

# Zaawansowane operacje logiczne. Funkcje czasowe

## SPIS TREŚCI

<b>1. CEL ĆWICZENIA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. WPROWADZENIE .....</b>	<b>2</b>
2.1. BLOKI FUNKCJONALNE .....	2
2.1.1. CEWKI SET I RESET .....	2
2.1.2. RS ORAZ SR .....	4
2.2. TIMERY .....	5
2.2.1. OPIS WEJŚĆ I WYJŚĆ W TIMERZE .....	5
2.2.2. TIMER TON .....	6
2.2.3. TIMER TOF.....	7
2.2.4. TIMER TP.....	8
2.2.5. INSTRUKCJE PT ORAZ RT .....	9
<b>3. PRZYKŁADOWE PROGRAMY .....</b>	<b>10</b>
3.1. PROGRAM I .....	10
3.2. PROGRAM II.....	12
<b>4. ZADANIA DO WYKONANIA .....</b>	<b>13</b>
<b>5. PYTANIA KONTROLNE .....</b>	<b>14</b>

## 1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z powszechnie stosowanym językiem drabinkowym (LAD), w którym zostaną przedstawione i omówione instrukcje SET i RESET oraz przełączniki czasowe (timery). W ramach ćwiczeń studenci wykonają przykładowe programy z wykorzystaniem omawianych elementów środowiska TIA Portal.

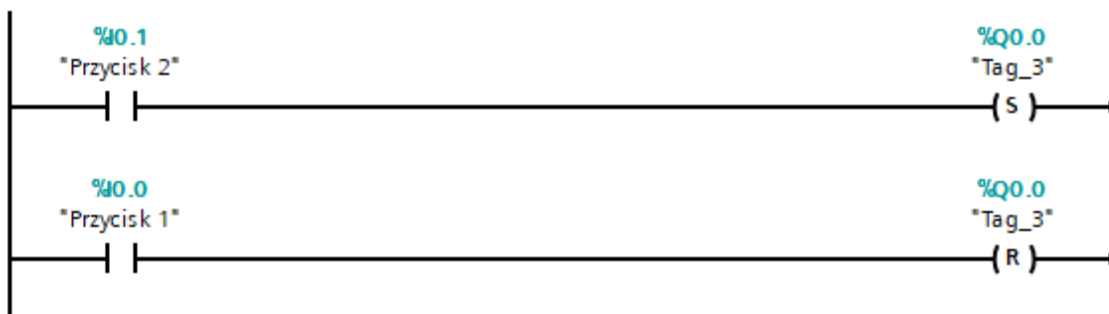
## 2. WPROWADZENIE

### 2.1. BLOKI FUNKCJONALNE

#### 2.1.1. CEWKI SET I RESET

W dotychczasowych programach wszystkie wyjście przyjmowały stan wysoki tylko w momencie spełnienia określonych warunków. Jednakże nieraz zachodzi potrzeba, aby wyjście sterownika było włączone, pomimo zmiany warunku włączenia. Wyjścia tego typu nazywamy bistabilnymi, i aby takie wyjście było aktywne, bez ciągłego dostarczania sygnału, należy zastosować cewki SET i RESET. Cewki te są podstawowymi elementami używanymi w programowaniu drabinkowym (LAD) do ustawiania i zerowania stanu bitu. Te dwie instrukcje z reguły występują w parze, podczas pisania programu. Doprowadzenie sygnału do instrukcji SET (S) powoduje trwałe przypisanie jedynki na bicie wyjściowym. Natomiast aktywowanie instrukcji RESET (R), zeruje wcześniej ustawiony bit instrukcją SET.

Funkcja SET nadpisuje bit na wartość „1”, tak długo, aż nie zostanie zresetowana przez funkcję RESET na wartość „0”. Przykład zastosowania tych cewek w środowisku TIA Portal przedstawiono na rysunku 1.

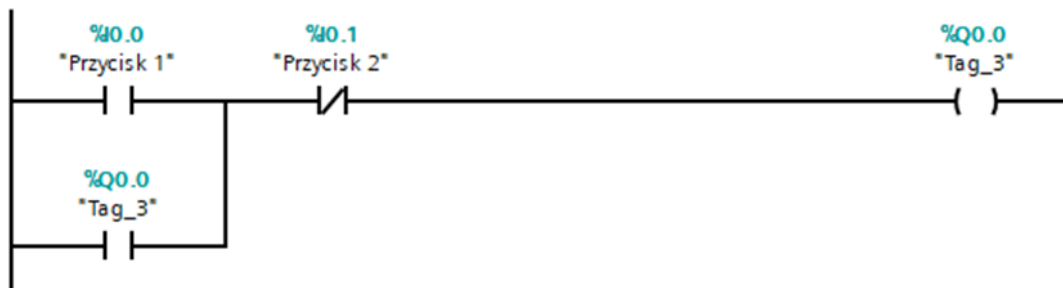


Rysunek 1. Przykład programu z zastosowaniem cewek (S) i (R)

W momencie naciśnięcia przycisku 2 zapala się np. lampka przyłączona do wyjścia Q0.0 i świeci tak długo, dopóki nie zostanie ona wyłączona. Zwolnienie przycisku nie spowoduje zgaszenia lampki. Wyłączenie lampki jest jedynie możliwe w momencie wciśnięcia przycisku 1, wtedy też wyjście Q0.0 zostanie zresetowane.

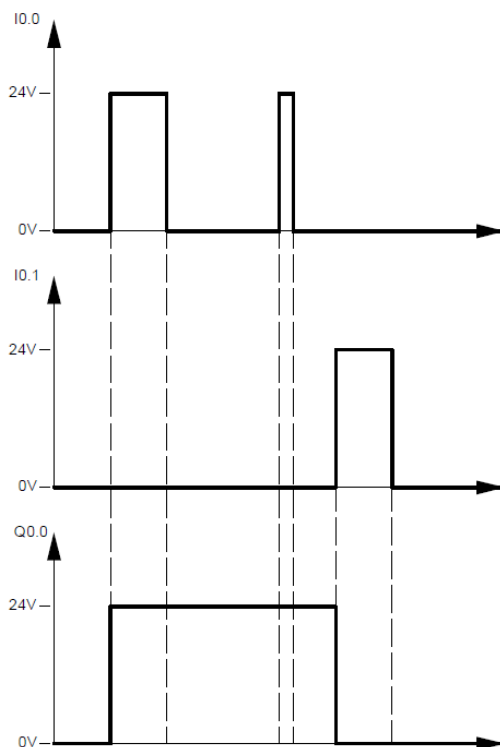
We wczesnych układach sterowania, które nie były wyposażone w sterowniki PLC, a opierały się jedynie na układach przełączników, również należało wykorzystywać układy, które mogłyby zapewnić utrzymanie stanu sterowania. W tym celu często były stosowane układy tzw. samopodtrzymania przełącznika sterującego.

Tworząc współczesne programy sterownicze zdarza się również wykorzystać algorytm wykorzystujący tę samą ideę działania. Tożsamym rozwiązaniem z algorytmem przedstawionym na rysunku 1 jest układ podtrzymania, który przedstawiono na rysunku 2.



Rysunek 2. Przykład układu samopodtrzymania przekaźnika sterującego

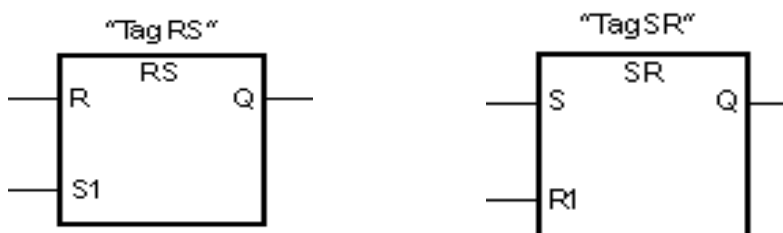
Zaprezentowany program podtrzymania w programie LAD zakłada użycie dwóch przycisków podłączonych do wejść I0.0 oraz I0.1 sterownika. Naciśnięcie przycisku I0.0 spowoduje ustawienie bitu Q0.0 na wartość 1. Po zwolnieniu przycisku wyjście Q0.0 pozostaje aktywne, ponieważ równoległe dodany styk sterowany wyjściem Q0.0 zapewnia podtrzymanie sygnału. Jedynym sposobem przerwania sygnału jest naciśnięcie przycisku I0.1, który przez rozwarcie styku normalnie zamkniętego spowoduje ustawienie Q0.0 na wartość 0. Na rysunku 3 widoczna jest charakterystyka czasowa dla układu podtrzymania.



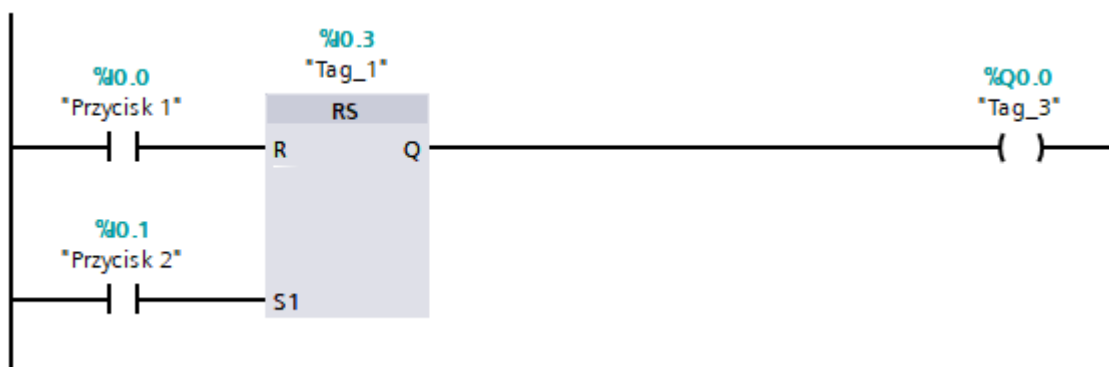
Rysunek 3. Charakterystyka dla układu podtrzymania

### 2.1.2. RS ORAZ SR

W rozwijanej liście podstawowych elementów języka drabinkowego w TIA Portal również można zauważyć występujące funkcje RS oraz SR. Są one elementami bistabilnymi, o podobnym działaniu jak zespół cewek SET i RESET łącznie. W odróżnieniu od samych cewek SET i RESET, przerzutniki RS i SR posiadają dwa wejścia: ustawiające i kasujące oraz jedno wyjście. Wejście ustawiające w przerzutniku przypisuje stan wysoki na jego wyjściu, a wejście kasujące przypisuje stan niski. Różnica również jest związana z nadrzędnością sygnału. Przerzutnik RS charakteryzuje się dominującym wejściem ustawiającym (S1), natomiast przerzutnik SR charakteryzuje się dominującym wejściem kasującym (R1). Wejście dominujące oznacza, pierwszeństwo wejścia (S) lub (R) odpowiednio w instrukcji RS lub SR, w momencie aktywowania obu wejść jednocześnie. Instrukcje przekaźników przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Funkcja RS i SR



Rysunek 5. Przykładowy program z zastosowaniem przerzutnika RS

Powyższy przykład (rysunek 5) przedstawia działanie instrukcji z przełącznikiem RS. Wyjście przypisane do sterownika Q0.0 ustawia wartość bitu na 1, gdy jeden z następujących warunków jest spełniony:

- Przycisk 1 przyjmuje stan niski, a przycisk 2 stan wysoki,
- Przycisk 1 oraz przycisk 2 przyjmują stan wysoki.

Zresetowanie wyjścia nastąpi, jeżeli przycisk 1 przyjmuje stan wysoki, natomiast przycisk 2 stan niski.

## 2.2. TIMERY

Timery nazywane również przełącznikami czasowymi należą do standardowych bloków funkcyjnych, odpowiedzialnych za realizację zależności czasowych w sterowniku. Odmierzają one zadany czas *PT* (ang. Preset Time) oraz sterują przepływem sygnału. W większości sterowników można wyróżnić następujące timery :

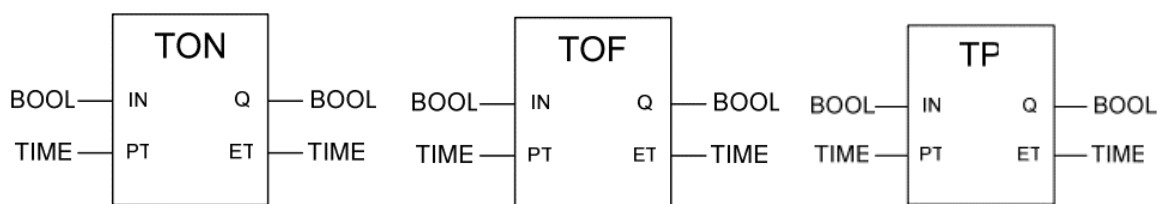
- TON - układ czasowy ON-delay timer, steruje załączeniem wyjścia Q na logiczne 1 (włączone) po upływie zadanego czasu opóźnienia.
- TOF - układ czasowy OFF-delay timer, steruje wyłączeniem wyjścia Q na logiczne 0 (wyłączone) po upływie zadanego czasu opóźnienia.
- TP - układ czasowy Pulse timer, generuje w momencie zasilenia impuls o określonym czasie trwania.
- TONR - układ czasowy ON-delay Retentive timer, steruje załączeniem wyjścia Q na „1”, po upływie zadanego czasu opóźnienia. W odróżnieniu od timera TON, TONR utrzymuje zliczony czas *ET*, nawet jeśli wartość wejście zmieni się na „0”. Czas ten jest dodawany do poprzedniego cyklu, co umożliwi sumaryczne mierzenie czasu pracy np. jakiegoś urządzenia. Zresetowanie czasu *ET*, jest możliwe tylko przez zastosowanie cewki resetującej (RT).

### 2.2.1. OPIS WEJŚĆ I WYJŚĆ W TIMERZE

Na rysunku 6 przedstawiono symbole graficzne timerów TON oraz TOF. Blok funkcyjny timera składa się z następujących parametrów:

- IN – (ang. Input) jest to przyłącze bloku funkcyjnego, do którego doprowadzany jest sygnał sterujący, wywołujący w zależności od rodzaju timera odliczanie czasu:
  - **Dla timerów TON, TP i TONR:**  
Stan niski powoduje zatrzymanie timera, natomiast stan wysoki uruchomienie timera.
  - **Dla timera TOF:**  
Stan niski powoduje uruchomienie timera, natomiast stan wysoki (logiczne 1) zatrzymanie timera
- PT – (ang. Preset Time), jest to czas ustawiony jako parametr timera.  
Preset Time w sterownikach S7-1200 zadawany jest w następującym formacie: **T#XY**, gdzie:
  - T#** - zasygnalizowanie sterownikowi, że zmienna jest podana w formacie czasowym,
  - X** – Podanie wartości licznika czasu w formacie dziesiętnym np. 15,
  - Y** – Podanie jednostki licznika czasu (h-godzina, m-minuta, s-sekunda).
- Q – (ang. Output), jest to przyłącze wyjściowe timera, na którym pojawia sięysterowany sygnał.
- ET – (ang. Elapsed Time), jest to czas, który upłynął od rozpoczęcia odliczania.

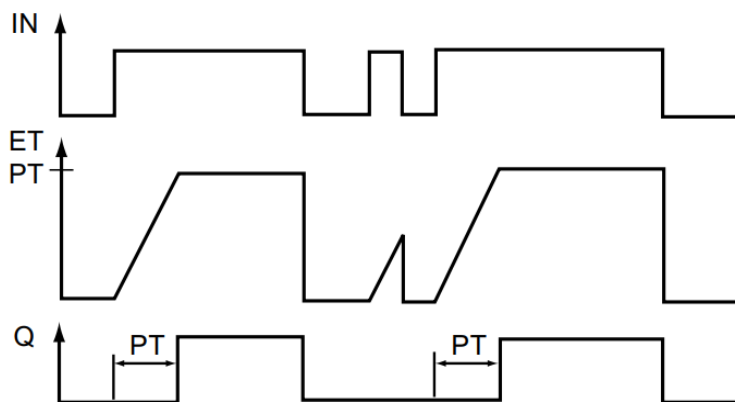
Podsumowując, blok funkcyjny timera posiada dwa parametry wejściowe (*IN*, *PT*) oraz dwa parametry wyjściowe (*Q*, *ET*). Parametry *IN* oraz *Q* są wartościami boolowskimi, natomiast *PT* oraz *ET* wartości liczbowymi określającymi czas.



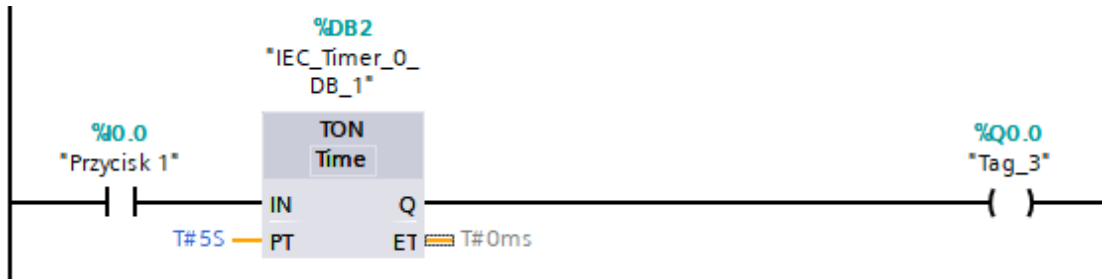
Rysunek 6. Symbole graficzne TON, TOF i TP

### 2.2.2. TIMER TON

Na rysunku 7 przedstawiono charakterystykę czasową omawianego timera TON. Timer zaczyna odmierzać czas, gdy zmienna przypisana do parametru wejściowego oznaczonego symbolem *IN* zmienia wartość ze stanu niskiego na stan wysoki (zbrocze narastające). W momencie, gdy odmierzony czas - *ET* osiągnie wartość podaną na wejściu *PT*, nastąpi zatrzymanie odliczania czasu i wysterowanie wyjścia *Q*. Stan wysoki na wyjściu oznaczonym symbolem *Q* utrzymuje się tak długo, jak na wejściu *IN* znajduje się logiczne 1. Zmiana stanu wysokiego na niski, na wejściu powoduje wyzerowanie timera oraz wyłączenie jego wyjścia. Zmiana parametru *IN* na stan wysoki rozpocznie nowy cykl pracy.



Rysunek 7. Charakterystyka czasowa TON



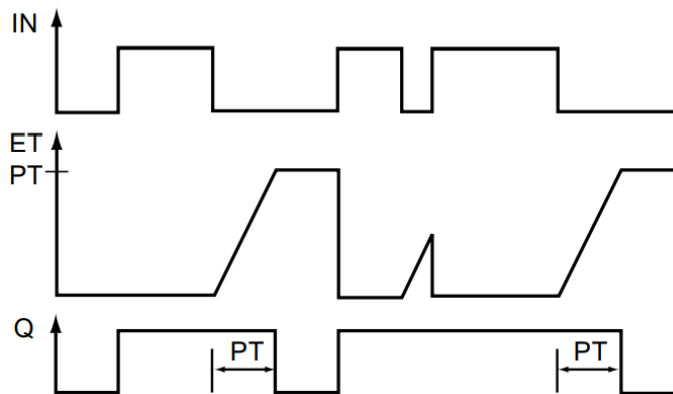
Rysunek 8. Przykładowy programu z zastosowaniem timera TON

Dla przykładu, w programie przedstawionym na rysunku 8, po załączeniu przycisku monostabilnego podłączonego do wejścia sterownika I0.0, timer rozpocznie odliczanie zadanego czasu  $PT$ . Po przytrzymaniu przycisku przez 5s, lampka sygnalizacyjna, podłączona do wyjścia sterownika Q0.0 zaświeci się.

### 2.2.3. TIMER TOF

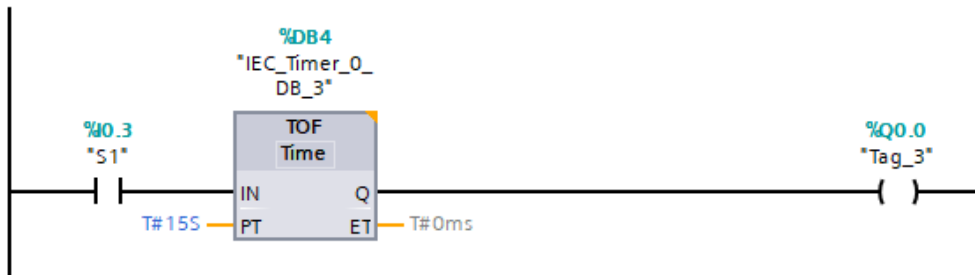
Przełącznik czasowy TOF, w odróżnieniu od wcześniej omawianego przełącznika TON rozpoczyna odliczanie, gdy na jego wejściu  $IN$  wartość sygnału zmienia się ze stanu wysokiego na stan niski. Stan wysoki na wejściu  $IN$ , powoduje natychmiastowe ustawienie stanu wysokiego na wyjściu timera  $Q$ . W chwili zaniku sygnału na wejściu, timer rozpocznie odliczanie zadanego czasu. Gdy odliczany czas  $ET$  będzie równy wartości podanej na wejściu  $PT$ , wówczas nastąpi wyzerowanie wyjścia  $Q$ .

Jeśli w międzyczasie, na wejściu sterownika pojawi się sygnał, wtedy nastąpi zresetowanie timera, czyli wyzerowanie odmierzanego czasu  $ET$  oraz zatrzymanie zegara. Ponowne pojawienie się stanu niskiego na wejściu rozpocznie odmierzenie czasu na nowo. Wykres czasowy timera przedstawiono na rysunku 9.



Rysunek 9. Charakterystyka czasowa TOF



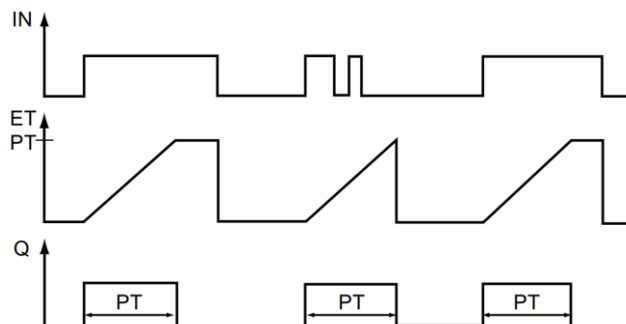


Rysunek 10. Przykładowy program z zastosowaniem timera TOF

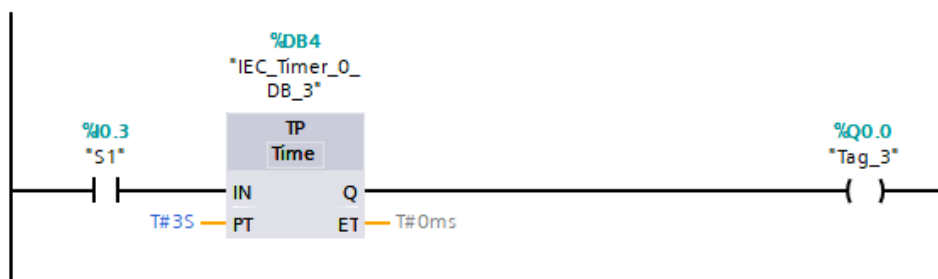
Analizując przykładowy program przedstawiony na rysunku 10, w momencie włączenia przycisku S1, wyjście jest aktywowane, natomiast czas nie jest zliczany. Jeśli przycisk S1 zostanie wyłączony, wtedy timer TOF zacznie odliczać zadany czas. Po upływie 15s wyjście przyjmie wartość 0, co w tym przypadku spowoduje wyłączenie lampki sygnalizacyjnej przypisanej do adresu Q0.3.

#### 2.2.4. TIMER TP

Instrukcja TP związana jest z generowaniem impulsu o ustalonym czasie trwania. Czas trwania sygnału wyzwalającego nie wpływa na czas trwania stanu wysokiego na wyjściu Q. Charakterystykę czasową przedstawiono na rysunku 11.



Rysunek 11. Charakterystyka czasowa TP



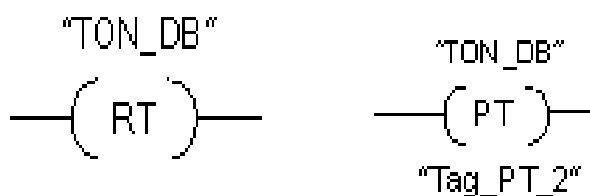
Rysunek 12. Przykładowy programu z zastosowaniem timera TP

Gdy stan sygnału S1 zmieni się z „0” na „1”, timer rozpoczyna odmierzenie czasu. Po upływie 3s, wyjście Q0.0 zostanie aktywowane, natomiast wartość timera jest resetowana (rysunek 12).

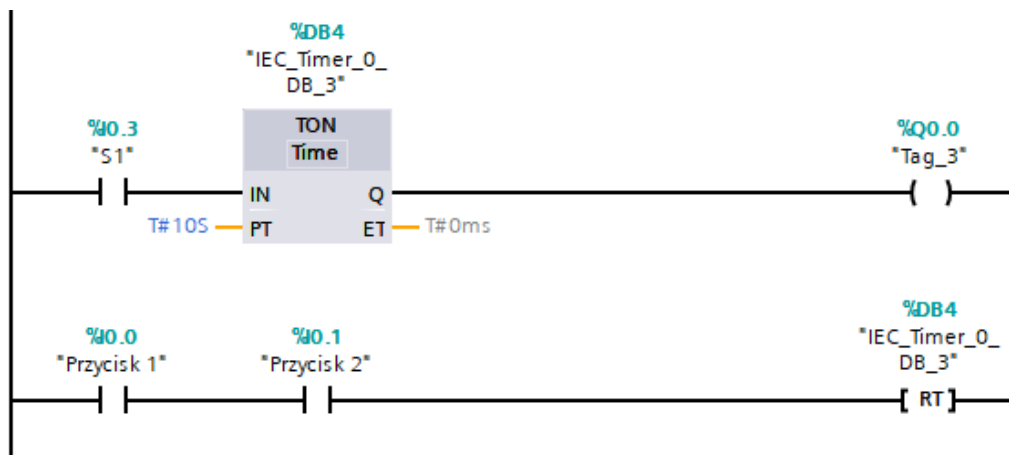
## 2.2.5. INSTRUKCJE PT ORAZ RT

Pracę timerów wspomagają dodatkowo dwie ważne funkcje PT (ang. Preset Timer) oraz RT (ang. Reset Timer). Używane są one, gdy timer odmierza zadany czas, a zależy nam na jego zatrzymaniu lub zmianie wartości zadanego czasu. W TIA Portal funkcje te dostępne są jako bloki funkcyjne lub cewki:

- RT - umożliwia skasowanie wartości określonego timera. W momencie kiedy cewka RT jest aktywna, wartość parametru *ET* w określonym przekaźniku czasowym jest ustawiana na 0.
- PT –pozwalająca wprowadzić nowe nastawy czasu do określonego timera. Gdy cewka PT jest aktywna, wartość parametru *PT* w określonym przekaźniku czasowym jest ustawiana na zadaną wartość określoną jako parametr cewki.



Rysunek 13. Symbole cewek RT i PT



Rysunek 14. Przykład programu z zastosowania funkcji RT

Działanie RT czyli resetu timera przedstawiono na rysunku 14. Jeśli wejście S1 jest aktywne, to timer zaczyna odmierzać zadany czas (10s). W celu jego zresetowania należy nacisnąć przycisk 1 oraz 2. Spowoduje to zatrzymanie pracy timera oraz wyzerowanie dotychczas odmierzonej wartości.

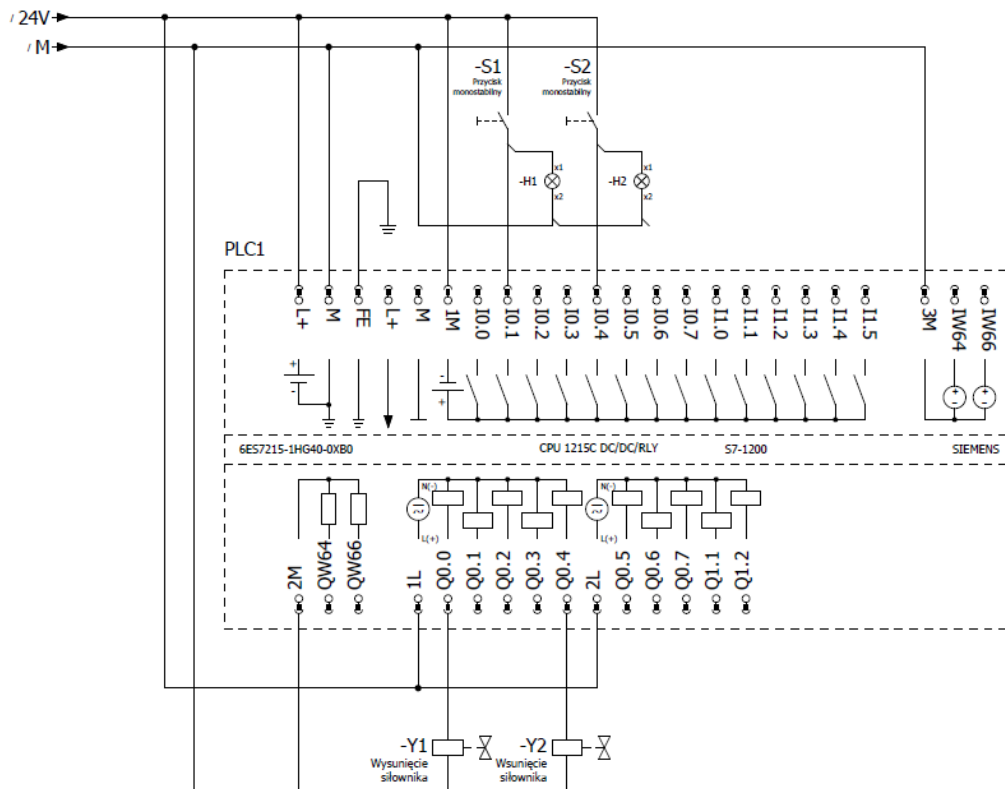
### 3. PRZYKŁADOWE PROGRAMY

#### 3.1. PROGRAM I

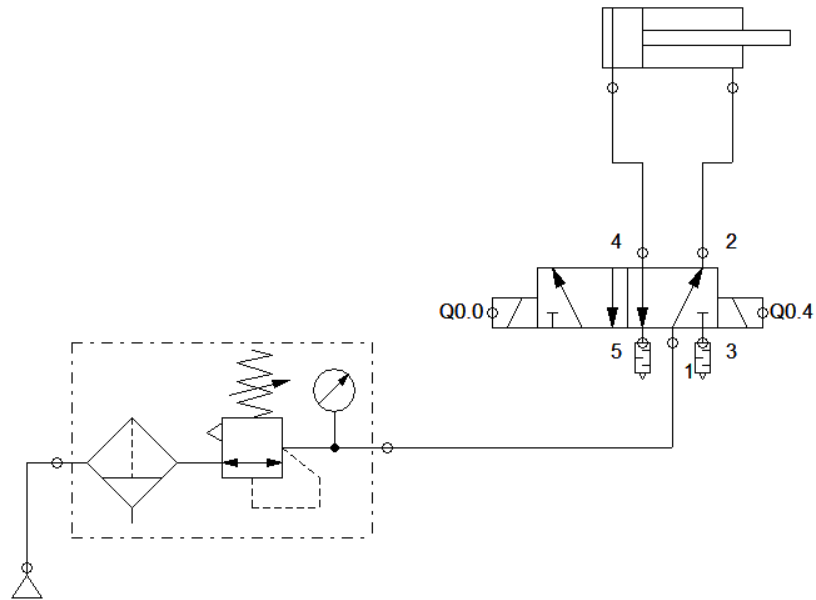
W środowisku TIA Portal należy napisać program, który umożliwi wysunięcie siłownika dwustronnego działania po wciśnięciu i przytrzymaniu przycisku 1 przez 5s. Natomiast wsunięcie siłownika nastąpi po wciśnięciu i przytrzymaniu przycisku 2 również przez 5s. Układ należy zmontować zgodnie z przedstawionym schematem elektrycznym (rysunek 15) oraz schematem pneumatycznym (rysunek 16).

Tabela 1 – Przyporządkowanie adresów sterownika

Adres	Element
I0.1	Przycisk S1 - podłączony do wejścia PLC I0.1
I0.4	Przycisk S2 - podłączony do wejścia PLC I0.4
Q0.0	Cewka Y1 rozdzielacza elektropneumatycznego odpowiedzialna za wysunięcie siłownika dwustronnego działania
Q0.4	Cewka Y2 rozdzielacza elektropneumatycznego odpowiedzialna za wsunięcie siłownika dwustronnego działania

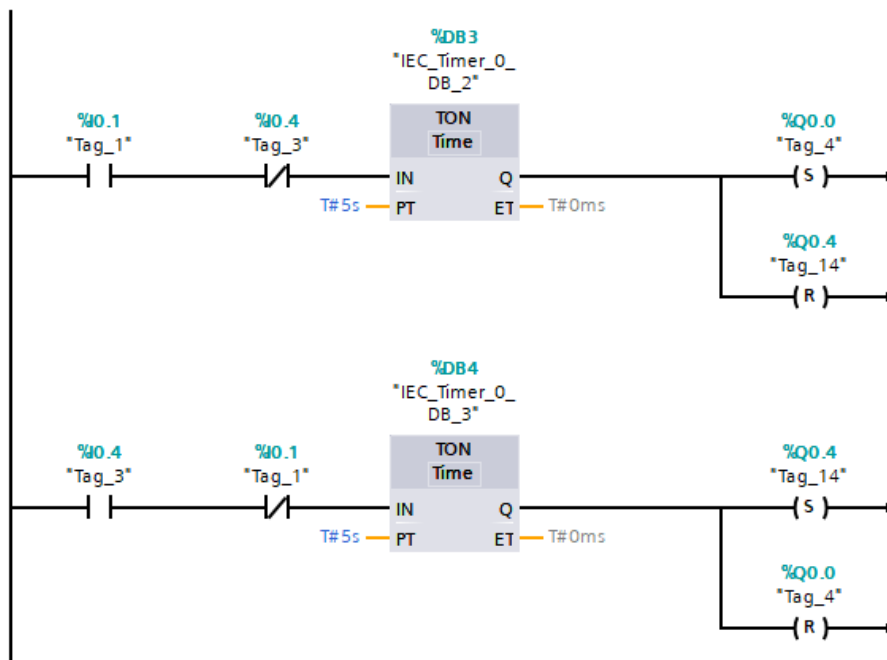


Rysunek 15. Schemat elektryczny przykładowego zadania 1



Rysunek 16. Schemat pneumatyczny przykładowego zadania 1

Na rysunku 17 przedstawiono napisany program, który należy wgrać do sterownika. Należy zauważyć, że wsunięcie i wysunięcie siłownika jest możliwe tylko wtedy, kiedy jest wciśnięty wyłącznie jeden z przycisków. Naciśnięcie dwóch przycisków uniemożliwi pracę siłownika.



Rysunek 17. Rozwiązanie przykładowego zadania 1 z wykorzystaniem TIA Portal

### 3.2. PROGRAM II

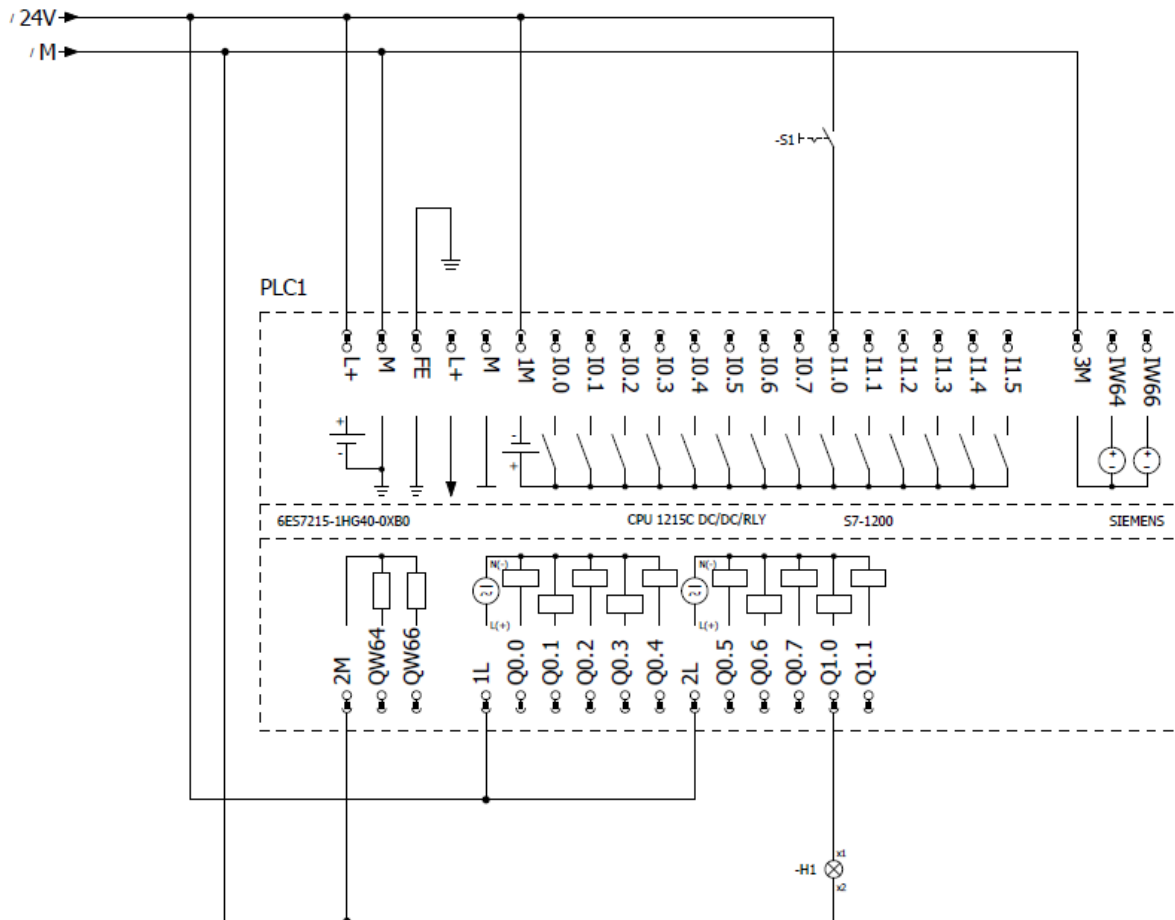
Bardzo często w układach automatyki niezbędne jest zrealizowanie układów, które będą generować okresowo powtarzający się sygnał prostokątny. Oznacza to, że wyjście będzie naprzemiennie w stanie wysokim i niskim w pewnych odstępach czasu. Do stworzenia generatora sygnału prostokątnego konieczne jest wykorzystanie timerów.

W ramach przykładowego ćwiczenia zostanie zrealizowany układ, który to będzie naprzemiennie zapalał i gasił żarówkę. Czas, przez który żarówka jest zapalona, będzie równy czasowi, kiedy żarówka jest zgaszona i powinien wynosić 3 s.

Na rysunku 18 pokazany jest schemat elektryczny stanowiska.

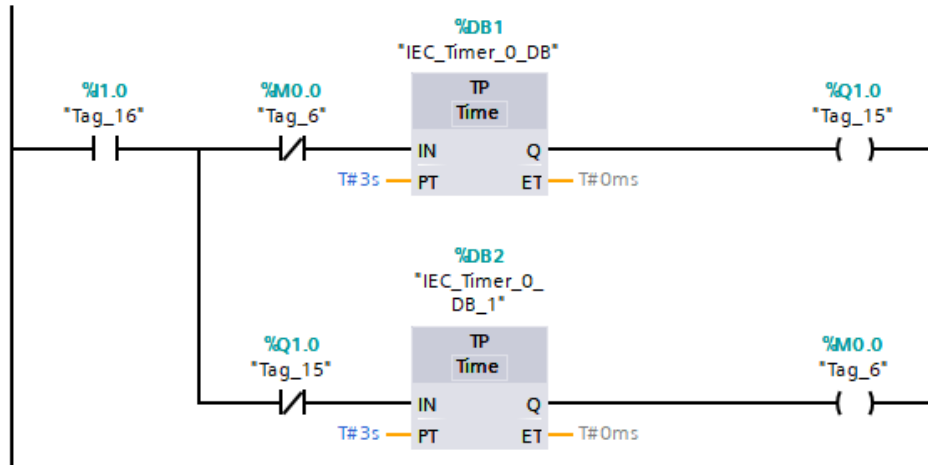
Tabela 2 – Przyporządkowanie adresów sterownika

Adres	Element
I1.0	Przycisk S1 - przyłączony do wejścia PLC I0.0
Q1.0	Żarówka H1



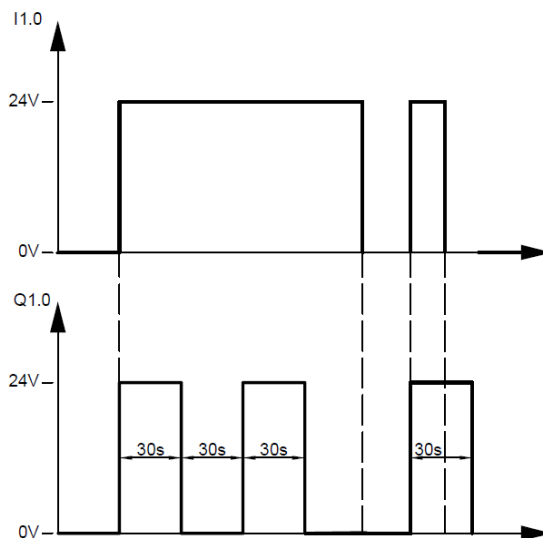
Rysunek 18. Schemat elektryczny przykładowego zadania 2

Program sterujący do zrealizowania zadania przedstawiony jest na rysunku 19.



Rysunek 19. Rozwiązanie przykładowego zadania 2 z wykorzystaniem TIA Portal

Charakterystyka czasowa dla utworzonego układu sterowania powinna wyglądać następująco:



Rysunek 20. Charakterystyka czasowa dla zbudowanego układu

#### 4. ZADANIA DO WYKONANIA

W środowisku TIA Portal należy napisać program, który będzie działał następująco:

- 1) Lampka sygnalizacyjna na trenerze powinna zaświecić się po naciśnięciu przycisku zwierneego i zgasnąć po 5s od zwolnienia przycisku.
- 2) Lampka sygnalizacyjna powinna zaświecić się po jednoczesnym naciśnięciu przycisków podłączonych do sterownika I1.3 i I1.4 oraz zgasnąć, kiedy naciśniemy przycisk I1.1.

- 3) Lampka sygnalizacyjna powinna zaświecić się po włączeniu przycisku I0.0 na 3s, z opóźnieniem równym 5s.
- 4) Naciśnięcie przycisku spowoduje wysunięcie siłownika jednostronnego działania, natomiast po odczekaniu 5s siłownik wraca do pierwotnej pozycji
- 5) Programujemy ruch siłownika ze zmiennym interwałem pomiędzy cyklem pracy (wysuw i wsuw). Czas wysunięcia i wsunięcia są równe po 3s. Kolejne przyciski określają przerwy między cyklami pracy:
  - I0.0 – 3s,
  - I0.1 – 5s,
  - I0.2 – 8s.Zakładamy, że przyciski są monostabilne, więc należy wykonać podtrzymanie w programie PLC.  
Przycisk I0.3 jest przyciskiem zatrzymującym pracę siłownika w dowolnym momencie.

## 5. PYTANIA KONTROLNE

- Jak działa cewka SET, a jak RESET?
- Jak działają przerzutniki RS, a jak SR?
- Podać różnicę pomiędzy timerem TON a TOF
- Jak można sprawdzić wartość bieżącą timera?