Materiały do przedmiotu:

STEROWNIKI PLC I SIECI PRZEMYSŁOWE

Laboratorium nr 5

Autor:

dr inż. Łukasz Sobaszek

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego

Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Spis treści

Wprowadzenie, tematyka zajęć 3
Cel ćwiczenia/laboratorium 4
Instrukcja laboratoryjna/ćwiczeniowa 5
Ćwiczenia samodzielne 12
Pytania pomocnicze 16
Podsumowanie 17
Literatura 17

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

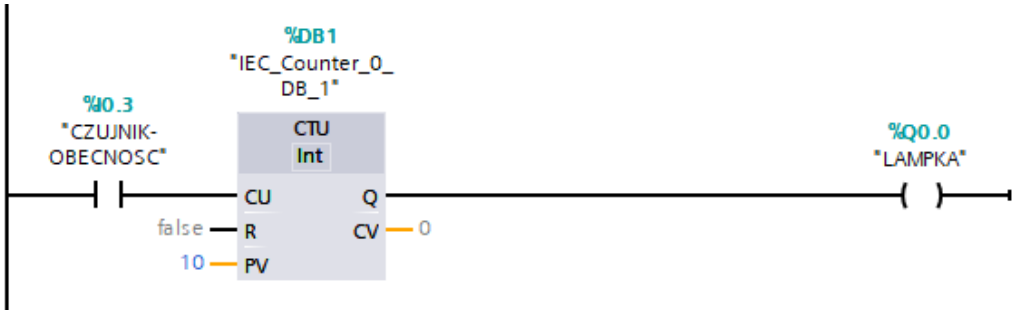
Wprowadzenie, tematyka zajęć

Zliczanie elementów – programowanie liczników i układów wyzwalanych przez liczniki

Jednymi z istotnych elementów wykorzystywanych podczas programowania sterowników PLC są funkcje umożliwiające zliczanie występujących zdarzeń. Pozwalają one na określenie liczby wystąpień określonego sygnału oraz realizację odpowiedniej reakcji układu po osiągnięciu zadanej wartości. Dzięki temu możliwe jest tworzenie programów, w których wykonanie określonej operacji uzależnione jest nie od upływu czasu, lecz od liczby występujących zdarzeń.

Zliczanie zdarzeń znajduje zastosowanie w wielu układach sterowania spotykanych zarówno w życiu codziennym, jak i w procesach przemysłowych. Przykładem może być zliczanie osób przechodzących przez bramkę, samochodów wjeżdżających na parking czy produktów przesuwających się po taśmociągu. W procesach produkcyjnych zliczana może być m.in. liczba wykonanych detali, liczba cykli pracy maszyny lub liczba operacji wykonanych przez określone urządzenie. Osiągnięcie zadanej liczby zdarzeń może następnie powodować wykonanie określonej czynności, np. zatrzymanie maszyny, uruchomienie kolejnego etapu procesu lub wygenerowanie odpowiedniego sygnału.

Do realizacji tego typu zadań wykorzystywane są tzw. liczniki (od ang. *counter* – licznik). Ich działanie jest w pewnym stopniu zbliżone do czasomierzy, jednak zamiast upływającego czasu zliczają one wystąpienia określonego sygnału. Każde pojawienie się odpowiedniego impulsu może powodować zwiększenie lub zmniejszenie aktualnej wartości licznika. Pozwala to na bieżące określanie liczby zdarzeń oraz porównywanie jej z wcześniej zadaną wartością (rysunek 1).



Rysunek 1. Instrukcja CTU realizująca zliczanie elementów w górę.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Rysunek 1 przedstawia fragment programu sterownika PLC w języku drabinkowym LAD, wykorzystujący licznik zliczający w górę CTU. Styk normalnie otwarty CZUJNIK-OBECNOSC (I0.3) steruje wejściem zliczającym CU. Każde zbocze narastające sygnału na tym wejściu zwiększa bieżącą wartość licznika CV o jeden. Parametr PV określa wartość zadaną, wynoszącą w przedstawionym przykładzie 10. Gdy wartość CV osiągnie lub przekroczy wartość PV, wyjście Q zostaje ustawione w stan wysoki, powodując włączenie lampki LAMPKA (Q0.0). Wejście resetujące R ma przypisaną stałą wartość FALSE, dlatego w przedstawionym układzie zerowanie licznika jest nieaktywne. Dane licznika są przechowywane w bloku danych instancji DB1.

Liczniki mogą być wykorzystywane na różne sposoby, w zależności od wymaganego sposobu działania układu sterowania. Możliwe jest m.in. zliczanie zdarzeń w górę lub w dół, kontrolowanie osiągnięcia zadanej liczby zdarzeń, a także zerowanie i ponowne rozpoczęcie zliczania. Informacja o aktualnym stanie licznika może być również wykorzystywana w innych częściach programu, np. do sterowania kolejnymi etapami procesu.

W sterownikach PLC firmy Siemens do realizacji operacji zliczania wykorzystywane są odpowiednie instrukcje licznikowe. Podstawowymi z nich są: CTU umożliwiający zliczanie w górę, CTD pozwalający na zliczanie w dół oraz CTUD umożliwiający zliczanie w obu kierunkach. Liczniki posiadają również wejścia umożliwiające m.in. ustawienie wartości początkowej lub wyzerowanie aktualnego stanu oraz wyjścia pozwalające na wykorzystanie wyniku zliczania w dalszej części programu.

Cel ćwiczenia/laboratorium

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z zasadami zliczania zdarzeń w programach sterowników PLC oraz sposobami wykorzystania liczników. W ramach zajęć student pozna podstawowe rodzaje liczników stosowanych w sterownikach Siemens oraz zasady ich wykorzystania do zliczania zdarzeń, kontroli aktualnej wartości licznika oraz realizacji operacji zależnych od osiągnięcia zadanej liczby impulsów.

Realizacja ćwiczenia pozwoli na zdobycie umiejętności samodzielnego wykorzystania liczników w programach sterujących, doboru odpowiedniego rodzaju licznika do realizowanego zadania oraz określania jego parametrów. Zdobyta

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

wiedza i umiejętności stanowić będą podstawę do tworzenia bardziej złożonych algorytmów sterowania, w których przebieg poszczególnych operacji uzależniony jest od liczby występujących zdarzeń.

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

Instrukcja laboratoryjna/ćwiczeniowa

W środowisku TIA Portal dostępne są trzy podstawowe instrukcje licznikowe (liczniki), umożliwiające realizację operacji związanych ze zliczaniem zdarzeń oraz monitorowaniem ich liczby:

- CTU (*Count Up*) – służy do zliczania impulsów w górę, zwiększając wartość licznika o jeden po każdym wykryciu zbocza narastającego sygnału sterującego. Przykład – czujnik optyczny zlicza produkty przemieszczające się na taśmociągu, a po osiągnięciu liczby 20 sztuk uruchamia lampkę sygnalizującą zapełnienie pojemnika.
- CTD (*Count Down*) – umożliwia zliczanie impulsów w dół, zmniejszając wartość licznika o jeden po każdym wykryciu zbocza narastającego sygnału sterującego. Przykład – sterownik odlicza liczbę elementów pozostałych do zapakowania, rozpoczynając od wartości 50, a po osiągnięciu zera uruchamia sygnał informujący o zakończeniu procesu pakowania.
- CTUD (*Count Up/Down*) – umożliwia zliczanie impulsów zarówno w górę, jak i w dół, w zależności od aktywowanego wejścia sterującego. Przykład – dwa czujniki optyczne monitorują liczbę elementów znajdujących się w magazynie, zwiększając wartość licznika podczas wprowadzania kolejnych produktów oraz zmniejszając ją podczas ich pobierania.

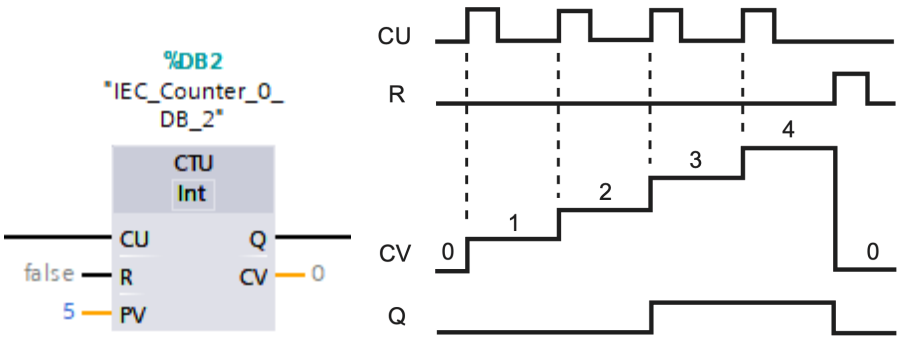
Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Ważne!

Liczniki CTU, CTD oraz CTUD stosowane w sterownikach PLC firmy Siemens reagują na zbocze narastające sygnału sterującego, czyli zmianę jego stanu z FALSE na TRUE. Oznacza to, że utrzymywanie sygnału wejściowego w stanie wysokim nie powoduje ciągłego zwiększania lub zmniejszania wartości licznika. Aby zarejestrować kolejne zdarzenie, konieczne jest ponowne wystąpienie zbocza narastającego.

Instrukcje te znajdują zastosowanie w układach automatyki przemysłowej wymagających zliczania zdarzeń, kontroli liczby elementów oraz monitorowania przebiegu procesów technologicznych. Różnice pomiędzy sposobami działania wspomnianych liczników przedstawiono na rysunkach 2–4.

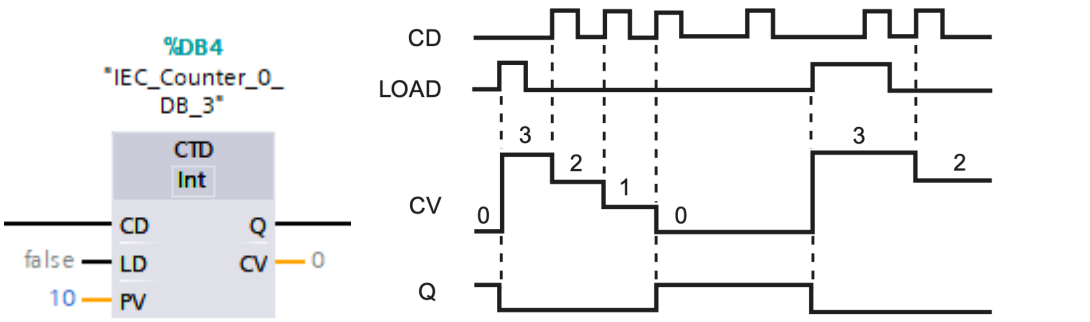


Rysunek 2. Przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych instrukcji CTU – licznik zliczający w górę (opracowanie własne na podstawie [4]).

Rysunek 2 przedstawia przebiegi sygnałów instrukcji CTU (licznik zliczający w górę), umożliwiającej zliczanie impulsów pojawiających się na wejściu sterującym. Sygnał CU odpowiada za zwiększanie wartości licznika, natomiast parametr PV określa zadaną liczbę impulsów, po której osiągnięciu następuje załączenie wyjścia Q. Każde wykrycie zbocza narastającego sygnału na wejściu CU powoduje zwiększenie aktualnej wartości licznika CV o jeden. W przedstawionym przykładzie wartość CV wzrasta kolejno od 0 do 4, a po osiągnięciu wartości zadanej PV = 3 wyjście Q przyjmuje stan logiczny TRUE. Kolejne impulsy powodują dalsze zwiększanie wartości CV, przy jednoczesnym utrzymaniu wyjścia Q w stanie TRUE. Wyzerowanie wartości licznika CV oraz ustawienie wyjścia Q w stan FALSE następuje po aktywacji dodatkowego wejścia R (Reset).

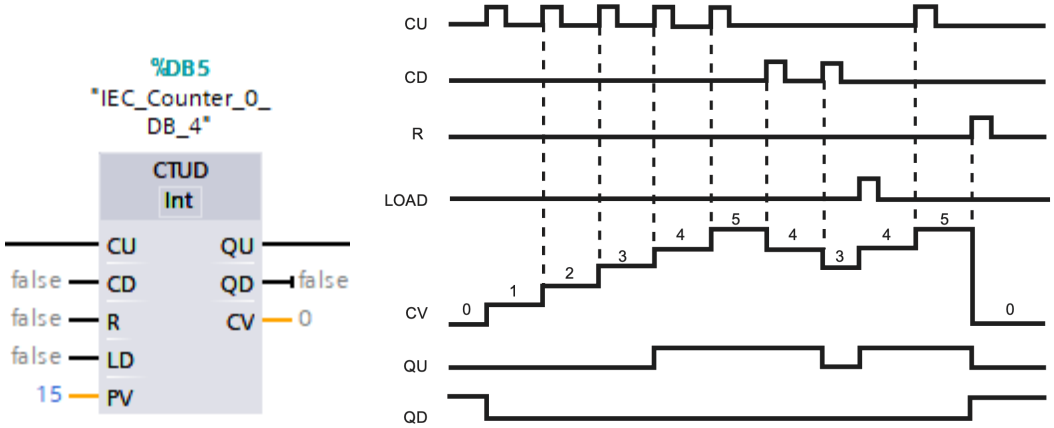
Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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



Rysunek 3. Przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych instrukcji CTD – licznik zliczający w dół (opracowanie własne na podstawie [4])

Rysunek 3 przedstawia przebiegi sygnałów instrukcji CTD (licznik zliczający w dół), umożliwiającej odliczanie impulsów od określonej wartości początkowej. Sygnał CD odpowiada za zmniejszanie wartości licznika, natomiast parametr PV określa wartość początkową, która jest wprowadzana do licznika po aktywacji wejścia LOAD (LD). W przedstawionym przykładzie aktywacja wejścia LOAD powoduje ustawienie wartości CV na 3 oraz przejście wyjścia Q w stan logiczny FALSE. Każde wykrycie zbocza narastającego sygnału na wejściu CD powoduje zmniejszenie aktualnej wartości licznika CV o jeden. Wartość CV maleje kolejno od 3 do 0, a po osiągnięciu zera wyjście Q przyjmuje stan logiczny TRUE. Kolejne impulsy na wejściu CD nie powodują dalszego zmniejszania wartości CV poniżej zera. Ponowna aktywacja wejścia LOAD powoduje załadowanie wartości początkowej PV = 3 oraz ustawienie wyjścia Q w stan FALSE, umożliwiając rozpoczęcie kolejnego cyklu odliczania.



Rysunek 4. Przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych instrukcji CTUD – licznik zliczający w górę i w dół (opracowanie własne na podstawie [4]).

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Rysunek 4 przedstawia przebiegi sygnałów instrukcji CTUD (licznik zliczający w górę i w dół), umożliwiającej zwiększanie oraz zmniejszanie wartości licznika w zależności od aktywowanego wejścia sterującego. Sygnał CU odpowiada za zwiększanie wartości licznika, natomiast sygnał CD umożliwia jej zmniejszanie. Każde wykrycie zbocza narastającego na wejściu CU powoduje zwiększenie aktualnej wartości licznika CV o jeden, natomiast na wejściu CD – jej zmniejszenie o jeden. W przedstawionym przykładzie wartość CV wzrasta początkowo od 0 do 5, a po osiągnięciu wartości zadanej PV = 4 wyjście QU przyjmuje stan logiczny TRUE. Kolejne impulsy na wejściu CD powodują zmniejszanie wartości CV, a jej spadek poniżej wartości PV skutkuje ustawieniem wyjścia QU w stan FALSE. Aktywacja wejścia LOAD (LD) powoduje ponowne ustawienie wartości CV na poziomie PV = 4, natomiast kolejne impulsy na wejściu CU umożliwiają dalsze zliczanie w górę. Wyjście QD przyjmuje stan logiczny TRUE, gdy wartość CV jest mniejsza lub równa zeru. Wyzerowanie wartości licznika CV oraz odpowiednia zmiana stanów wyjść QU i QD następują po aktywacji wejścia R (Reset).

W celu dodania instrukcji licznikowej do programu w języku LAD należy w panelu *Instructions* rozwinąć kategorię *Basic instructions*, a następnie odnaleźć grupę *Counter operations*. Z dostępnej listy należy wybrać odpowiednią instrukcję licznikową, np. CTU, CTD lub CTUD, i przeciągnąć ją do wybranej gałęzi programu. Po umieszczeniu instrukcji należy utworzyć lub wskazać instancję licznika, która umożliwia przechowywanie informacji o jego aktualnym stanie oraz liczbie zarejestrowanych impulsów (podobnie jak w przypadku timerów).

Każda instrukcja licznikowa posiada określone wejścia, wyjścia oraz parametry umożliwiające sterowanie procesem zliczania i monitorowanie jego przebiegu. W zależności od rodzaju licznika wejścia CU (*Count Up*) oraz CD (*Count Down*) służą odpowiednio do zwiększania lub zmniejszania wartości licznika o jeden po wykryciu zbocza narastającego sygnału sterującego. Parametr PV (*Preset Value*) określa wartość zadaną, wykorzystywaną do porównywania lub inicjalizacji wartości licznika. Aktualna liczba zarejestrowanych impulsów przechowywana jest w parametrze CV (*Current Value*), natomiast wyjście Q informuje o spełnieniu określonego warunku logicznego, zależnego od rodzaju zastosowanego licznika. W przypadku liczników CTU oraz CTUD warunek ten jest spełniony, gdy aktualna wartość licznika jest większa lub równa wartości zadanej, natomiast dla licznika CTD – gdy wartość licznika jest mniejsza lub równa zeru.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Istotnym elementem obsługi liczników są również funkcje umożliwiające zarządzanie ich aktualną wartością. Funkcja RESET (R) służy do wyzerowania wartości licznika, umożliwiając ponowne rozpoczęcie zliczania impulsów. Znajduje zastosowanie w licznikach CTU oraz CTUD, np. podczas rozpoczęcia nowego cyklu produkcyjnego (rysunek 5).

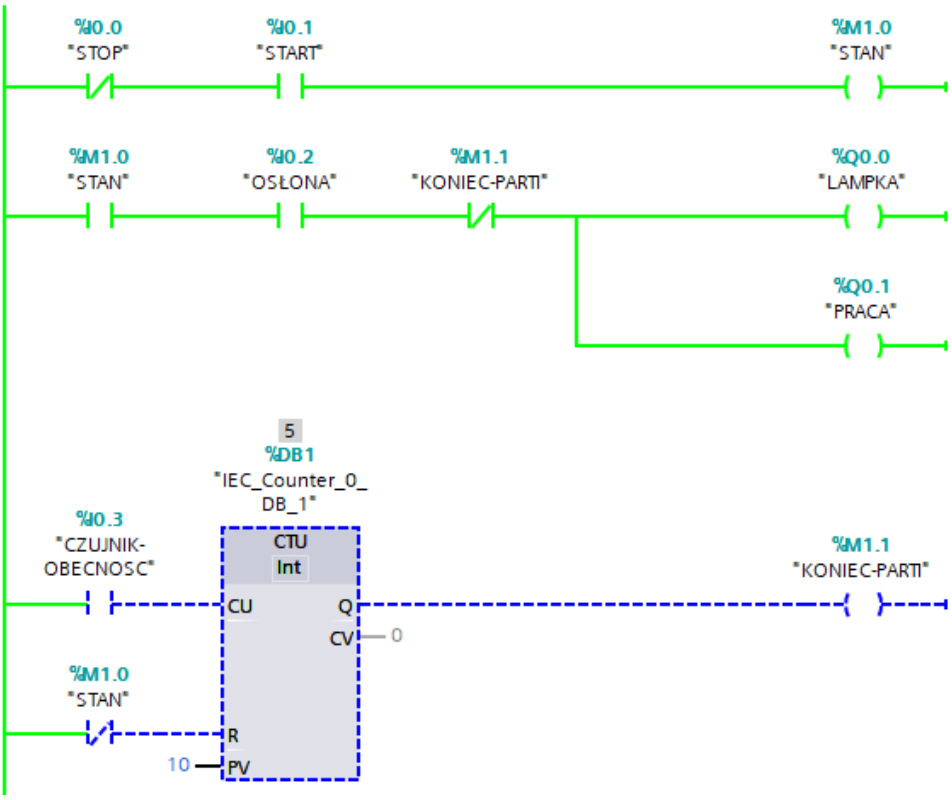
Z kolei funkcja LOAD (LD) umożliwia załadowanie do licznika określonej wartości początkowej, zdefiniowanej za pomocą parametru PV (Preset Value). Wykorzystywana jest w licznikach CTD oraz CTUD, np. podczas ustawiania liczby elementów przeznaczonych do odliczenia w procesie pakowania. Obie funkcje pozwalają na kontrolowanie przebiegu zliczania oraz dostosowanie działania liczników do wymagań realizowanego procesu technologicznego.

Ważne!

Należy pamiętać, że poszczególne rodzaje liczników różnią się sposobem działania oraz dostępnymi wejściami i wyjściami. W przypadku licznika CTU wejście R umożliwia wyzerowanie aktualnej wartości, natomiast w licznikach CTD i CTUD wejście LD pozwala na załadowanie wartości określonej parametrem PV.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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



Rysunek 5. Przykład programu w języku LAD wykorzystującego licznik CTU (opracowanie własne)

Rysunek 3 przedstawia program w języku LAD realizujący sterowanie pracą układu oraz zliczanie elementów za pomocą licznika CTU. Aktywacja wejścia START (%I0.1), przy nieaktywnym wejściu STOP (%I0.0), powoduje ustawienie zmiennej STAN (%M1.0). Jeżeli dodatkowo aktywne jest wejście OSŁONA (%I0.2) i nie osiągnięto zadanej liczby elementów, załączane są wyjścia LAMPKA (%Q0.0) oraz PRACA (%Q0.1). Licznik zlicza zbocza narastające sygnału CZUJNIK-OBECNOSC (%I0.3). Po zliczeniu 10 elementów ustawia zmienną KONIEC-PARTII (%M1.1) w stan wysoki, powodując wyłączenie obu wyjść. Wyzerowanie licznika następuje po wyłączeniu zmiennej STAN.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Procedura wykorzystania liczników do zliczania elementów oraz programowania układów sterowania zależnych od liczby zdarzeń jest zatem następująca:

1. **Utworzenie projektu** – uruchom środowisko TIA Portal, utwórz nowy projekt oraz dodaj sterownik PLC zgodny z wyposażeniem stanowiska laboratoryjnego.
2. **Konfiguracja sterownika** – sprawdź konfigurację sprzętową sterownika oraz przypisanie adresów wejść i wyjść wykorzystywanych podczas realizacji programu.
3. **Deklaracja zmiennych** – otwórz tablicę zmiennych PLC Tags i zadeklaruj zmienne odpowiadające wykorzystywanym przyciskom, czujnikom oraz lampkom sygnalizacyjnym. Dla zmiennych reprezentujących sygnały logiczne wybierz typ danych BOOL, natomiast dla zmiennych przechowujących wartości liczbowe odpowiedni typ danych, np. INT.
4. **Utworzenie programu** – otwórz blok organizacyjny OB1 i przygotuj program w języku drabinkowym LAD, wykorzystując wcześniej zadeklarowane zmienne.
5. **Dodanie instrukcji licznika** – w panelu Instructions rozwiń kategorię Basic instructions, a następnie Counter operations. Wybierz odpowiednią instrukcję licznika, np. CTU, CTD lub CTUD, i przeciągnij ją do wybranej gałęzi programu.
6. **Utworzenie instancji licznika** – podczas dodawania instrukcji licznika utwórz odpowiedni blok danych instancji, umożliwiający przechowywanie aktualnej wartości licznika oraz informacji o jego stanie.
7. **Konfiguracja parametrów licznika** – przypisz odpowiednie zmienne do wejść sterujących licznika, takich jak CU, CD, R lub LD, w zależności od rodzaju zastosowanej instrukcji. Określ wartość zadaną za pomocą parametru PV oraz wykorzystaj wyjście CV do odczytu aktualnej wartości licznika.
8. **Realizacja funkcji zliczania** – wykorzystaj odpowiednie instrukcje do zliczania impulsów, zwiększania lub zmniejszania wartości licznika oraz realizacji operacji związanych z osiągnięciem określonej liczby zdarzeń. W

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

zależności od wymaganego działania układu zastosuj również funkcje zerowania lub ładowania wartości licznika.

9. **Wykorzystanie wartości licznika w programie** – zastosuj wyjścia Q, QU lub QD, zależnie od rodzaju licznika, albo operatory relacyjne do porównywania aktualnej wartości licznika z określonymi wartościami granicznymi. Wykorzystaj uzyskane wyniki do sterowania wyjściami PLC, np. zatrzymania przenośnika, załączenia lampki sygnalizacyjnej lub uruchomienia kolejnego etapu procesu.
10. **Kompilacja i uruchomienie programu** – skompiluj przygotowany program, sprawdź poprawność jego struktury oraz prześlij go do sterownika PLC.
11. **Weryfikacja działania** – uruchom monitorowanie programu w trybie Online i sprawdź działanie zastosowanych liczników. Zweryfikuj zmiany wartości CV podczas pojawiania się kolejnych impulsów, działanie funkcji zerowania i ładowania oraz reakcję układu na osiągnięcie zadanej liczby zdarzeń.

Ćwiczenia samodzielne

Ćwiczenie nr 1

Wykorzystując poznane zagadnienia, opracuj program w języku LAD wspomagający kompletowanie zestawu montażowego składającego się z trzech śrub i pięciu podkładek. Do niezależnego zliczania obu rodzajów elementów wykorzystaj dwa liczniki CTU. Sygnały czujników zasymuluj przyciskami P1 i P2 (rysunek 6).

Układ powinien działać w następujący sposób:

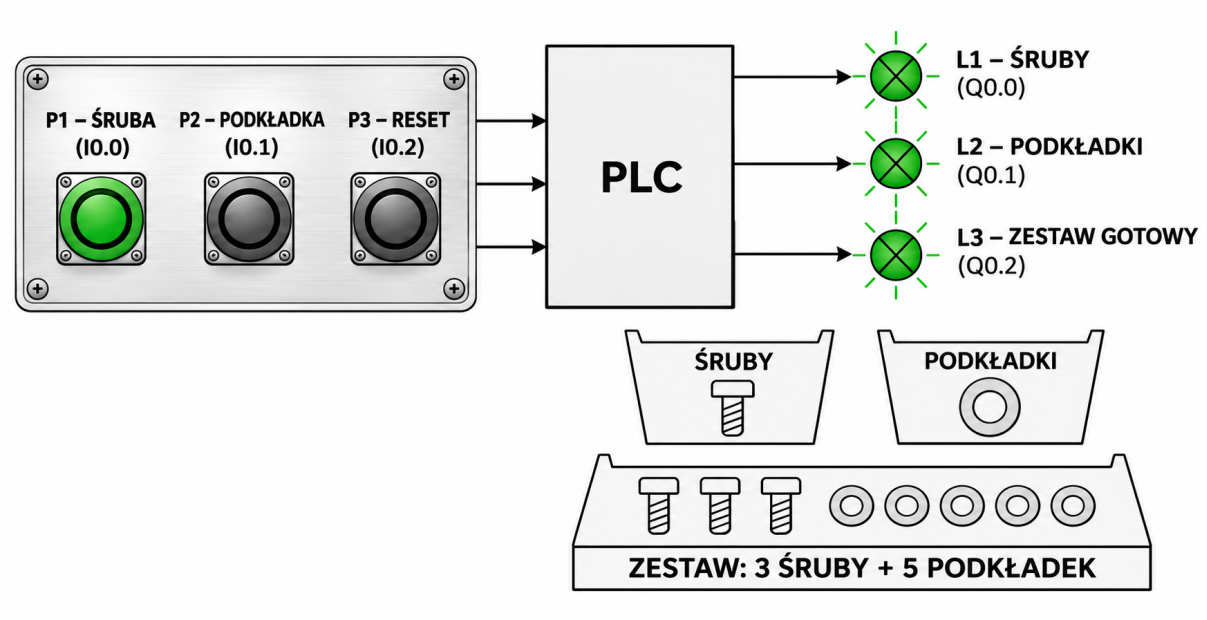
- Każde naciśnięcie przycisku P1 oznacza dodanie jednej śruby i zwiększa wartość pierwszego licznika.
- Każde naciśnięcie przycisku P2 oznacza dodanie jednej podkładki i zwiększa wartość drugiego licznika.
- Lampka L1 sygnalizuje zliczenie co najmniej trzech śrub.
- Lampka L2 sygnalizuje zliczenie co najmniej pięciu podkładek.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

- Lampka L3 sygnalizuje poprawne skompletowanie zestawu — dokładnie trzech śrub i pięciu podkładek. Do sprawdzenia tych warunków wykorzystaj porównanie wartości bieżących CV obu liczników.
- Przycisk P3 zeruje oba liczniki i umożliwia rozpoczęcie kompletowania kolejnego zestawu.

Sprawdź działanie układu przy poprawnej liczbie elementów oraz po dodaniu nadmiarowej śruby lub podkładki.



Rysunek 6. Schemat funkcjonalny układu.

Tabela 1. Lista sygnałów do realizacji ćwiczenia.

Lista sygnałów		
Nazwa	**Adres**	**Komentarz**
P1	I0.0	Przycisk symulujący dodanie jednej śruby.
P2	I0.1	Przycisk symulujący dodanie jednej podkładki.
P3	I0.2	Przycisk zerowania obu liczników.
L1	Q0.0	Lampka sygnalizująca zliczenie co najmniej trzech śrub.
L2	Q0.1	Lampka sygnalizująca zliczenie co najmniej pięciu podkładek.
L3	Q0.2	Lampka sygnalizująca zliczenie dokładnie trzech śrub i pięciu podkładek.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

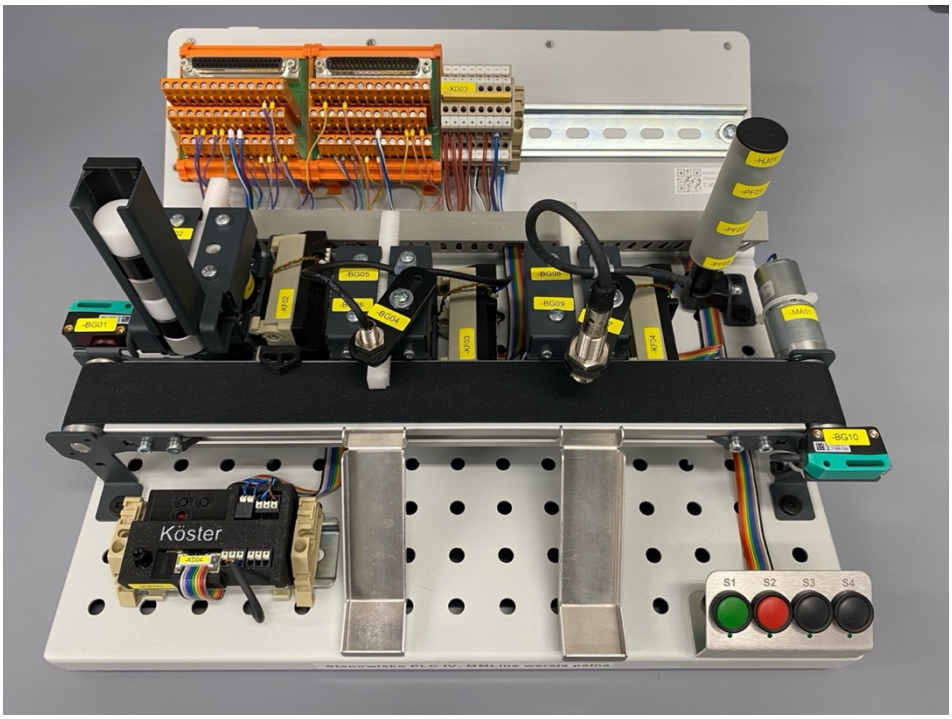
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach: FUNDUSZE EUROPEJSKIE DLA ROZWOJU SPOŁECZNEGO 2021-2027 (FERS) "POLLUB z nami nowoczesne technologie" FERS.01.05-IP.08-0319/23-00

Ćwiczenie nr 2

Wykorzystując poznane zagadnienia opracuj program w języku LAD umożliwiający sterowanie ręczne sterowanie linią sortującą (rysunek 7).

Układ powinien działać w następujący sposób:

- Po naciśnięciu START taśmociąg porusza się w prawo i pracuje do naciśnięcia STOP, zaś ruch w lewo pozostaje wyłączony.
- Przytrzymanie S3 powoduje wysuwanie siłownika 1, a po zwolnieniu przycisku siłownik ma się wsuwać.
- Przytrzymanie S4 powoduje wysuwanie siłownika 2, a po zwolnieniu przycisku siłownik ma się wsuwać.
- Ruch każdego siłownika kończy się po zadziałaniu odpowiedniego czujnika położenia.
- Sterowanie siłownikami jest aktywne po naciśnięciu START, a naciśnięcie STOP wyłącza wszystkie wyjścia.



Rysunek 7. Wykorzystywane stanowisko laboratoryjne – model przenośnika taśmowego z opcją sortowania

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Tabela 2. Lista sygnałów do realizacji ćwiczenia.

Lista sygnałów		
Nazwa	**Adres**	**Komentarz**
B_S	I0.1	Bariera świetlna na początku taśmociągu
B_K	I0.2	Bariera świetlna na końcu taśmociągu
S1_W	I0.3	Czujnik wysunięcia siłownika 1
S1_S	I0.4	Czujnik wsunięcia siłownika 1
C_I	I0.5	Czujnik indukcyjny
S2_W	I0.6	Czujnik wysunięcia siłownika 2
S2_S	I0.7	Czujnik wsunięcia siłownika 2
C_P	I1.0	Czujnik pojemnościowy
START	I1.2	Przycisk START, styk normalnie otwarty (NO)
STOP	I1.3	Przycisk STOP, styk normalnie zamknięty (NC)
S3	I1.4	Przycisk S3, styk normalnie otwarty (NO)
S4	I1.5	Przycisk S4, styk normalnie otwarty (NO)
T_L	Q0.0	Wyjście sterujące ruchem taśmociągu w lewo
T_P	Q0.1	Wyjście sterujące ruchem taśmociągu w prawo
S1_WYS	Q0.4	Wyjście sterujące wysuwaniem siłownika 1
S1_WSU	Q0.5	Wyjście sterujące wsuwaniem siłownika 1
S2_WYS	Q0.6	Wyjście sterujące wysuwaniem siłownika 2
S2_WSU	Q0.7	Wyjście sterujące wsuwaniem siłownika 2

Ćwiczenie nr 3

Wykorzystując poznane zagadnienia opracuj program w języku LAD umożliwiający sterowanie taśmociągiem oraz zliczanie transportowanych elementów. Program powinien wykorzystywać instrukcje licznikowe do monitorowania liczby elementów wprowadzonych na taśmociąg, opuszczających stanowisko oraz znajdujących się aktualnie w obszarze transportowym

Układ powinien działać w następujący sposób:

- Naciśnięcie przycisku START uruchamia taśmociąg, który transportuje elementy w prawo.
- Bariera świetlna na początku taśmociągu B_S wykrywa kolejne elementy, a licznik CTU zlicza wszystkie elementy wprowadzone na taśmociąg.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

- Bariera świetlna na końcu taśmociągu B_K wykrywa elementy opuszczające stanowisko, a drugi licznik CTU zlicza elementy, które zakończyły transport.
- Licznik CTUD powinien monitorować liczbę elementów znajdujących się aktualnie na taśmociągu, zwiększając wartość przy wykryciu elementu na początku i zmniejszając ją po wykryciu elementu na końcu.
- Licznik CTD powinien odliczać liczbę elementów pozostałych do zakończenia partii produkcyjnej wynoszącej 10 sztuk.
- Po przetransportowaniu 10 elementów taśmociąg powinien automatycznie się zatrzymać.
- Naciśnięcie przycisku S3 powoduje wyzerowanie liczników CTU i CTUD oraz ponowne ustawienie wartości początkowej licznika CTD.
- Naciśnięcie przycisku STOP powoduje zatrzymanie taśmociągu.

Pytania pomocnicze

1. Czym są liczniki w sterownikach PLC i do czego są wykorzystywane?
2. Jakie podstawowe rodzaje liczników są dostępne w środowisku TIA Portal i czym różnią się ich funkcje?
3. Na czym polega działanie liczników CTU, CTD oraz CTUD?
4. Jakie parametry i sygnały występują w licznikach oraz jakie jest ich znaczenie?
5. W jaki sposób realizowane jest zwiększanie, zmniejszanie oraz zerowanie wartości licznika?
6. W jaki sposób można wykorzystać wartość licznika do sterowania działaniem innych elementów układu?
7. Jakie znaczenie ma wykrywanie zbocza sygnału podczas zliczania impulsów przez licznik?
8. W jakich praktycznych zastosowaniach automatyki przemysłowej wykorzystuje się poszczególne rodzaje liczników?

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

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

Podsumowanie

Podczas zajęć laboratoryjnych poznano podstawowe zasady zliczania zdarzeń i impulsów w sterownikach PLC. Przedstawiono rodzaje liczników dostępnych w środowisku TIA Portal oraz przeanalizowano ich działanie i podstawowe parametry. Doskonalono umiejętności tworzenia programów w języku LAD, wykorzystujących liczniki do realizacji określonych funkcji sterujących. Zwrócono uwagę na znaczenie prawidłowego doboru rodzaju licznika oraz możliwości wykorzystania jego wartości do sterowania procesami w układach automatyki przemysłowej.

Literatura

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

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego

Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską

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