

1. WSTĘP

W dzisiejszych czasach trudno wyobrazić sobie instalacje automatyki bez zastosowania w niej sterowników przemysłowych. Postęp technologiczny spowodował, że w miejsce istniejących układów przekaźnikowych coraz częściej instalowany jest układ PLC

2. HISTORIA STEROWNIKÓW PLC Pełna nazwa sterowników PLC (z ang. Programmable Logic Controller) to Sterowniki Swobodnie Programowalne. Ich powstanie związane jest z rozwojem techniki mikroprocesorowej. Obecnie sterowniki przemysłowe (mikroprocesory) wypierają starsze systemy sterowania, zwłaszcza przekaźnikowe i pneumatyczne. Starsze systemy sterowania oparte były na połączeniach przekaźnikowych, gdzie poprzez odpowiednie połączenie kablem poszczególnych elementów (stycznik, przekaźnik, przekaźnik czasowy) realizowana była funkcja sterownia. W latach 70-tych ubiegłego wieku systemy sterowania oparte były także na pamięciach ferrytowych bądź na dedykowanych układach TTL. W latach 80-tych dostępne zaczęły być mikroprocesory 8 i 16-bitowe, które były motorem do zaprojektowania sterowników, jakie obecnie znamy. W tym okresie powstały pierwsze duże sterowniki PLC jak np. Siemens Simatic S3, Allen-Bradley PLC-2 i in. W latach 90-tych, za sprawą rozwoju elektroniki i systemów komputerowych nastąpił znaczny rozwój i doskonalenie sterowników PLC. Obecnie sterowniki przemysłowe charakteryzują się niewielkimi rozmiarami, możliwością łatwej rozbudowy, dużymi możliwościami (wbudowane procesory zmiennoprzecinkowe, różnorodne opcje komunikacyjne, łatwość programowania i serwisowania) oraz relatywnie niskimi kosztami.

3. RODZAJE STEROWNIKÓW PRZEMYSŁOWYCH

Sterowniki przemysłowe są urządzeniami elektronicznymi przeznaczonymi do kontroli i sterowania procesami przemysłowymi (sterowanie maszyną, ciągiem technologicznym, procesem itd.) Ze względu na budowę można określić je odmianą komputera przemysłowego. Są to urządzenia przeznaczone do pracy w ciężkich, przemysłowych warunkach czyli odpornych na:

- wibracje
- drgania
- zapylenie
- temperaturę

Sterowniki przemysłowe ze względu na przeznaczenie pod wymogi aplikacji i branże przemysłu dzielimy na :

- mikrosterowniki programowalne
- sterowniki PLC
- sterowniki PAC
- sterowniki DCS
- sterowniki CNC
- sterowniki typu SoftPLC
- sterowniki dedykowane

Mikrosterowniki programowalne – określane również mianem przekaźników logicznych lub programowalnych są najmniejszymi rozwiązaniami z zakresu sterowników przemysłowych. Standardowo posiadają do kilkunastu wejść /wyjść dyskretnych, opcjonalnie 1-4 wejścia /wyjścia analogowe i niewielkie możliwości rozbudowy. Główne funkcje

Sterowniki :: Sterowniki PLC :: Sterowniki Przemysłowe :: Sterowniki Programowalne

Wprowadzenie do sterowników przemysłowych

jakie realizują to operacje licznikowe i czasowe (mogą mieć wbudowany zegar i kalendarz), operacje bitowe (załącz/wyłącz), operacje arytmetyczne (sumowanie, porównywanie itd.) W wersjach, które posiadają wbudowane wyświetlacze tekstowe i klawiaturę, możliwy jest podgląd wartości i wprowadzanie odpowiednich nastaw (np. zadanej temperatury, czasu itd.). Przykłady zastosowań to: sterowanie oświetleniem i wentylacją w małych budynkach, szklarniach; proste sterowanie dyskretnie w niewielkich maszynach technologicznych; sterowanie pojedynczą przepompownią itd.

Sterowniki PLC – najbardziej popularne w przemyśle. Mogą być w wersji kasetowej (kasecja, zasilacz, procesor i odpowiednia ilość kart I/O) bądź kompaktowo-modułowej (moduł procesora z wbudowanymi wejściami i wyjściami oraz opcjonalne moduły rozszerzeń z dodatkowymi I/O). W zależności od opcji obsługują od kilkudziesięciu do kilkuset wejść /wyjść. Mają możliwość obsługi pętli regulacji PID. Posiadają opcje komunikacyjne umożliwiające wymianę informacji w sieciach cyfrowych np. profibus dp, modbus rtu, ethernet ip i in. Mogą mieć wbudowany procesor zmiennoprzecinkowy, zegar czasu rzeczywistego, obsługę specjalizowanych wejść i modułów (np. moduły wagowe, wejścia termoparowe, wyjścia PWM itd.). Dostępne są także w wersjach specjalnych np. do stref EX lub w wykonaniu redundantnym (podwójny zasilacz, procesor, wejścia/ wyjścia) Przykładowe aplikacje z wykorzystaniem sterowników PLC to: regulacja procesu przy produkcji wyrobów chemicznych (dozowanie odpowiednich półproduktów); sterowanie pracą maszyny przemysłowej, ciągu technologicznego, przenośników taśmowych; zbieranie sygnałów z urządzeń obiektowych (sygnały dyskretnie i analogowe) i przekazywanie ich do systemu nadrzędnego np. SCADA; kontrola i sterowanie piecem hutniczym itd

Sterowniki PAC – duże systemy sterownikowe dla automatyki i przeznaczone do obsługi złożonych procesów technologicznych. Sterowniki PAC obsługują za pomocą jednego oprogramowania narzędziowego wszystkie wątki aplikacji tj. sterowanie dyskretnie i procesowe, sterowanie napędami i osiami, komunikację. Charakteryzują się procesorami zmiennoprzecinkowymi, dużymi zasobami pamięci i systemami czasu rzeczywistego. Przeznaczenie sterowników PAC: szybka produkcja, monitoring pracy maszyn w czasie rzeczywistym, sterowanie precyzyjne czy sterowanie złożonym procesem.

Sterowniki DCS – ang. distributed control system – rozproszony system sterowania. Jest to system odpowiadający za sterowanie i wizualizację procesu przemysłowego posiadający wspólną bazę danych dla sterowania i wizualizacji (w przeciwieństwie do systemu zbudowanego na bazie SCADA i PLC). Sterowniki DCS stosowane są najczęściej do sterowania procesami wsadowymi np. w aplikacjach chemicznych i petrochemicznych.

Sterowniki CNC – są to sterowniki przeznaczone do sterowania pracą maszyn numerycznych np. frezarek, tokarek, centra obróbczego CNC. Programowanie polega na ustawieniu operacji, jakie wykonać musi maszyna aby obrobić odpowiedni detal. Programowanie odbywa się za pomocą tzw. instrukcji G-Code. Architektura sterowników CNC składa się zazwyczaj z jednostki centralnej (z procesorem), modułów wejść i wyjść, opcji komunikacyjnych oraz z dodatkowego pulpitu operatorskiego (ekran z wbudowaną klawiaturą alfa-numeryczną). Klasyczny układ sterowania CNC składa się z bufora programu przechowującego plik G-Code do wykonania, interpretera G-Code przekształcającego plik wejściowy na sekwencję współrzędnych, interpolatora wytyczającego trajektorię w przestrzeni wielowymiarowej i sterowników poszczególnych osi.

Sterowniki SoftPLC – są to rozwiązania wykorzystujące moc komputerów PC. Jest to specjalne oprogramowanie instalowane na platformie MS Windows i wykorzystujące architekturę komputerów PC. Komunikacja odbywa się poprzez sieci cyfrowe (np. karty komunikacyjne montowane w slotach PCI np. Profibus, Modbus itd) . Sterowniki takie charakteryzują się bardzo dużą mocą obliczeniową, jednakże do ich wad należy niska stabilność pracy (komputery mogą się zawieszać, są mniej odporne na warunki przemysłowe niż standardowe sterowniki przemysłowe)

Sterowniki :: Sterowniki PLC :: Sterowniki Przemysłowe :: Sterowniki Programowalne

Wprowadzenie do sterowników przemysłowych

Sterowniki dedykowane –są to układy elektroniczne dostosowane swoją budową oraz funkcją działania do urządzenia, którego pracę kontrolują. Przykłady sterowników dedykowanych to np. sterowniki dedykowane do sterowania pracą fontann, basenów, przepompowni wody, do sterowania konkretnymi urządzeniami przemysłowymi np. kotłami warzelnymi, komorami wędzarniczymi, chłodniami, suszarniami drewna, piecami energetycznymi itd. Sterowniki takie składają się z jednostki centralnej CPU (mikrokontrolera), często wyposażone są w wyświetlacz ciekłokrystaliczny ułatwiający komunikację z użytkownikiem, posiadają wbudowane wejścia i wyjścia, które często są dedykowane do podpięcia odpowiednich sygnałów (np. czujnika temperatury) i posiadają zaprojektowaną obudowę do konkretnego zastosowania. Zaletą sterownika dedykowanego jest prostota konstrukcji, małe gabaryty i niska cena. Do wad zalicza się brak lub ograniczoną możliwość wykorzystania tego rozwiązania do innej maszyny, koszty przygotowania takiego sterownika oraz brak standardu w stosunku do innych producentów.

4. BUDOWA I ZASADY DZIAŁANIA STEROWNIKÓW PLC

Podstawową zasadą działania sterowników jest praca cykliczna. Sterownik wykonuje kolejno po sobie poszczególne instrukcje programu w takiej kolejności, w jakiej są one zapisane w programie. Początek każdego cyklu programu rozpoczyna się od odczytu stanu wejść sterownika, a następnie następuje zapis obrazu stanu wejść do pamięci. Po wykonaniu wszystkich rozkazów i ustaleniu aktualnego dla danej sytuacji stanu wyjść, sterownik zapisuje stany wyjść do pamięci będącej obrazem wyjść procesu a procesor sterownika wysterowuje odpowiednie wyjścia. Procesor sterownika (program) cały czas śledzi obraz wejść i reaguje w postaci zmiany stanów wyjść w zależności od algorytmu programu

Budowa każdego sterownika składa się z:

- Mikroprocesora
- Pamięci (program, dane)
- układów wejściowych
- układów wyjściowych
- modułów komunikacyjnych
- zasilacza

Mikroprocesor w sterownikach jest układem elektronicznym, którego głównym zadaniem jest przetworzenie programu. Pod względem przetwarzania programu mikroprocesory dzielimy na kompilatory i interpretatory. Mikroprocesor sterownika realizuje funkcje zależności $w_e=f(w_e)$ oraz $f(w_e)=w_y$ tzn. czyta stany wejść, a następnie na podstawie sygnałów z wejść i zadanej funkcji i ustawia stan wyjść. Możliwe jest również ustawienie wyjść niezależnie od wejść np. na podstawie danych pobieranych z zegara. Mikroprocesory często posiadają wbudowany zegar czasu rzeczywistego (RTC), przetwornik A/C i C/A oraz układ watch-dog (na wypadek zawieszenia się przetwarzanego programu).

Pamięć – każdy sterownik (mikroprocesor), aby mógł realizować zadany program, musi posiadać pamięć. Pamięci w sterownikach dzielimy na pamięci standardowe (ROM), w których przechowywane są dane i kod programu oraz na pamięci nieulotne (EPROM).

Program w standardowych układach (ROM) podtrzymywany jest poprzez układ kondensatora bądź baterynie. Trwałość takiego układu i okres przechowywania programu/danych uzależniona jest od pojemności kondensatora / baterii a także od warunków otoczenia (wilgotność, temperatura) i wynosi od kilku dni w niekorzystnych warunkach do kilku lat.

Pamięć typu EPROM jest układem elektronicznym, w którym na stałe zapisany jest program /dane i niezależny jest od

Sterowniki :: Sterowniki PLC :: Sterowniki Przemysłowe :: Sterowniki Programowalne

Wprowadzenie do sterowników przemysłowych

zasilania. Pamięci typu EPROM stosowane są jako rezerwowe, gdzie przechowywany jest program. W momencie skasowania programu w standardowej pamięci wewnętrznej procesora (ROM), procesor automatycznie może pobrać kopie programu z nieulotnej pamięci typu EPROM i wgrać ją do swojej wewnętrznej pamięci.

Układy wejść – mogą być dwustanowe (dyskretne, binarne) bądź analogowe.

Układy dwustanowe wykonane są przy użyciu transoptorów i filtrów przeciw zakłóceń. Sygnał jaki jest podawany na wejście posiada odpowiednią wartość (w zależności od opcji np. 24VDC lub 110VAC) i jeśli przekroczy zadany próg to układ odczytuje sygnał jako 1 i przekazuje taką informację do mikroprocesora.

Układy wejść analogowych służą do ciągłego pomiaru sygnału. Dostępne są wejścia analogowe prądowe (np. 4-20mA), napięciowe (np. 0-10V), rezystancyjne i termoparowe.

Układy wyjść – mogą być dwustanowe (w postaci styków przekaźnika lub tranzystorowe) bądź analogowe (prądowe, napięciowe).

Opcje komunikacyjne – każdy sterownik posiada wbudowany minimum jeden port komunikacyjny, za pomocą którego możliwa jest jego komunikacja z komputerem /programatorem (w celu wgrania, modyfikacji i serwisowania programu). W zależności od producenta każdy sterownik posiada wbudowany jeden z następujących portów: RS232 (najczęściej spotykany), RS485 i RS422. Za pomocą wbudowanych portów sterownik może również komunikować się i wymieniać dane z współpracującymi urządzeniami automatyki np. z panelami operatorskimi, przetwornicami częstotliwości (falownikami), systemami wizyjnymi i in. Standardy RS 232 / 422 / 485 są schematami elektrycznymi, jednakże sterowniki wykorzystując powyższe rozwiązania elektryczne implementują w komunikacji także odpowiedni protokół komunikacyjny (specyficzny język – sposób kodowania wysyłanej informacji). W zależności od producenta możliwe są protokoły np. Modbus RTU, MPI, DH485 i in. Każde dwa urządzenia, które chcą ze sobą wymieniać dane, muszą obsługiwać ten sam protokół komunikacyjny.

Kolejnym sposobem komunikacji sterowników z innymi sterownikami i pozostałymi urządzeniami automatyki są specjalizowane moduły i procesory komunikacyjne. Z wykorzystaniem takich modułów możliwe jest zbudowanie odpowiednich sieci cyfrowych np. sieci Devicenet, Profibus, Ethernet i in. W zależności od opcji sterownik (oraz każde urządzenie) może być typu Master lub Slave. Typ Master umożliwia mikroprocesorowi odczytywanie danych z urządzeń zewnętrznych, natomiast typ SLAVE zezwala tylko na wysłanie do urządzenia nadrzędnego informacji.

Obecnie wraz z rozwojem techniki i popularyzacji sieci internet / ethernet, coraz więcej sterowników standardowo posiada wbudowany port Ethernetowy wraz z wbudowanym systemem Webserver. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwy jest zdalny monitoring pracy procesora (wpisując w przeglądarce internetowej nr IP sterownika możemy zobaczyć aktualny stan rejestrów procesora).

Zasilacz - wewnętrzny układ dostosowujący sterownik do typowego zasilania np. 12-24 V lub 110-230 V

5. PODSTAWY PROGRAMOWANIA STEROWNIÓW PLC

Programowanie sterowników PLC określa norma IEC 6-1131. Zgodnie z tą normą dostępne są następujące języki programowania:

- LD – ladder diagram (język drabinkowy)
- FBD – język bloków funkcyjnych

Sterowniki :: Sterowniki PLC :: Sterowniki Przemysłowe :: Sterowniki Programowalne

Wprowadzenie do sterowników przemysłowych

- SFC - język sekwencyjny, przebiegu
- ST - język strukturalny (oparty na składni języka pascal)
- IL - lista instrukcji, assembler

Do najpopularniejszego sposobu programowania zaliczany jest język drabinkowy (ladder diagram). Oparty jest na schemacie połączeń elektrycznych. Programowanie polega na tworzeniu kolejnych rungów (linii) programu i umieszczaniu w nich konkretnych instrukcji programowych. Procesor analizując program skanuje poszczególne rungi od pierwszego, z lewej strony do prawej i następnie przechodzi do kolejnego rungu, aż sprawdzi wszystkie. Wówczas cały cykl rozpoczyna się na nowo.

Podstawowe pojęcia:

Symbol $-|I|$ - Oznacza funkcję pobierz (Load). Stan występujący po lewej stronie jest przenoszony na prawą stronę w momencie występowania w przypisanej zmiennej stanu " on – 1". W każdym innym przypadku stan z prawej strony równy jest "OFF - 0" czyli styk normalnie otwarty

Symbol $-|/I|$ - Oznacza funkcję pobierz odwrotność (Load Not) Stan występujący po lewej stronie jest przenoszony na prawą stronę w momencie występowania w przypisanej zmiennej stanu " OFF – 0". W każdym innym przypadku stan z prawej strony równy jest "OFF - 0" czyli styk normalnie zwarty

Symbol $-(-)$ - Oznacza funkcję ustaw (set). Stan występujący po lewej stronie jest kopiowany do przypisanej zmiennej czyli cewka.

W programie do każdego tego typu symbolu musimy przypisać określoną zmienną , gdzie może to być I – wejście , Q – wyjście , M-marker (komórka pamięci), T-timer (przełącznik czasowy), C- counter (licznik)

Przykład prostych fragmentów programu:

$|---|I1|------(Q1)-|$ -program odczytuje wejście I1 i jeśli jest na nim sygnał (1), wówczas uaktywnia wyjście Q1

$|---|I1|---|I2|---|I3|---(Q1)-|$ - program odczytuje wejścia I1, I2, I3 i jeśli na wszystkich jest sygnał (1), wówczas uaktywnione zostaje wyjście Q1

$|---|T1|------(Q1)-|$ - program odlicza wartość Timera T1 i po odliczeniu zadanej wartości uaktywnia wyjście Q1

$|---|I1|------(C1)-|$ - program zlicza ilość impulsów z wejścia I1 i po
| | odliczeniu zadanej wartości impulsów uaktywnia
 $|---|C1|------(Q1)-|$ wyjście Q1

Przykładowe instrukcje i polecenia:

- ADD - dodawanie wartości komórek rejestru
- DIV - dzielenie wartości komórek rejestru
- MOV - przenoszenie zawartości komórek rejestru
- COP - kopiowanie zawartości komórek rejestru
- ABS - wartość bezwzględna
- SQRT - pierwiastek

- JMP - skok do podprogramu

6. DALSZY ROZWÓJ SYSTEMÓW STEROWANIA

Obecnie większość modernizowanych i nowobudowanych obiektów w przemyśle jest wyposażona w mikroprocesorowe systemy nadzoru i kontroli. Proces wypierania przez sterowniki i systemy mikroprocesorowe dotychczasowych układów tradycyjnych jest bardzo powszechny. Najbliższe lata będą nadal owocowały w powstawanie nowych koncepcji i trendów w rozwoju systemów sterowania. Głównym kierunkiem rozwoju jest zbliżanie się obecnych rozwiązań sterowników PLC do dużych systemów rozproszonych typu DCS. Producenci prowadzą również prace badawczo-rozwojowe w celu zaoferowania jednego uniwersalnego narzędzia dla różnych zastosowań tj. wykorzystanie tego samego sprzętu i oprogramowania do sterowania dyskretnego, procesem technologicznym (regulacja) i dla systemów napędowych (serwonapędy, sterowanie osiami maszyny). Podejście takie ułatwi użytkownikom łatwiejsze implementowanie rozwiązań danej firmy dla każdego rodzaju aplikacji.