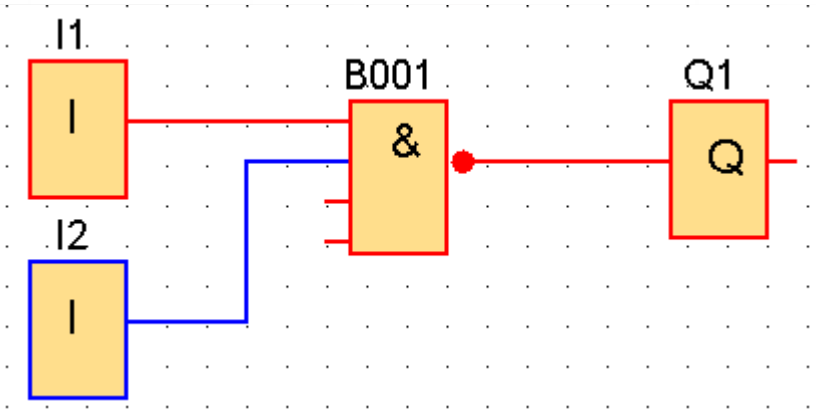


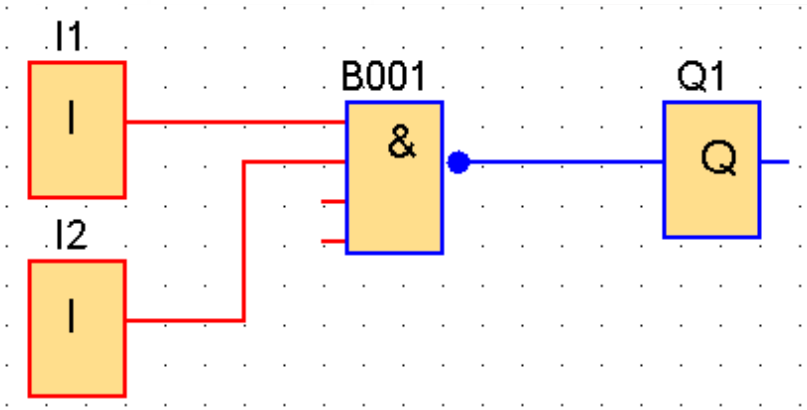


Zamieszczone zdjęcie pochodzi z podręcznika LOGO! Wydanie 9

Funkcja NAND – zaprzeczenie AND

Na wyjściu bloku NAND pojawia się stan 0, gdy na każdym wejściu mamy stan wysoki 1, tzn. wszystkie styki są zwarte.
Wejście nieużywane (x) domyślnie przyjmuje stan: x=1.

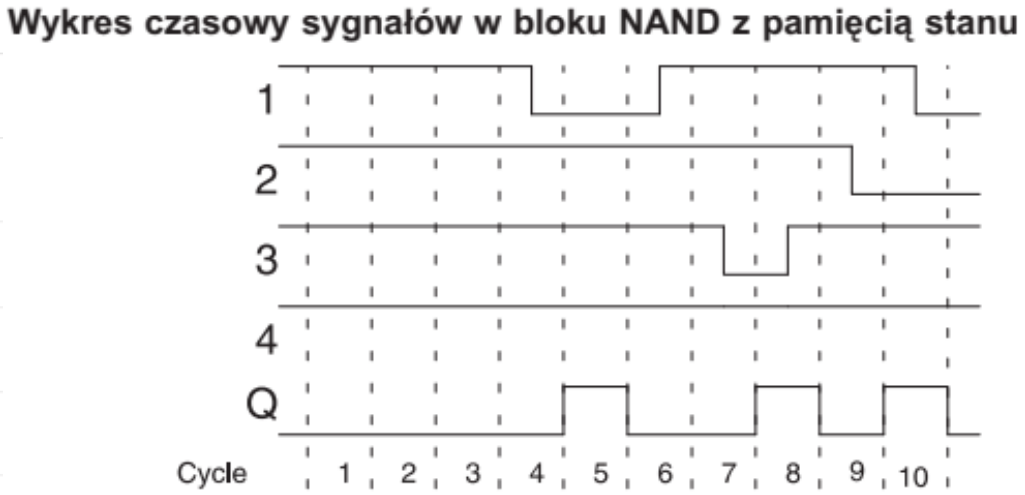


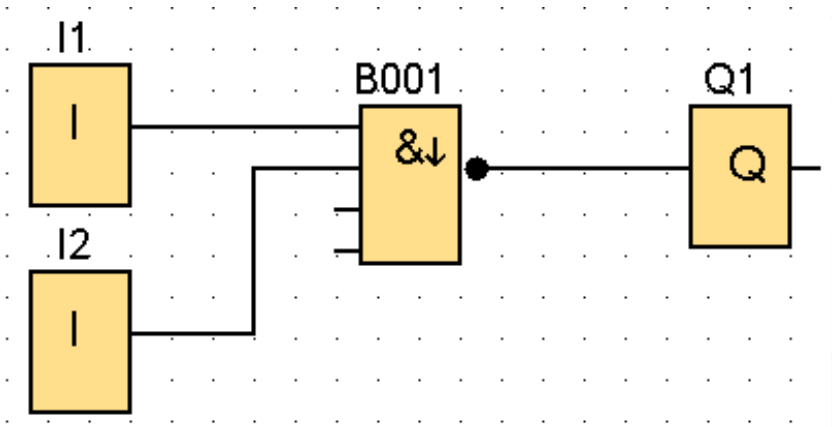


Funkcja NAND (Edge)

Wartość wyjściowa bloku NAND z pamięcią stanu wynosi 1, jeżeli wszystkie wejścia w poprzednim cyklu miały stan 1 i co najmniej jedno z nich zmieniło stan na 0.

Wejście nieużywane (x) domyślnie przyjmuje stan: x=1

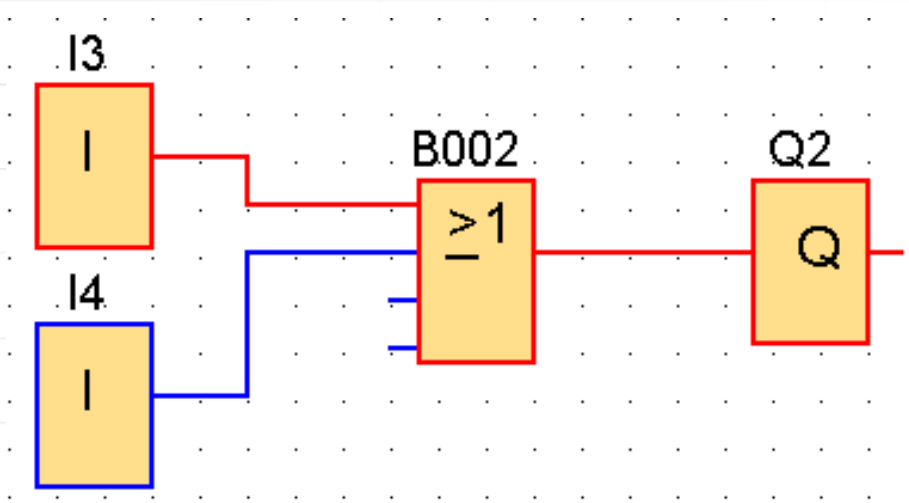


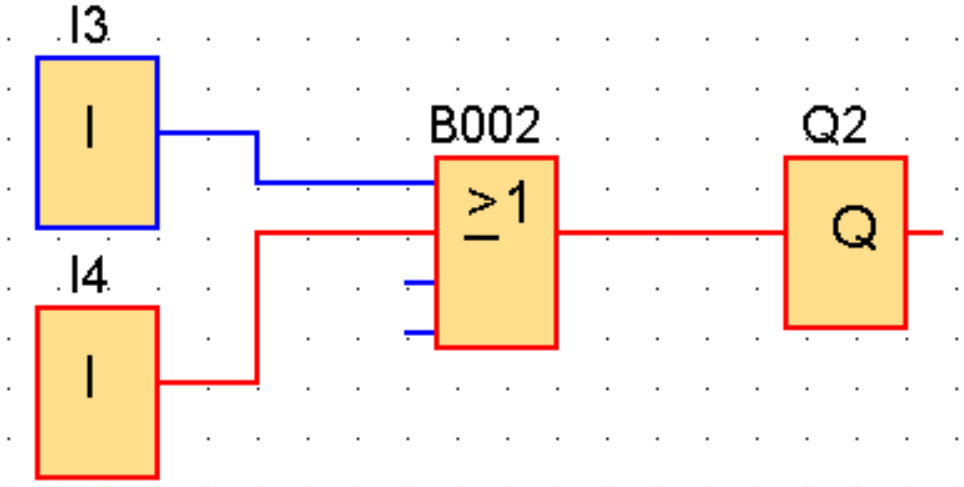


Zamieszczone zdjęcie pochodzi z podręcznika LOGO! Wydanie 9

Funkcja OR

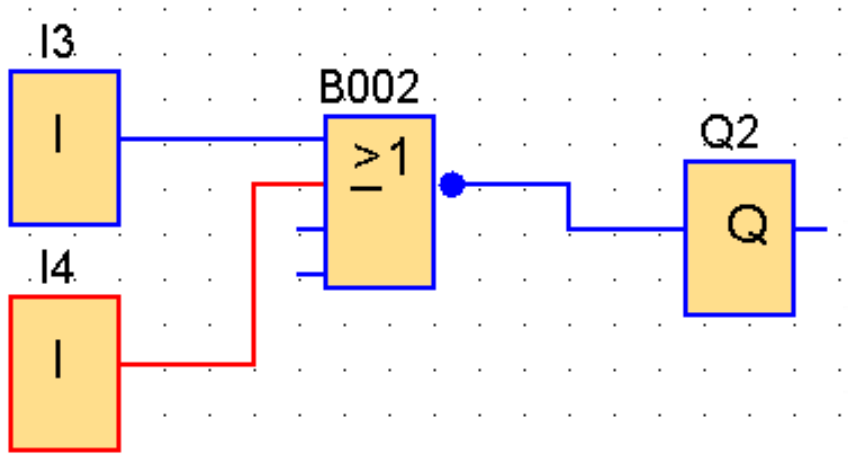
Na wyjściu bloku OR pojawia się stan 1, jeśli przynajmniej jedno wejście ma stan 1, czyli przynajmniej jeden zestyk jest zwarty.
Wejście nieużywane (x) przyjmuje stan: x=0.

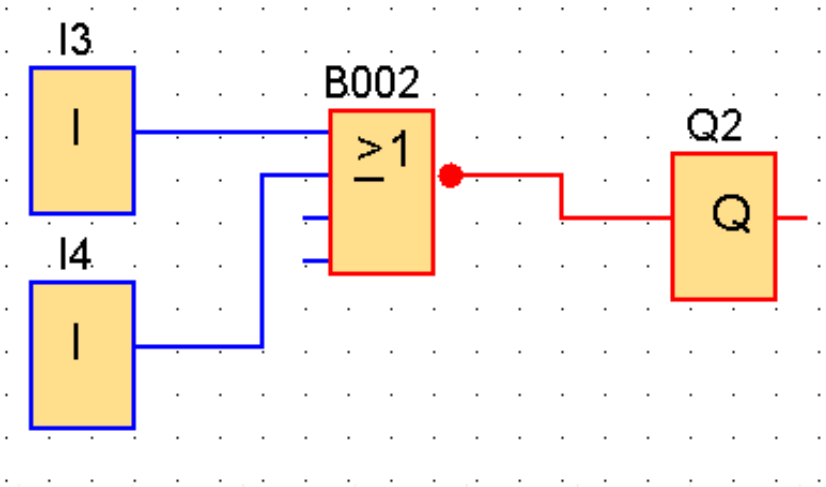




Funkcja NOR – zaprzeczenie OR

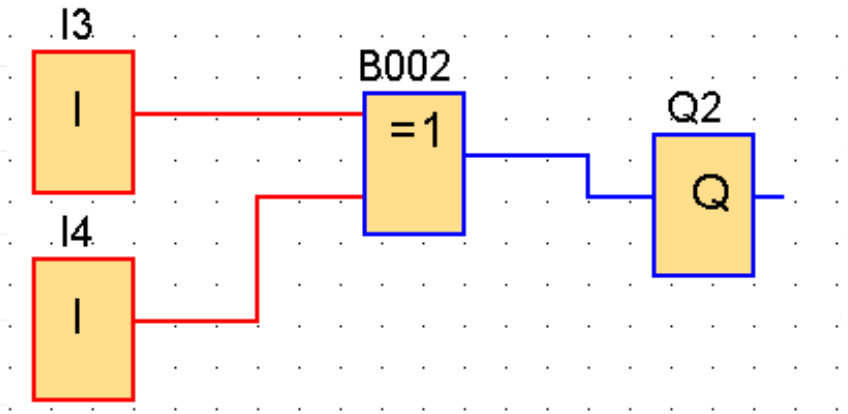
Na wyjściu bloku NOR pojawia się stan 1, gdy na każdym wejściu mamy stan niski 0, tzn. wszystkie styki są otwarte. Styk NOR wraca do stanu niskiego 0, jeżeli na co najmniej jednym wejściu pojawia się stan wysoki 1. Wejście nieużywane (x) domyślnie przyjmuje stan: x=0.

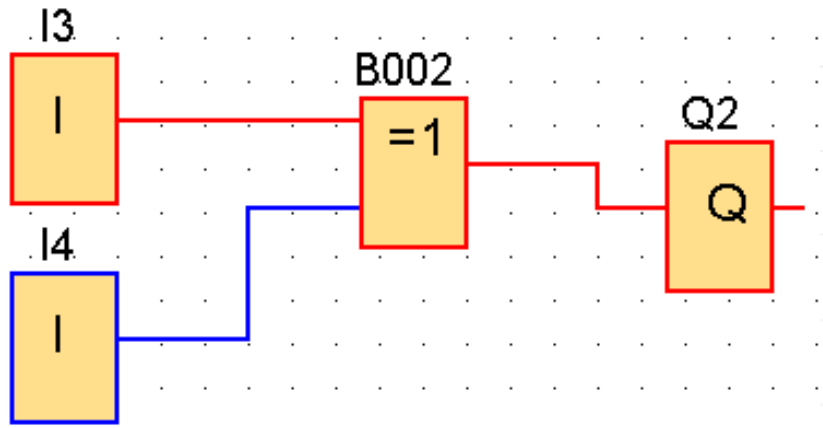




Funkcja XOR – nierównoważność

Na wyjściu bloku XOR pojawia się stan 1, jeśli na wejściu podano różne stany logiczne.
Wejście nieużywane (x) przyjmuje stan: x=0.

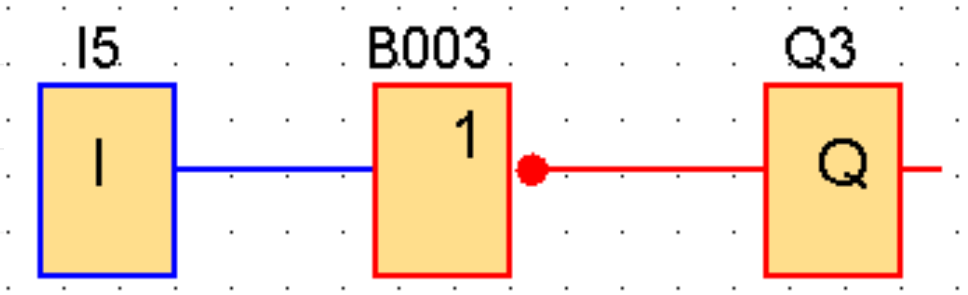


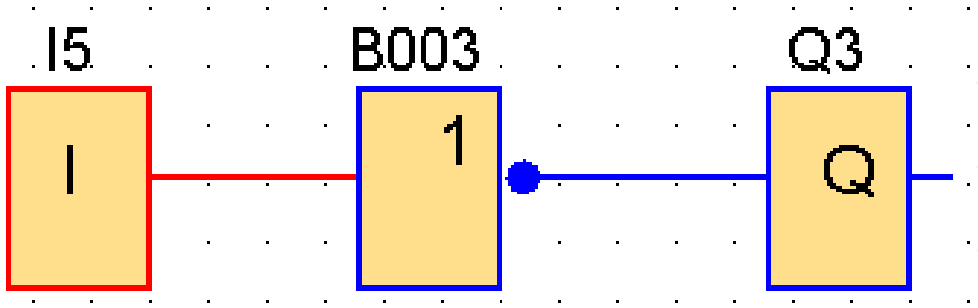


Funkcja NOT – zaprzeczenie

Blok logiczny NOT neguje stan podany na wejściu.

Na wyjściu bloku pojawia się sygnał 1 jeżeli sygnał wejściowy ma stan 0.

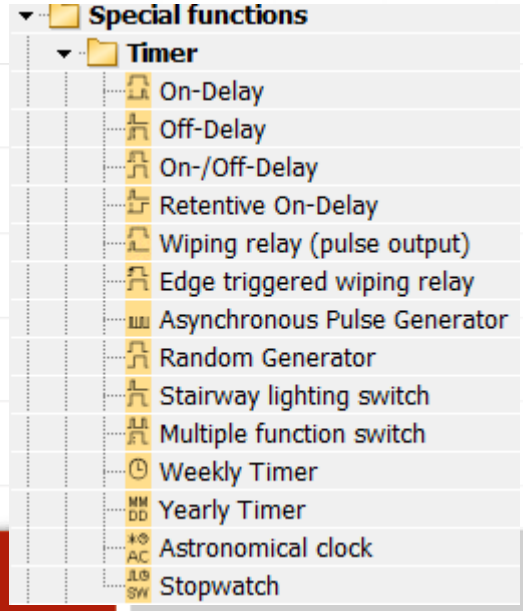


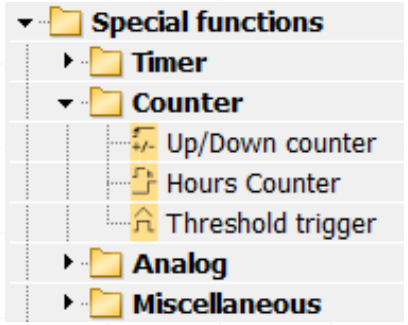


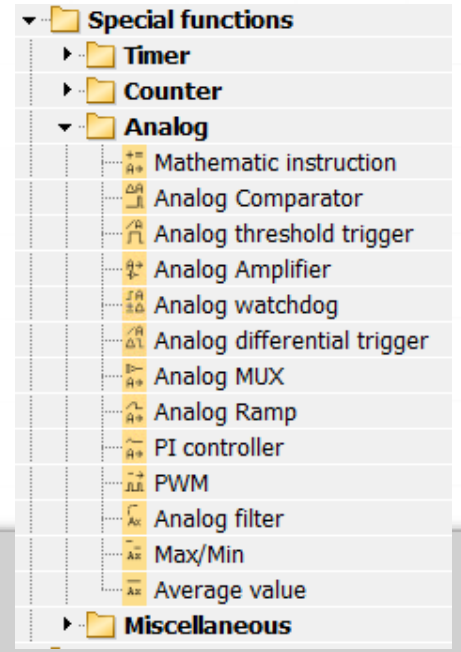
Funkcje specjalne – Special functions

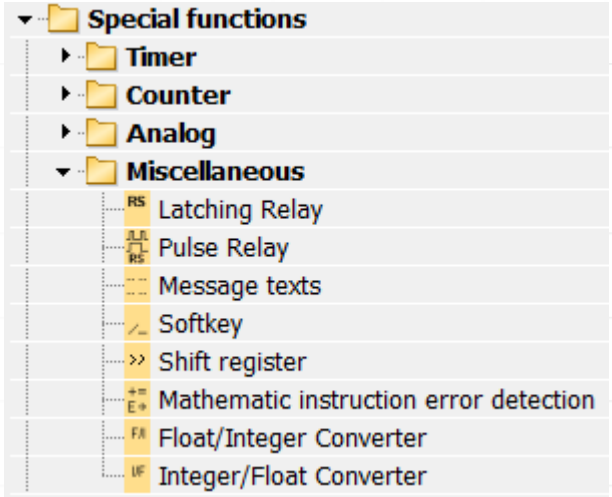
Pierwszym aspektem odróżniającym funkcje specjalne od funkcji podstawowych jest oznaczenie wejść.

Do funkcji specjalnych należą m.in. Funkcje czasowe, wykorzystujące pamięć trwałą, pozwalające na różnorodne modyfikacje parametrów tak, aby dostosować program do potrzeb użytkownika.









Wejścia logiczne używane w funkcjach specjalnych

- **S (set – ustaw):** Wejście S nadaje wyjściu stanu 1.
- **R (reset – wyzeruj):** Wejście to jest nadrzędne w stosunku do wszystkich pozostałych wejść i nadaje wyjściu stan 0.
- **Trg (trigger – uruchom):** Wejście uruchamia blok.
- **Cnt (count – zliczaj):** Wejście zliczające impulsy.
- **Fre (frequency):** Wejście do pomiaru częstotliwości sygnału.
- **Dir (direction):** Wejście pozwala np. na określanie kierunku zliczania.
- **En (enable – włącz):** Sygnał na tym wejściu uaktywnia funkcję bloku. Jeśli wejście to ma stan 0, blok ignoruje wszelkie inne sygnały.
- **Inv (invert):** Sygnał na tym wejściu powoduje negowanie stanu sygnału wyjściowego.
- **Ral (reset all – wyzeruj wszystko):** Zeruje wszystkie wartości robocze bloku.

Konektor x na wejściach funkcji specjalnych

Wejścia funkcji specjalnych oznaczone jako x domyślnie przyjmują stan 0 (poziom niski).

Wejścia parametrów używane w funkcjach specjalnych

Do niektórych wejść nie podłącza się sygnału, ale przyporządkowuje im się określone parametry. Oto przykłady takich wejść:

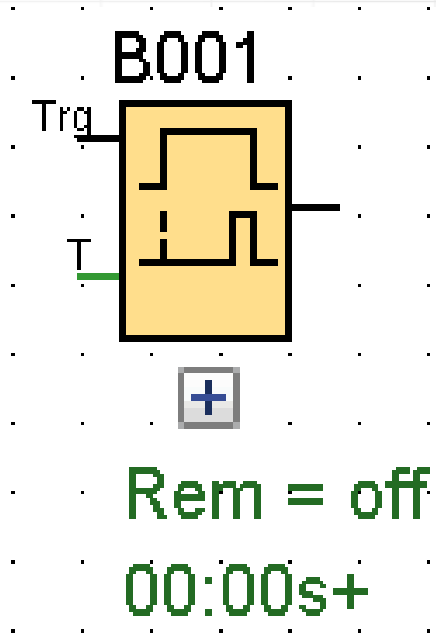
- **Par (parameter):** Wejście służy do określania parametrów bloku – czasu, wartości progowych itd.
- **No (cam):** Służy do określania parametrów czasowych.
- **P (priority):** Wejście służące do ustalania priorytetów. Pozwala na określanie, czy komunikat ma w trybie RUN uzyskać potwierdzenie użytkownika

Timer On-Delay

Opóźnienie włączenia

Parametry:

- Trg – wykrywa zbocze narastające – przy zmianie sygnału wejściowego z 0 na 1 rozpoczyna się odliczanie czasu.
- T – określa czas, po którym wartość wyjściowa zmieni się ze stanu 0 na 1.
- Wyjście Q – stan wyjścia zmieni się z 0 na 1 po upływie zadanego czasu T, pod warunkiem, że parametr Trg nadal będzie w stanie wysokim.

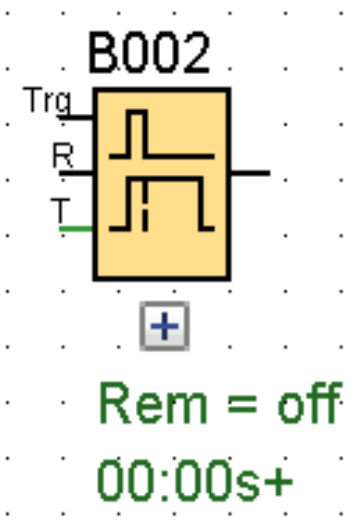


Timer Off-Delay

Opóźnienie wyłączenia

Parametry:

- Trg – wykrywa zbocze narastające – przy zmianie sygnału wejściowego z 1 na 0 rozpoczyna się odliczanie czasu.
- R – zeruje licznik czasu i resetuje wartość Q (zmienia na 0 jeżeli jest w stanie 1).
- T – określa czas, po którym wartość wyjściowa zmieni się ze stanu 1 na 0.
- Wyjście Q – stan wyjścia zmieni się z 0 na 1 po wykryciu wartości 1 na wejściu Trg. Wartość Q zmieni się na 0 po upływie czasu T.

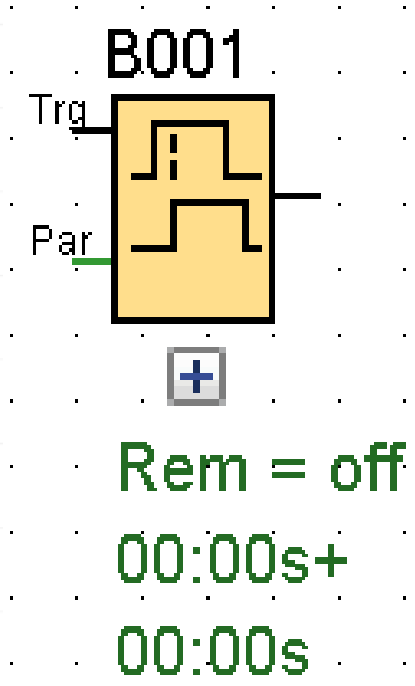


Timer On-/Off-Delay

Opóźnienie włączenia i wyłączenia

Parametry:

- Trg – wykrywa zbocze narastające. Przy zmianie sygnału wejściowego z 0 na 1 rozpoczyna się odliczanie czasu T_H. przy zmianie sygnału wejściowego z 1 na 0 rozpoczyna się odliczanie czasu T_L.
- Par:
  - T_H – określa czas, po którym wartość wyjściowa zmieni się ze stanu 0 na 1.
  - T_L – określa czas, po którym wartość wyjściowa zmieni się ze stanu 1 na 0.
  - R – podtrzymanie aktywne.
- Wyjście Q – po wykryciu wartości 1 na wejściu Trg stan wyjścia zmieni się z 0 na 1 po upływie zadanego czasu T_H, pod warunkiem, że parametr Trg nadal będzie w stanie wysokim. Po wykryciu wartości 0 na wejściu Trg stan wyjścia zmieni się z 1 na 0 po upływie zadanego czasu T_H, pod warunkiem, że parametr Trg nadal będzie w stanie niskim.



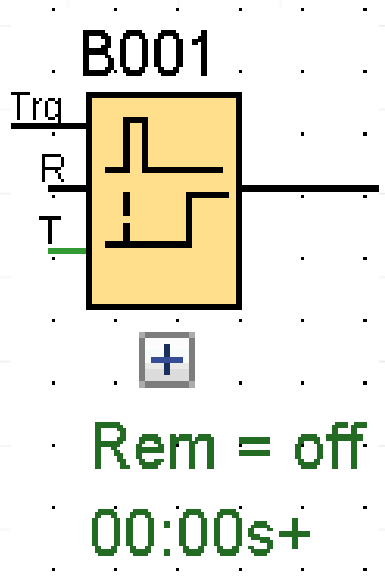
Jeśli nie uaktywniono opcji podtrzymania pamięci, przerwa w zasilaniu powoduje wyzerowanie wyjścia Q i pozostałego do odliczenia czasu.

Timer Retentive On-Delay

Opóźnienie z podtrzymaniem

Parametry:

- Trg – wykrywa zbocze narastające. Przy zmianie sygnału wejściowego z 0 na 1 rozpoczyna się odliczanie czasu T.
- R- zeruje licznik czasu. Wymusza stan 0 na wyjściu.
- Parametry:
  - T – odlicza czas po którym nastąpi zmiana sygnału 0 na 1 na wyjściu Q.
  - R – podtrzymanie pamięci aktywne.
- Wyjście Q – wyjście zmienia stan z 0 na 1 po upływie zadanego czasu T (niezależnie od stanu na wejściu Trg).



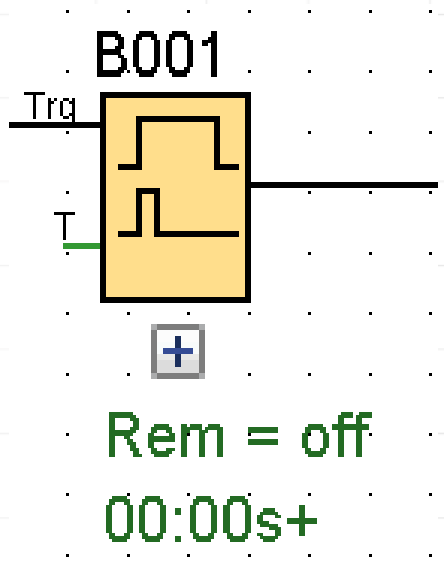
Jeśli nie uaktywniono opcji podtrzymania pamięci, przerwa w zasilaniu powoduje wyzerowanie wyjścia Q i pozostałego do odliczenia czasu.

Wiping relay (pulse output)

Przekaźnik czasowy z wyjściem impulsowym

Parametry:

- Trg –przy zmianie sygnału wejściowego z 0 na 1 rozpoczyna się odliczanie czasu T.
- T – odlicza czas po którym nastąpi zmiana sygnału 1 na 0 na wyjściu Q.
- R – podtrzymanie pamięci aktywne.
- Wyjście Q – wyjście zmienia stan z 0 na 1 przy zmianie sygnału wejściowego Trg z 0 na 1 i jest w stanie wysokim przez określony czas T, chyba, że wcześniej sygnał wejściowy Trg zmieni się na 0.



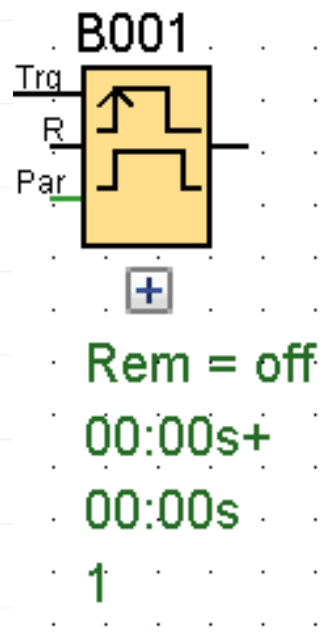
Jeśli nie uaktywniono opcji podtrzymania pamięci, przerwa w zasilaniu powoduje wyzerowanie wyjścia Q i pozostałego do odliczenia czasu.

Edge triggered wiping relay

Przekaźnik czasowy wyzwalany zboczem

Parametry:

- Trg –przy zmianie sygnału wejściowego z 0 na 1 rozpoczyna się odliczanie czasu T.
- R – zeruje licznik czasu T i wyjście Q.
- Parametry:
  - T_L – okres braku impulsu,
  - T_H – okres impulsu,
  - Określa liczbę cykli impuls – brak impulsu w zakresie 1-9.
  - R – podtrzymanie pamięci aktywne
- Wyjście Q – wyjście zostaje wzbudzone po okresie czasu T_L i zmienia wartość na 0 po okresie czasu T_H.



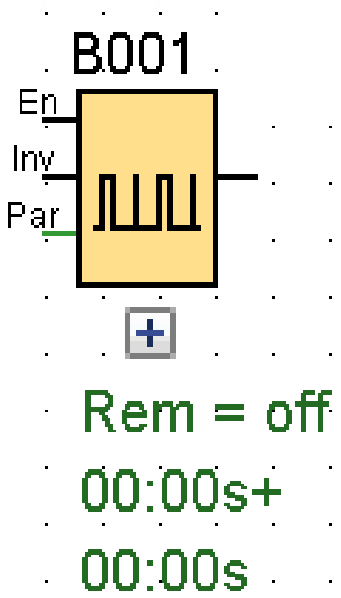
Jeśli nie uaktywniono opcji podtrzymania pamięci, przerwa w zasilaniu powoduje wyzerowanie wyjścia Q i pozostałego do odliczenia czasu.

Asynchronous Pulse Generator

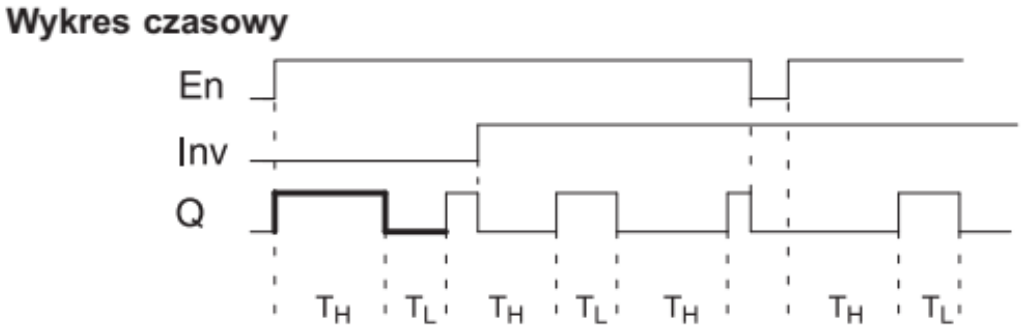
Asynchroniczny Generator Impulsów

Parametry:

- En – wejście włączające/wyłączające generator impulsów
- Inv – wejście negujące sygnał wyjściowy
- Parametry:
  - T_L – okres braku impulsu,
  - T_H – okres impulsu,
  - R – podtrzymanie pamięci aktywne
- Wyjście Q – wyjście impulsów prostokątnych.



Jeśli nie uaktywniono opcji podtrzymania pamięci, przerwa w zasilaniu powoduje wyzerowanie wyjścia Q i pozostałego do odliczenia czasu.



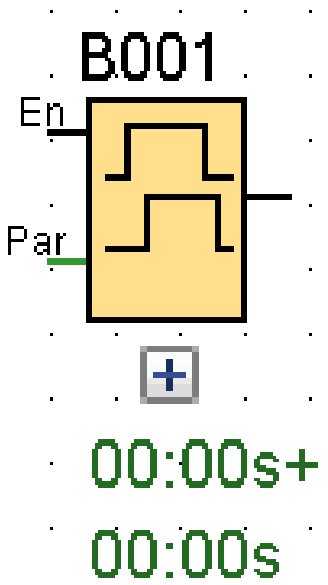
Zamieszczone zdjęcie pochodzi z podręcznika LOGO! Wydanie 9

Random Generator

Generator losowy

Parametry:

- En – zmiana stanu wejściowego z 0 na 1 powoduje rozpoczęcie odliczania losowego czasu opóźnienia załączenia. Zmiana sygnału wejściowego z 1 na 0 powoduje rozpoczęcie odliczania losowego czasu opóźnienia wyłączenia.
- Parametry:
  - T_H – maksymalny czas opóźnienia włączenia,
  - T_L – maksymalny czas opóźnienia wyłączenia,
- Wyjście Q – po upływie losowego czasu opóźnienia załączenia, wartość sygnału zmienia się z 0 na 1 pod warunkiem pozostania wejścia En w stanie wysokim. Po upływie czasu TL od momentu zmiany En z 1 na 0, wyjście Q przechodzi w stan niski.

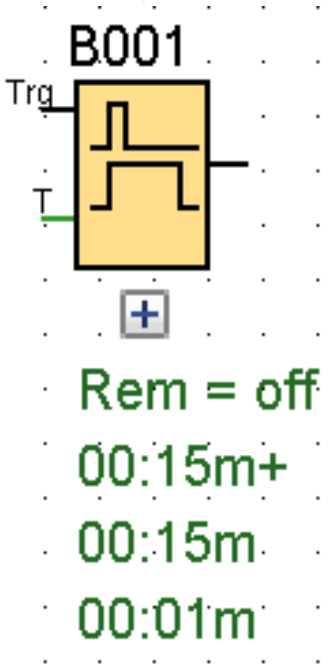


Stairway lighting switch

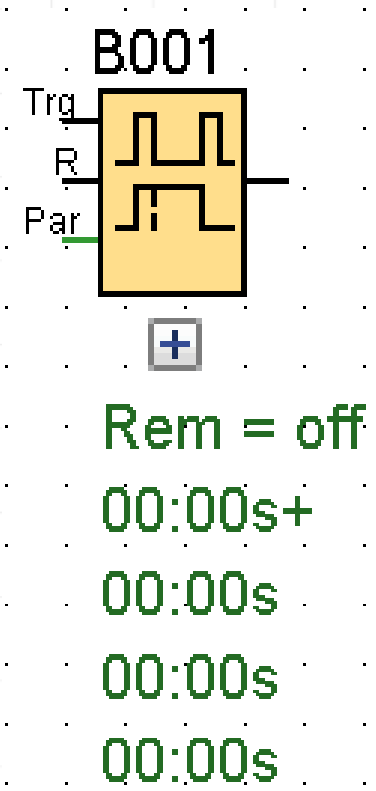
Sterownik oświetlenia schodowego

Parametry:

- Trg – wykrycie zbocza narastającego powoduje przejście wyjścia w stan wysoki. Zmiana wartości Trg z 1 na 0 powoduje rozpoczęcie odliczania czasu pozostałego do wyłączenia oświetlenia.
- Parametry:
  - T – czas po upływie którego wyjście zostaje wyzerowane,
  - T_I – czas pozostały do końca odliczania czasu T, kiedy wygenerowany zostaje sygnał ostrzegawczy,
  - T_{IL} – czas trwania sygnału ostrzegawczego,
  - R – podtrzymanie pamięci aktywne,
- Wyjście Q – po upływie czasu T sygnał zostaje wyzerowany. Przed wyzerowaniem sygnału generowany jest sygnał ostrzegawczy.



Multiple function switch



Przełącznik wielofunkcyjny

Parametry:

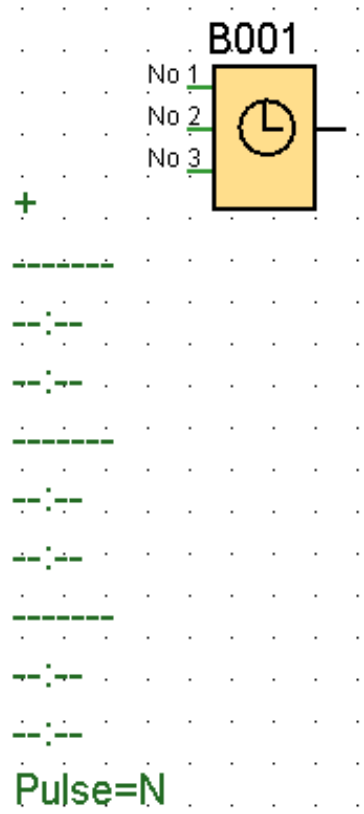
- Trg – wykrycie zbocza narastającego powoduje przejście wyjścia w stan wysoki na stałe albo w stan niski z opóźnieniem.
- R – zeruje licznik czasu i resetuje wartość Q (zmienia na 0 jeżeli jest w stanie 1).
- Parametry:
  - T – czas po upływie którego wyjście zostaje wyzerowane,
  - T_L – minimalny okres wzbudzenia wyjścia, po upływie którego pozostaje ono na stałe w stanie wysokim,
  - T_I – czas pozostały do końca odliczania czasu T, kiedy wygenerowany zostaje sygnał ostrzegawczy,
  - T_{IL} – czas trwania sygnału ostrzegawczego,
  - R – podtrzymanie pamięci aktywne,
- Wyjście Q – na skutek przejścia wejścia Trg w stan wysoki, wyjście Q przechodzi w stan wysoki. W zależności od czasu trwania impulsu Trg stan wysoki na wyjściu może powrócić do stanu 0 lub pozostać w stanie 1 na stałe albo zostać wyzerowane na skutek kolejnego impulsu na wejściu Trg.

Weekly timer

Zegar tygodniowy

Parametry:

- Cam 1, 2, 3, … – każdy parametr cam służy do określenia czasu włączenia/wyłączenia timera z uwzględnieniem dnia tygodnia i godziny.
- Par – służy do określenia czy sygnał wyjściowy ma być automatycznie zerowany czy nie (dla wszystkich cam).
- Wyjście Q – wyjście jest wzbudzone w okresie spełnienia któregoś z warunków Cam.

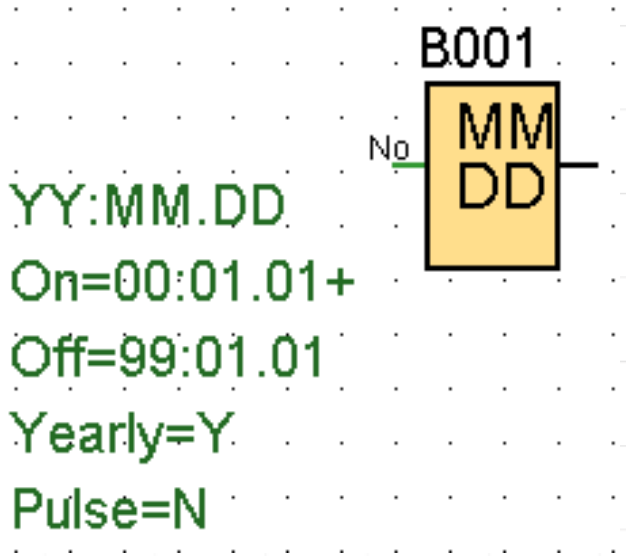


Yearly timer

Zegar roczny

Parametry:

- Cam – służy do określenia czasu włączenia/wyłączenia timera rocznego.
- Wyjście Q – wyjście jest wzbudzone w okresie spełnienia któregoś z warunku Cam.

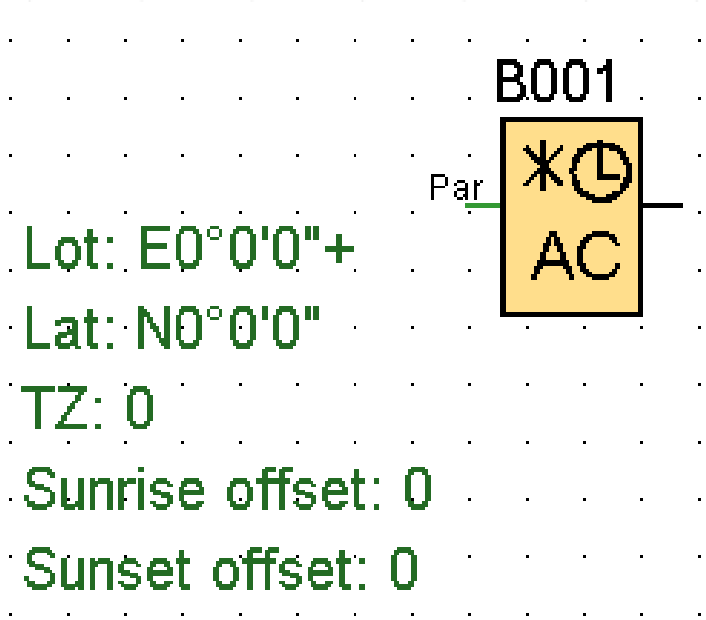


Astronomical clock

Zegar astronomiczny

Parametry:

- Informacje o lokalizacji, obejmujące długość i szerokość geograficzną, strefę czasową oraz TR (czas wschodu słońca)/TS (czas zachodu słońca).
- Q jest w stanie wysokim w czasie od wschodu słońca do zachodu słońca.

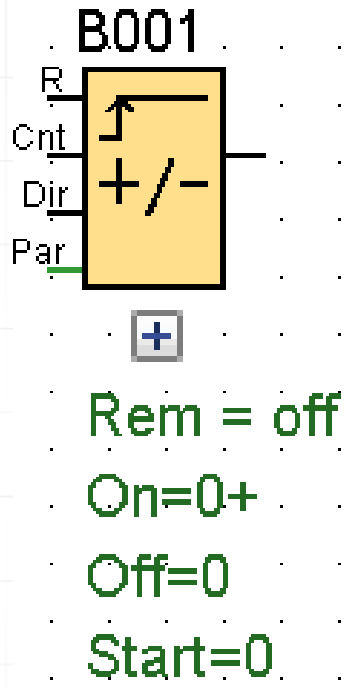


Up/down counter

Licznik zliczający w górę i w dół

Parametry:

- R – zeruje licznik i wymusza stan 0 na wyjściu Q.
- Cnt – funkcja liczy zbocza narastające.
- Dir – stan na tym wejściu określa kierunek zliczania impulsów
  - Dir = 0 – zliczanie w góre,
  - Dir =1 – zliczanie w dół,
- Par:
  - On – progowa wartość stanu licznika, przy której Q przechodzi ze stanu 0 do 1,
  - Off – progowa wartość stanu licznika przy której Q przechodzi ze stanu 1 do 0,
  - Start Val – początkowa wartość licznika,
  - R – podtrzymanie pamięci aktywne.
- Q przyjmuje wartość 0 lub 1 w zależności od tego czy licznik przekroczył wartości progowe.

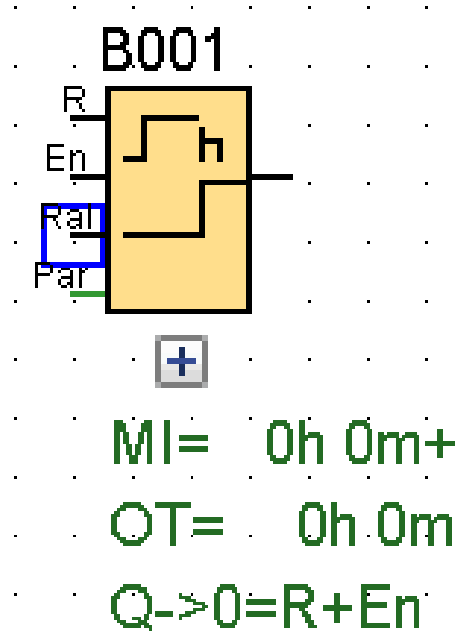


Hours counter

Licznik godzin pracy

Parametry:

- R – zmiana ze stanu 0 na 1 wymusza stan 0 na wyjściu Q . Powoduje, że zadany czas MI staje się pozostałym do odliczenia czasem MN.
- En – licznik odmierza czas tylko wtedy, gdy na tym wejściu jest 1.
- Ral – narastające zbocze na wejściu powoduje wyzerowanie licznika godzin OT i wyjścia. Zadany czas MI staje się pozostałym do odliczenia czasem.
- Par:
  - MI – zadany czas pracy urządzenia odmierzany w godzinach lub minutach,
  - OT – całkowity czas pracy urządzenia,
- Q (parametr Q -> 0) działa w dwóch trybach:
  - Tryb „R” – Q=1 jeśli MN=0; Q=0 jeśli R=1 lub Ral=1;
  - Tryb „R+En” – Q=1 jeśli MN=0; Q=0 jeśli R=1 lub Ral=1 lub En=0;

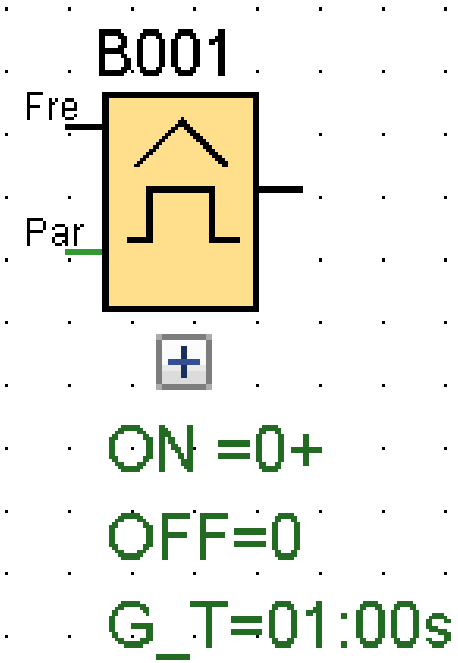


Threshold trigger

Detektor częstotliwości

Parametry:

- Fre –zliczane są narastające zbocza sygnałów (opadające nie są brane pod uwagę) o częstotliwości nie większej niż 5 kHz.
- Par:
  - On – progowa wartość przy której następuje wzbudzenie wyjścia,
  - Off – progowa wartość przy której następuje wyzerowanie wyjścia,
  - G_T – okres zliczania impulsów,
- Q – stan zmienia się z 0 na 1 i odwrotnie w zależności od częstotliwości sygnału na wejściu Fre i wartości progowych On/Off.

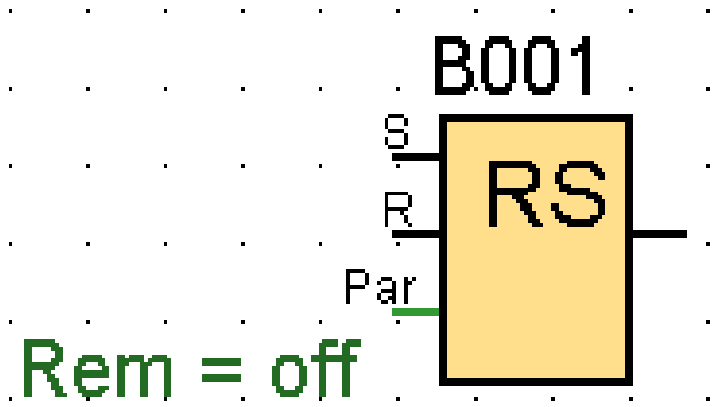


Latching Relay

Przerzutnik

Parametry:

- S (set) – sygnał wymusza stabilny stan 1 na wyjściu Q,
- R (reset) – sygnał wymusza stabilny stan 0 na wyjściu Q,
- Parametr R – aktywne podtrzymanie pamięci,
- Q – sygnał wzbudza stan wysoki na wejściu S, a zeruje stan wysoki na wejściu R.



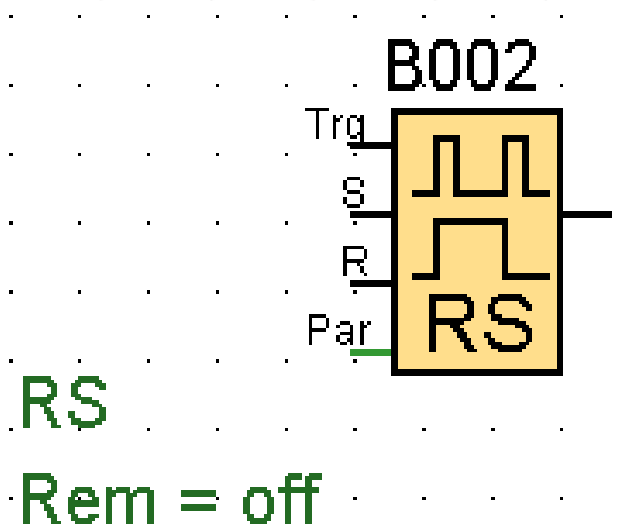
W sytuacji gdy jednocześnie wejścia S i R będą w stanie wysokim, stan na wyjściu powinien wynosić 0 ponieważ R ma wyższy priorytet.

Pulse Relay

Przerzutnik impulsowy

Parametry:

- Trg – zbocze narastające zmienia stan wyjścia Q na przeciwny.
- S (set) – sygnał wymusza stabilny stan 1 na wyjściu Q,
- R (reset) – sygnał wymusza stabilny stan 0 na wyjściu Q,
- Par – ustalenie priorytetów wejść:
  - RS – R nadrzędne względem S,
  - SR – S nadrzędne względem R,
  - R – aktywne podtrzymanie pamięci,
- Q – jeżeli wejścia S i R są w stanie 0, to zmiana sygnału Trg zmienia wartość sygnału wyjściowego na przeciwną.



Bibliografia

1. Siemens LOGO Podręcznik, wydanie 9.
2. Instrukcje Help programu LOGO! Soft Comfort
3. Tadeusz Legierski i inni, „Programowanie sterowników PLC”. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka SKALMIERSKIEGO 2008.
4. Tomasz Gilewski; „Szkoła programisty PLC Sterowniki przemysłowe”. Helion 2017.
5. Janusz Kwaśniewski; „Inteligentny dom i inne systemy sterowania w 100 przykładach”. Wydawnictwo BTC 2011.
6. https://www.astor.com.pl/poradnikautomatyka/jezyk-schematow-blokowych-fbd-kurs-programowania-w-codesys-odc-5/
7. https://iautomatyka.pl/siemens-logo-8-wielki-maly-sterownik/

Dziękuję za uwagę

Politechnika Wrocławska

Wydział Mechaniczny