

TECHNIKI I PROBLEMATYKA STEROWANIA Z UŻYCIEM STEROWNIKÓW PLC

Przygotował: Witold Skibniewski

Spis treści

1. Historia Sterowników PLC

2. Czym jest sterownik PLC

3. Budowa

4. Zasada działania

5. Programowanie sterowników

- Języki tekstowe
- Języki graficzne

6. Projektowanie sterowania z użyciem sterowników

- Sformułowanie zadania
- Określenie celu
- Określenie parametrów wejściowych oraz wyjściowych
- Określenie algorytmu
- Opracowanie algorytmu w jednym z języków programowania
- Testy rozwiązania
- Implementacja obwodów awaryjnych

7. Podsumowanie

8. Bibliografia

1. Historia Sterowników PLC

Aby zrozumieć sens używania sterowników PLC, należy zapoznać się z systemami sterowania, które zostały wyparte przez PLC, jest to: sterowanie w technice przekaźnikowo-stycznikowej oraz w technice półprzewodnikowej. W technice od dawna były stosowane układy sterujące. Dawniej były to proste struktury mechaniczne. Różniej zastosowano do tego celu układy stycznikowo-przekaźnikowe. Sterowanie stycznikowo-przekaźnikowe było budowane jako sztywna sieć dziesiątków setek a u szczytu rozwoju tej techniki nawet tysięcy styczników i przekaźników. Program i sposób jego wykonania był definiowany poprzez strukturę połączeń przewodami układów styczników oraz przekaźników. Zaletami tej metody była niezawodność oraz niska cena pojedynczego elementu, a dla małych układów prosty montaż oraz niskie wymagania co do kwalifikacji obsługi. Wadami natomiast duża ilość zajmowanego miejsca, trudność w znalezieniu ewentualnej usterki, mała podatność na modyfikacje programu, w przypadku rozbudowanego układu wysoki stopień skomplikowania oraz trudność w budowie. Układ sterowania oparty na półprzewodnikowej technologii miał podobne zalety i wady jak układ stycznikowo-przekaźnikowy, lecz elementy układu charakteryzowały się jeszcze lepszą żywotnością, lecz też wyższą ceną, lecz trudność w modyfikacji oraz skomplikowanie jest nadal wada tej metody budowania sterowania. W roku 1968 w branży samochodowej wtedy korzystającej w największym stopniu z dobrodziejstw automatyki zrodził się pomysł wprowadzenia sterowania nowego typu. Sterowania, w którym algorytm nie zawierał się w ogromnej ilości połączeń kabli przekaźników i styczników tylko w pamięci urządzenia. Tak narodziła się idea sterownika PLC. W 1970 roku pierwszy model sterowania oparty na cyklicznym odczycie pamięci (co jest podstawą działania dzisiejszych sterowników PLC) został zaprezentowany na wystawie obrabiarek w Chicago. Urządzenie mogło realizować różne funkcje bez ingerowania w warstwę sprzętową tj. połączenia oraz urządzenia tylko poprzez zmianę programu zapisanego w pamięci PLC. O skuteczności danej metody sterowania świadczy szybkość ekspansji w zakładach przemysłowych. Od pierwszego pokazania funkcjonującego modelu w 1970 roku do 1973 roku tylko w przemyśle metalurgicznym w Stanach Zjednoczonych zostało zainstalowanych ponad 3000 układów sterowania opartych na sterownikach.

2. Czym jest sterownik PLC

Sterownik PLC z angielskiego *programmable logic controller* jest to urządzenie przeznaczone do sterowania pracą maszyny lub urządzenia. Charakteryzuje się niezawodnością działania oraz możliwością łatwej zmiany programu zapisanego w pamięci. Wyparł praktycznie wszystkie inne sposoby sterowania procesami w fabrykach. Zazwyczaj zawiera się w pojedynczej obudowie lub jest złożony z kilku modułów. Umożliwia zapis programu w kilku językach dzielących się na dwie grupy: graficzne oraz tekstowe. Takie rozwiązanie pozwala na umieszczanie w programie struktur, których nie przewiduje logika zero-jedynkowa, takie jak liczniki, zegary,

wykonywanie obliczeń matematycznych. Sterownik może się komunikować z innymi urządzeniami poprzez różne interfejsy komunikacyjne.

3. Budowa

Sterowniki można podzielić ze względu na ich budowę: scalony oraz modułowy. Sterownik scalony inaczej zwany sterownikiem kompaktowym jest to sterownik, w którym w jednej obudowie znajdują się wszystkie podzespoły takie jak: CPU moduły wejść oraz wyjść moduły łączności. Takie sterowniki charakteryzują się prostotą obsługi oraz montażu, niską ceną, małą ilością wymaganego miejsca. Ich wadami są natomiast brak lub trudna rozbudowa, mała liczba wejść oraz wyjść, mała ilość pamięci wbudowanej co ogranicza możliwości programowania. Wad tych nie ma sterownik modułowy. Jest on łatwy w rozbudowie poprzez dołączanie w specjalnym gnieździe modułów rozszerzających, zazwyczaj ma też większą ilość pamięci do przechowywania programu, dzięki czemu w sterowniku można zapisać o program w większej złożoności niż w sterowniku kompaktowym, sterowniki modułowe zazwyczaj charakteryzują się też lepszą wydajnością oraz niezawodnością. Poważną wadą sterowników modułowych jest ich bardzo wysoka cena oraz ich wielkość.

4. Zasada działania

Zasada działania sterownika PLC. Podstawową zasadą działania sterowników PLC jest praca w cyklu. Sterownik cyklicznie wykonuje następujące po sobie rozkazy z programu. Na cykl składają się autodiagnostyka, odczyt wejść, wykonanie programu, zadania komunikacyjne, ustawienia wyjść.

- *Autodiagnostyka* – Sterownik w trakcie pracy wykonuje sekwencje autodiagnostyki, w której sprawdza, czy jest sprawny oraz, czy nie wystąpiły jakieś błędy. Autodiagnostyka służy jako ochrona sterownika przed skutkami błędów, które jest t w stanie wykryć. Po wykryciu błędu sterownik zazwyczaj zatrzymuje się i wysyła odpowiednie informacje.
- *Odczyt wejść* – W tej części cyklu sterownik odczytuje z modułów wejść informację o sygnałach wysyłanych do sterownika. Sterownik odczytuje je i zapamiętuje na czas trwania jednego cyklu.
- *Wykonanie programu* – w tej części wykonywany jest program zawarty w pamięci sterownika, następuje przeliczanie zmiennych na podstawie informacji uzyskanych z wejść oraz własnej pamięci.
- *Ustawienia wyjść* – w tym momencie następuje nadanie wartościom wyjść w modułach podłączonych do sterownika.

5. Programowanie sterowników

Aby zaprogramować sterownik PLC, potrzebne jest oprogramowanie obsługujące dany model oraz znajomość jednego z kilku języków programowania. Języki programowania dzieli się na dwie główne kategorie: graficzne oraz tekstowe. Zasady programowania sterowników PLC zostały ujęte w trzecim rozdziale normy IEC 61131 tj. IEC 61131-3. Przede wszystkim dzięki niej ujednociono koncepcje programowania sterowników PLC, tak aby ułatwić programowanie sterowników różnych firm.

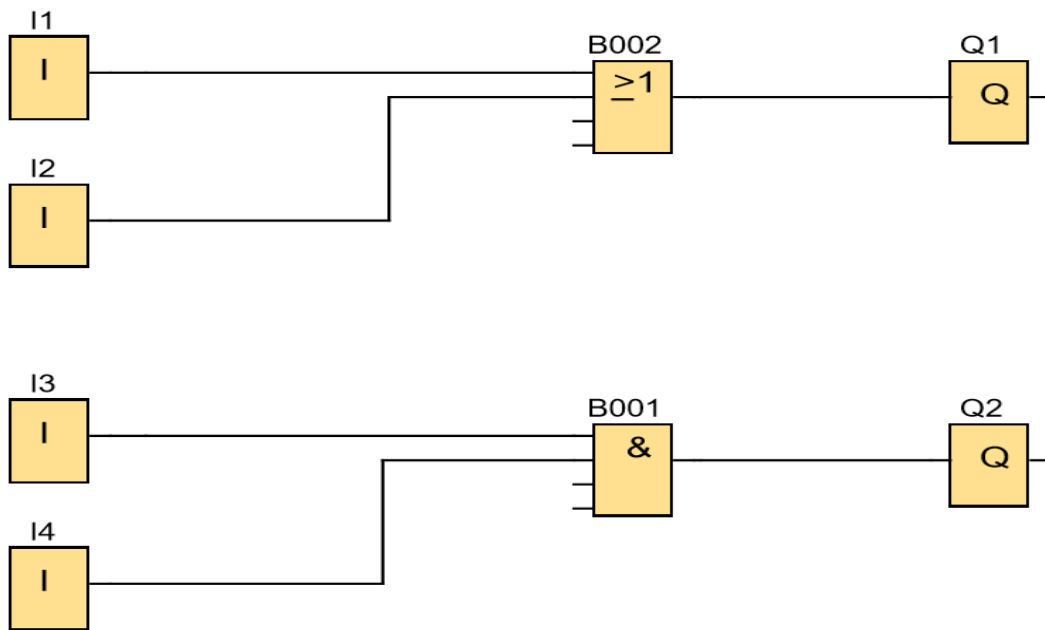
I. Języki tekstowe

IL – Lista Instrukcji (z angielskiego – *Instruction List*) – Język niskiego poziomu, przypominający język assemblera. Jest to klasyczny język tekstowy do programowania sterowników. Zbiór instrukcji tego języka zawiera: operacje logiczne, arytmetyczne operacje relacji oraz funkcje przerzutników, czasomierzy, liczników. W związku z tym, że jest to język niskiego poziomu, umożliwia on pisanie programu charakteryzującego się wysoką wydajnością oraz zajmującego w miarę mało miejsca w pamięci sterownika. Wadami tego języka są: trudność oraz uciążliwość tworzenia programu.

ST – Język Strukturalny (z angielskiego - *Structured Text*) – Język wyższego poziomu niż język IL, odpowiadający językowi algorytmicznemu. W związku z tym, że jest to język wysokiego poziomu, jego składnia i słowa kluczowe mają maksymalnie ułatwić rozumienie kodu programu dla człowieka. Zaletami tego języka jest wygodniejsze niż w języku IL tworzenie programu. Wadami tego języka jest – brak bezpośredniego wpływu na tłumaczenie programu na postać maszynową, co skutkuje dłuższym i wolniejszym programem.

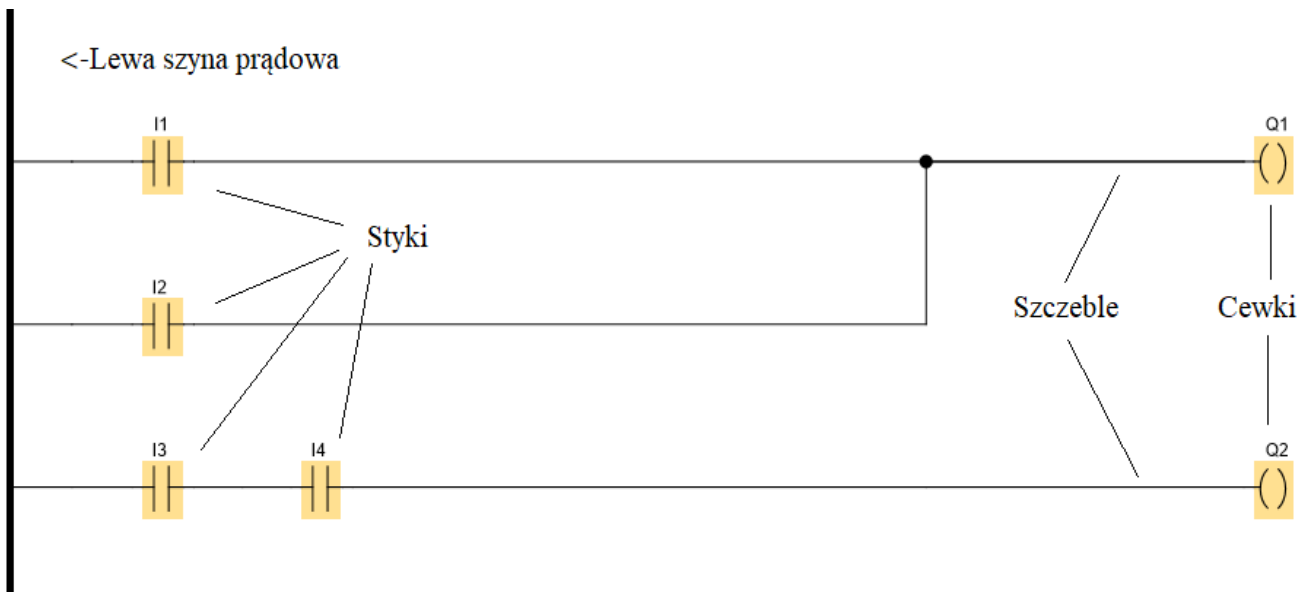
II. Języki graficzne

FBD Język schematów blokowych (z angielskiego *Function Block Diagram*)
Realizacja programu polega na „przepływie sygnału” (z angielskiego „*signal flow*”). Przepływ następuje od prawej strony (z wyjścia) bloku lub funkcji do lewej strony (wejścia) kolejnej funkcji lub bloku.



Sposób realizacji funkcji w języku FBD w programie LOGO!soft comfort. Odpowiednio funkcja OR oraz funkcja AND.

LD – Język drabinkowy (z angielskiego – *Ladder Diagram*), w sterownikach firmy Siemens język LAD – Programowanie polega na umieszczaniu w polu graficznym predefiniowanych elementów. Symbole te umieszcza się w obwodach w sposób podobny do szczebli (z angielskiego *rungs*) w schemacie drabinkowym. Język drabinkowy przypomina swoją budową i zasadami tworzenia język przekaźnikowych układów sterowania. Największą zaletą języka drabinkowego jest jego prostota oraz łatwość adaptacji dla kogoś, kto wcześniej miał styczność z diagramami sterowania przekaźnikowego, umożliwia też łatwe tłumaczenie programu na język sterownika.



Sposób realizacji funkcji w języku LD/LAD w programie LOGO!soft comfort. Odpowiednio funkcja OR oraz funkcja AND.

Obwód tworzy się ze zbioru wzajemnie połączonych elementów graficznych. Obwód jest ograniczony z lewej i prawej strony przez szyny prądowe. Prawa szyna może nie być widoczna w części programów, lecz jest ona wtedy w domyśle. W przypadku języka LD wykonywanie programu polega na „przepływie prądu” (z angielskiego „power flow”). Przepływ następuje od lewej szyny do prawej.

6. Projektowanie sterowania z użyciem sterowników

Zagadnienie projektowania sterowania sterownikiem PLC należy rozpocząć od analizy zagadnienia. Znaczącym wyborem jest dobór sterownika, co wbrew pozorom nie jest zagadnieniem prostym. Projektant musi wybrać taki sterownik, aby jego parametry umożliwiały realizację zamierzonego programu. Projektowanie jest w pewnym sensie rozwiązywaniem problemu. Projektowanie dzieli się na:

- A) Sformułowanie zadania
- B) Określenie celu
- C) Określenie parametrów wejściowych oraz wyjściowych
- D) Określenie algorytmu
- E) Opracowanie algorytmu w jednym z języków programowania.
- F) Testy rozwiązania
- G) Implementacja obwodów awaryjnych

A) Sformułowanie zadania

W dzisiejszych czasach, ze względu na rozbudowane urządzenia, do których piszę się programy, bezpośrednie sformułowanie programu nie jest możliwe. W przypadku prostych zagadnień projektowanie sterowania można rozpocząć bezpośrednio po analizie danego procesu. Natomiast gdy mamy do czynienia z większym stopniem komplikacji programu, to projektowanie przestaje być zadaniem prostym. Najlepszą metodą postępowania jest dokładna analiza, czyli rozkład na

prostsze, niezależne od siebie zadania. Pozwala to na znaczne ułatwienie zrozumienia procesu technologicznego. Dla każdego zadania należy opracować algorytm, dobrać sterownik oraz napisać odpowiedni program. Czyli gdy naszym zadaniem jest sterowanie skomplikowaną maszyną, najlepiej przeanalizować jej zadania i procesy, i nie projektować jednego algorytmu sterującego wszystkim, tylko napisać kilka algorytmów na osobne sterowniki.

B) Określenie celu

Na tym etapie powinno się dokładnie ustalić wynik procesu sterowania wraz z warunkami potrzebnymi do osiągnięcia celu. Zawiera się tu: co powinien program robić, co z czego wynika oraz warunki wykonania poszczególnych procesów programu.

C) Określenie parametrów wejściowych oraz wyjściowych

Na tym etapie określa się parametry wejść oraz wyjść, czyli jakich potrzeba sygnałów wyjściowych oraz wejściowych, oraz ich rodzajów. Sygnały wejściowe mogą być cyfrowe, czyli zero-jedynkowe lub analogowe. Sygnały wejściowe są to na przykład sygnały z czujników lub przycisków zawartych w obiekcie sterowanym. Sygnały wyjściowe są to sygnały wychodzące ze sterownika do wszystkich urządzeń sterowanych np. lampki, elektrozawory, silniki, syreny alarmowe.

D) Określenie algorytmu

Następnym krokiem procesu automatyzacji procesu jest opracowanie algorytmu opisującego przebieg procesu. Algorytm można zapisać w postaci opisu słownego, listy kroków, schematu blokowego lub od razu w jednym z języków programowania. Zaleca się, aby algorytm utworzyć w języku schematu blokowego. Schemat blokowy pozwala dostrzec istotne etapy algorytmu i zależności między nimi. Dobrze wykonany algorytm bardzo ułatwia napisanie programu sterującego w dowolnym języku.

E) Opracowanie algorytmu w jednym z języków programowania.

Poprzez pisanie programu rozumiemy realizację, w jednym z języków programowania, opracowanego algorytmu sterowania. Program składa się z wykonywanych instrukcji oraz komentarzy. Instrukcje są pogrupowane w: program główny oraz procedury programu. Po napisaniu programu jest on kompilowany i wgrywany do sterownika. Należy też pamiętać o systematycznym dokumentowaniu i komentowaniu poszczególnych rozwiązań.

F) Testy rozwiązania

Podczas fazy testów poddana analizie jest poprawność działania obiektu sterowanego oraz programu. Zazwyczaj pierwsze testy wykonuje się w symulacji bez podłączania obiektu sterowanego, lecz wymusza się stany wejść. Gdy stwierdzimy poprawność programu, wykonuje się testy całości tj. sterownika podłączonego do obiektu sterowanego i sprawdza się poprawność działania. W razie błędnego działania wprowadza się zmiany oraz poprawki w programie.

G) Implementacja obwodów awaryjnych

Najważniejsze w programowaniu i konstruowaniu jest bezpieczeństwo operatorów i osób postronnych, a w drugiej kolejności o bezpieczeństwo urządzeń i ograniczenie ewentualnych strat. Najczęściej stosowanym zabezpieczeniem sprzętowym jest obwód sterowania awaryjnego. Są to najczęściej przyciski w kształcie czerwonych grzybków, co powoduje, że można je nacisnąć bez użycia dłoni. Reakcja na ten układ musi być bezzwłoczna oraz niezawodna. Do sterownika musi być dostarczona informacja o aktywacji układu sterowania awaryjnego. Należy przeanalizować możliwe stany urządzeń, aby zatrzymanie nie powodowało dalszych strat.

7. Podsumowanie

Sterowniki PLC dzięki swoim zaletom w postaci łatwości programowania oraz łatwości edycji programu zdobyły, budowaną od 1969 roku, dominującą pozycję na rynku. W praktyce niespotykane jest stosowanie innych systemów sterowania w przemyśle. Nawet tak proste sterowanie, jak obsługa bramy garażowej nie może odbyć się dziś bez sterowników PLC. Dzięki międzynarodowym normom, takim jak: IEC 1131, IEC 61131 programowanie sterowników dzięki standaryzacji, jest o wiele prostsze. Rozwój sterowników postępuję i nie wydają się, aby w najbliższym czasie sterowniki PLC zostały zastąpione.

8. Bibliografia

- https://eia.pg.edu.pl/documents/184139/29070092/W9_Wyklad%20-%20Instruction%20List.pdf
- https://pl.wikipedia.org/wiki/IEC_61131-3
- „Programowanie sterowników przemysłowych”; Jerzy Kasprzyk ;Wydawnictwo WNT; Warszawa 2017.
- http://www.plan-rozwoju.pcz.pl/wyklady/mechatronika/Sieci_przemyslowe_w.pdf
- „Wstęp do programowania sterowników”; Robert Sałat, Krzysztof Korpysz, Paweł Obstawski; Wydawnictwa Komunikacji i Łączności; Warszawa 2010, 2017