Politechnika Poznańska
Wydział Budowy Maszyn
i Zarządzania

Automatyzacja
Zajęcia laboratoryjne

Ćwiczenie 3
Programowanie Sterowników PLC Omron

Poznań 2017

OGÓLNE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA
PODCZAS WYKONYWANIA ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH

! Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy zapoznać się z instrukcją dydaktyczną.

! Dokonać oględzin urządzeń, przyrządów i przewodów używanych podczas ćwiczenia. W przypadku zauważenia nieprawidłowości lub uszkodzeń bezzwłocznie powiadomić prowadzącego.

! Zabrania się samodzielnego załączania stanowiska bez sprawdzenia połączeń i wydaniu zgody przez prowadzącego.

! Zmian parametrów lub konfiguracji stanowiska przy użyciu dostępnych przełączników i potencjometrów można dokonywać po uprzednim przeanalizowaniu skutków takich działań.

! Zmian w konfiguracji obwodów elektrycznych polegających na zmianie połączeń przewodów lub wymianie przyrządów, należy dokonywać po uprzednim wyłączeniu zasilania stanowiska.

! Zabrania się wykonywania przełączeń (przewodów, urządzeń) w układzie znajdującym się pod napięciem.

! Przy obsłudze stanowisk, które zawierają elementy zasilane napięciem elektrycznym wyższym niż napięcie bezpieczne, należy zachować szczególną ostrożność w celu uniknięcia porażenia prądem elektrycznym.

! Stosowanie ustawień i procedur innych niż opisane w instrukcji lub zalecone przez prowadzącego może spowodować nieprzewidziane działanie, a nawet uszkodzenie stanowiska.

! Przekroczenie dopuszczalnych parametrów (napięć, prądów) może doprowadzić do uszkodzenia elementów stanowiska, pożaru lub porażenia prądem.

! W przypadku nieprawidłowego działania urządzeń lub wystąpienia objawów uszkodzeń (np. iskrzenie, zapach spalenizny) należy natychmiast wyłączyć stanowisko i powiadomić prowadzącego.

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z z podstawami budowy i programowania sterowników przemysłowych OMRON CPM1, zapoznanie się z podstawami programowania w języku drabinkowym LD oraz rozwiązanie przedstawionego zadania.

2 Wstęp

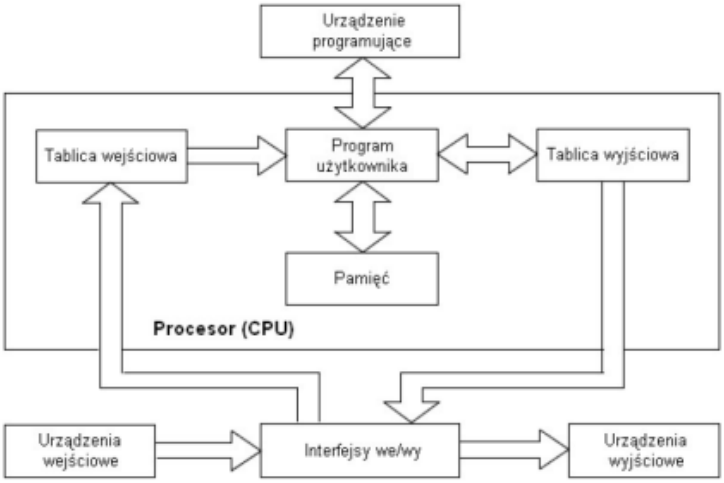
Sterownik PLC (ang. Programmable Logic Controller) to mikrokontroler inaczej nazywany również komputerem przemysłowym przeznaczonym do sterowania maszynami oraz procesami przez nie wykonywanymi. Wykorzystuje on wbudowaną wewnętrzną programowalną pamięć do przechowywania programów oraz wszelakiego rodzaju instrukcji. Sterownik odbiera ze świata zewnętrznego informacje w postaci cyfrowej lub analogowej, przetwarza je a następnie aktywuje odpowiednie wyjścia.

Budowa sterownika PLC

Sercem sterownika PLC jest mikroprocesor (CPU - ang. Central Processing Unit). Jest najważniejszym elementem w sterowniku, w nim realizowany jest program, zarządza całym urządzeniem, obsługuje rozszerzenia. Zastosowany mikroprocesor może być 8, 16 lub 32 bitowy. Ma to między innymi wpływ na szybkość jego działania i przetwarzania informacji, określa maksymalną liczbę obsługiwanych wejść i wyjść

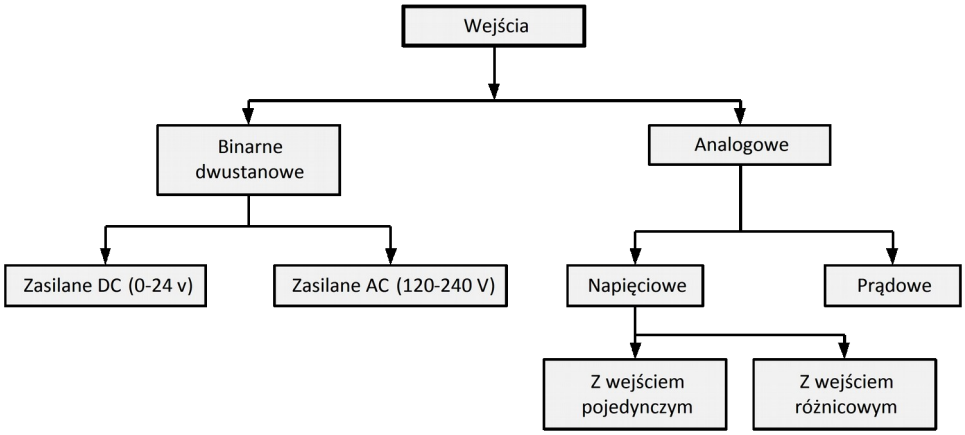
Każdy mikroprocesor współpracuje z pamięciami fizycznymi: RAM (ang. Random Access Memory), EEPROM (ang. Electrically Erasable Programable Read Only Memory), FLASH EPROM (ang. Flash Erasable Programable Read Only Memory). Pamięć RAM to pamięć o swobodnym dostępie, w niej znajdują się wszystkie dane aktualnie przetwarzanych przez mikroprocesor programów, po zaniku napięcia dane są tracone, konieczne zastosowanie baterii do podtrzymania. Pamięć EEPROM umożliwia zapisywanie i kasowanie informacji przy pomocy prądu elektrycznego, przetrzymuje informacje po zaniku zasilania, ograniczona liczba cyklów zapisu informacji. Flash to szybka pamięć nie wymagająca podtrzymania bateryjnego.

Każdy mikroprocesor współpracuje z pamięciami fizycznymi: **RAM** (*ang. Random Access Memory*), **EEPROM** (*ang. Electrically Erasable Programable Read Only Memory*), **FLASH EPROM** (*ang. Flash Erasable Programable Read Only Memory*). Pamięć RAM to pamięć o swobodnym dostępie, w niej znajdują się wszystkie dane aktualnie przetwarzanych przez mikroprocesor programów, po zaniku napięcia dane są tracone, konieczne zastosowanie baterii do podtrzymania. Pamięć EEPROM umożliwia zapisywanie i kasowanie informacji przy pomocy prądu elektrycznego, przetrzymuje informacje po zaniku zasilania, ograniczona liczba cyklów zapisu informacji. Flash to szybka pamięć nie wymagająca podtrzymania bateryjnego.

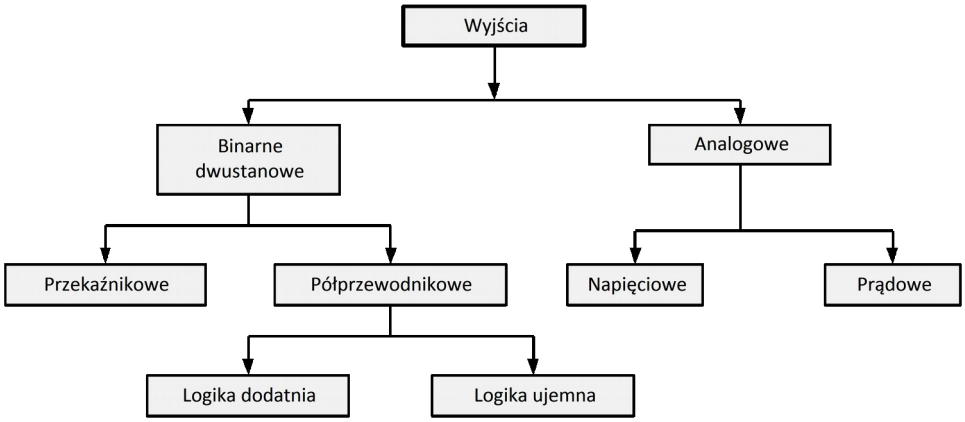


Rys. 1 Schemat ideowy sterownika PLC oraz urządzeń wejściowych i wyjściowych

Rodzaje wejść i wyjść znajdujących się w sterownikach PLC



Rys. 2 Wejścia sterownika PLC

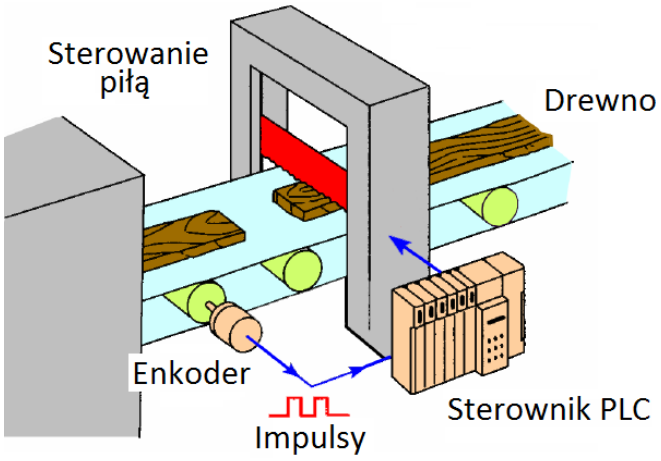


Rys. 3 Wyjścia sterownika PLC

Zalety stosowania sterowników przemysłowych PLC

- szeroki zakres stosowania i możliwości dostosowania do potrzeb użytkownika,
- szybkość działania i wykonywania instrukcji,
- mała ilość okablowania,
- brak części ruchomych,
- system zbudowany jest modułowo, daje to nieograniczone możliwości rozbudowy oraz prostą naprawę,
- możliwość wykonywania skomplikowanych instrukcji,
- niskie koszta stosowania,
- raz napisany i przetestowany program może być wykorzystywany na wielu sterownikach i przegrywany pomiędzy nimi.

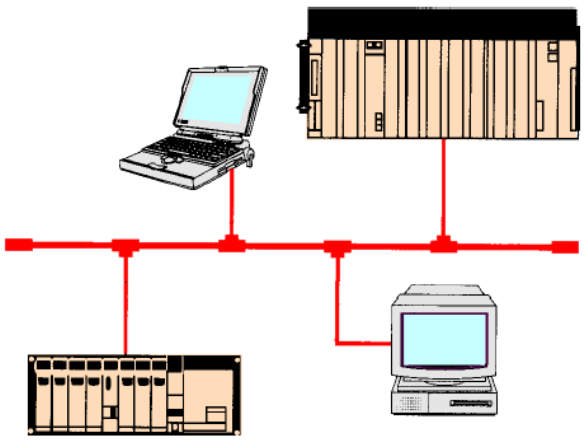
Elastyczność stosowania sterowników PLC umożliwia wprowadzanie modyfikacji w programie przez jego użytkownika. Jest to prosta droga do ciągłego doskonalenia i podnoszenia wydajności oraz jakości produkcji (rys. 4).



Rys. 4 Szybka zmiana programu na linii produkcyjnej, dzięki czemu można regulować długość przycinanych desek

Obniżenie kosztów. Sterowniki PLC zostały zaprojektowane w celu zastąpienia układów zawierających w swojej architekturze przekaźniki czasowe. Oszczędności uzyskiwane w ten sposób są na tyle wyraźne, że układy wykorzystujące przekaźniki przestały być używane, za wyjątkiem zastosowań elektrotechnicznych.

Możliwości komunikacji z innymi urządzeniami, sterownikami, kontrolerami procesów przemysłowych, komputerami w sieciach przemysłowych. Dzięki sieci Ethernet możliwy jest podgląd oraz edycja programu z dowolnego miejsca na Ziemi (rys. 5).



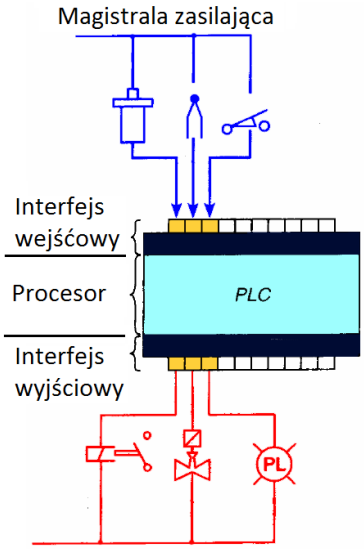
Rys. 5 Przykład sieci przemysłowej

Szybka praca oraz odpowiedź układu, przez co każda zmiana parametrów wejściowych praktycznie od razu oznacza reakcję układu.

Architektura sterownika PLC

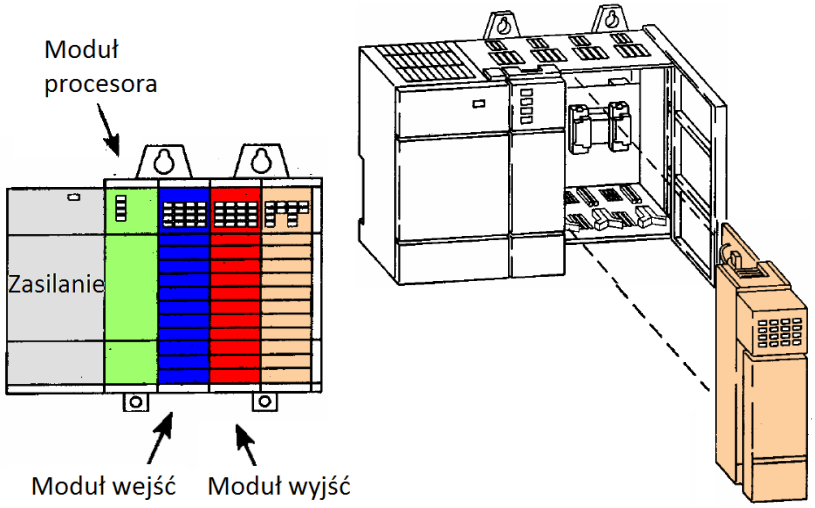
W technice PLC wyróżnić można dwa rodzaje architektur otwartą i zamkniętą. W architekturze otwartej użytkownik systemu ma możliwość dalszej jego rozbudowy o dodatkowe moduły innych producentów, w zamkniętej niestety nie ma takiej możliwości.

Kompaktowe sterowniki PLC (rys. 6), zawierają ustaloną konfigurację. Jest to charakterystyczne dla małych sterowników obsługujących niewielką liczbę wejść i wyjść. Sterownik taki nie ma możliwości dołączania/odłączania modułów. Procesor oraz wszystkie wejścia oraz wyjścia umieszczone są w jednej obudowie. Uzyskujemy przez to niewielki koszt godząc się z małą elastycznością rozbudowy.



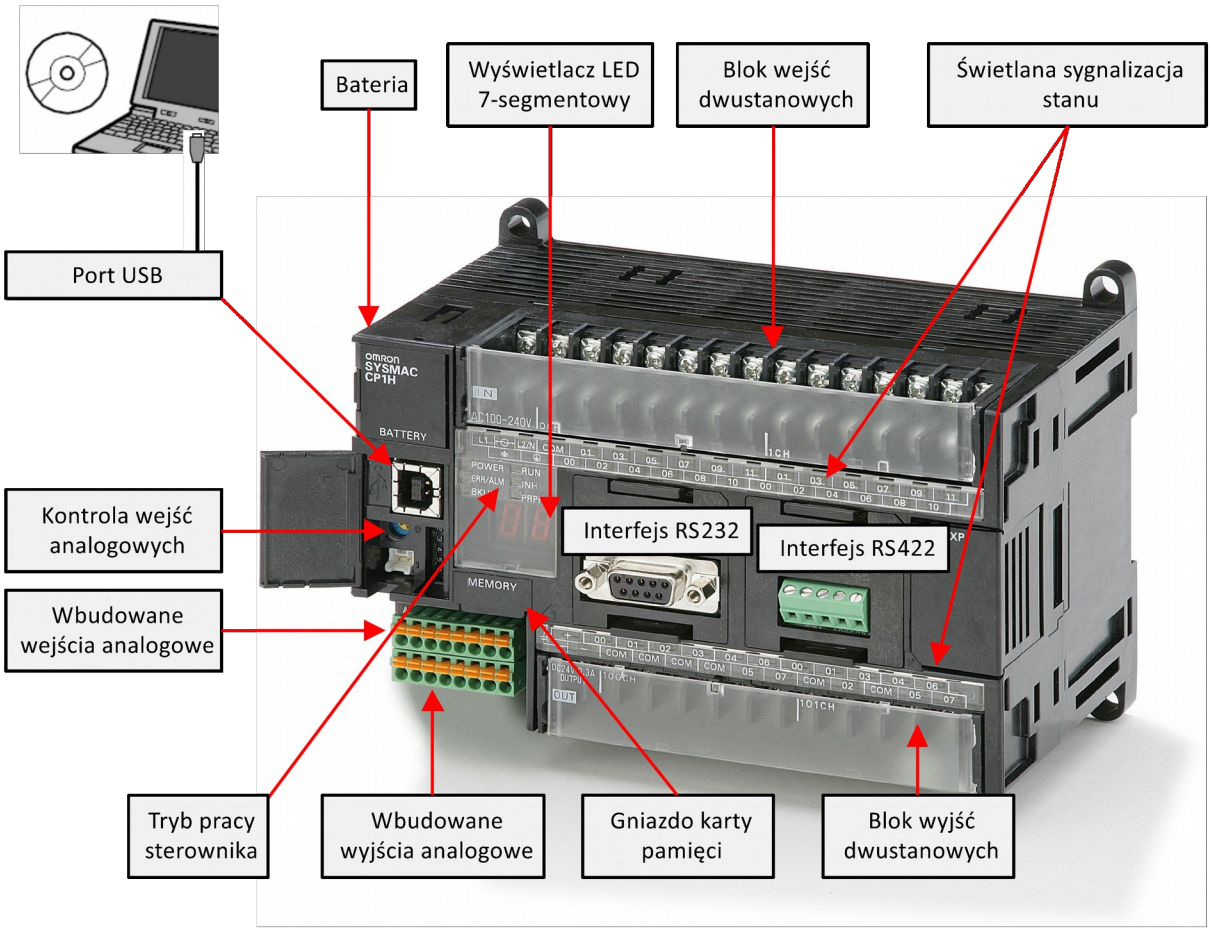
Rys. 6 Niewielki sterownik PLC, zabudowie przykładzie wykorzystano trzy wejścia i wyjścia

W zabudowie modułowej dostosowujemy liczbę potrzebnych modułów adekwatnie do naszych potrzeb, zostawiając możliwości do dalszej rozbudowy systemu. Podstawowy moduł zawiera zasilanie oraz układ mikroprocesorowy (rys. 7).



Rys. 7 Modułowa budowa sterowników PLC

Budowa sterownika PLC na przykładzie Omron CP1H

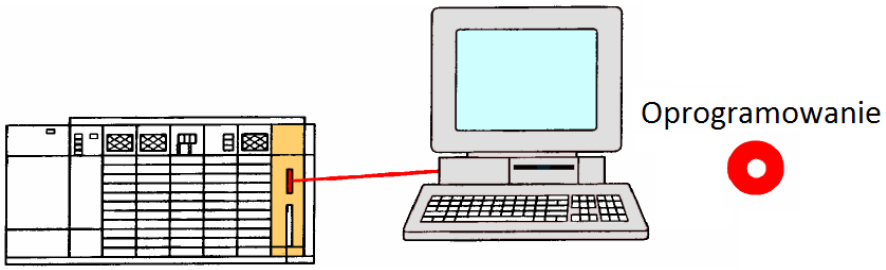


Rys. 8 Budowa sterownika PLC na przykładzie Omron CP1H

Urządzenia programujące

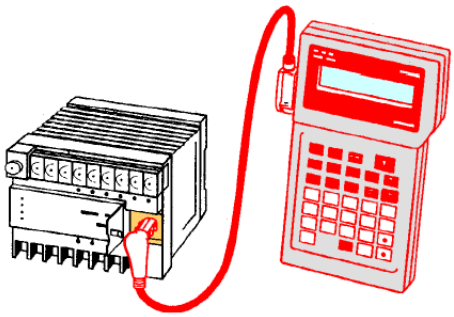
Komputer klasy PC

Najbardziej popularnym narzędziem pozwalającym na stworzenie programu wykonywanego przez sterownik PLC jest komputer PC z właściwym oprogramowaniem. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu użytkownik ma możliwość stworzenia i przetestowani programu zanim trafi on do sterownika PLC. Pozwala to na bardzo łatwe wykrywanie i usuwanie ewentualnych błędów. Komunikacja pomiędzy PC a PLC odbywa się przez porty szeregowe (RS232, USB) oraz równoległe (rys. 9).



Rys. 9 Programowanie przy pomocy komputera

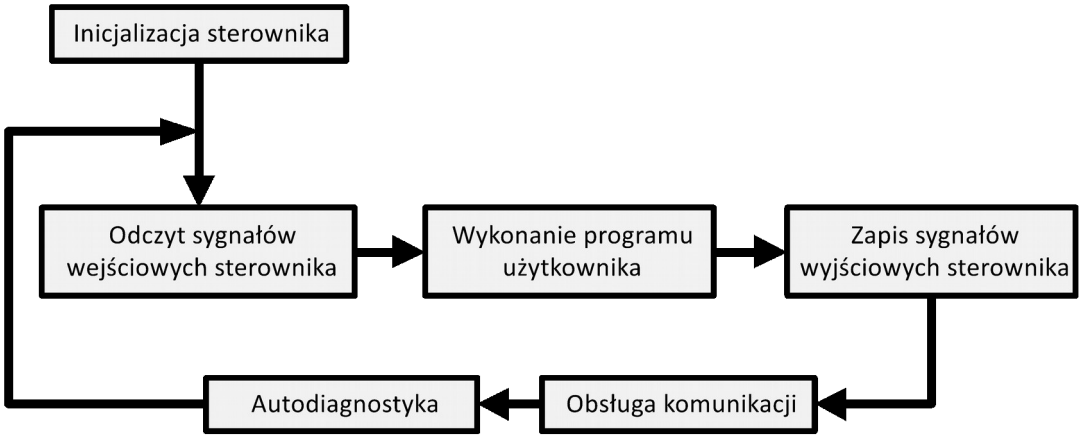
Przenośne urządzenia programujące. Ich zaletą jest mobilność, niewielka cena oraz możliwość wprowadzania zmian w programie przy linii produkcyjnej. Największą wadą jest możliwość wyświetlenie niewielkiej liczny informacji dlatego nadają się głównie do programowania małych sterowników PLC (rys. 10).



Rys. 10 Ręczne narzędzie do programowania

Cykl i tryby pracy sterownika

Sterownik PLC pracuje w trybie szeregowo cyklicznym, jest to wspólna cecha wszystkich tego typu urządzeń. Podczas jednego cyklu następuje po sobie kilka charakterystycznych etapów (rys. 11).



Rys. 11 Cykl pracy sterownika (przerobić na poziomy)

- Inicjalizacja sterownika – jest to faza kontrolna następująca po każdym ponownym uruchomieniu sterownika, podczas niej następuje sprawdzenie poprawności działania.
- Odczyt sygnałów wejściowych sterownika – pierwszym elementem pętli jest odczyt i zapis stanów wszystkich urządzeń wejściowych. Jeżeli stan zmieni się w trakcie wykonywania programu, zmiana na wyjściu będzie możliwa w kolejnej pętli.
- Wykonanie programu użytkownika – jest to faza realizacji programu wgranego do sterownika. Program realizowany jest linia po linii a stany poszczególnych wyjść są zapisywane w pamięci.
- Zapis sygnałów wyjściowych sterownika – następuje przekazanie stanów wyjściowych zapisanych w pamięci do odpowiednich portów sterownika i ustawienie ich odpowiednich stanów.
- Obsługa komunikacji – jeżeli sterownik podłączony jest do sieci z innymi sterownikami i komputerami następuje przekazanie i odbiór informacji a także ewentualna aktualizacja programu.
- Autodiagnostyka – jest ostatnią fazą podczas, której zbierane są raporty o błędach, stanie baterii podtrzymującej pamięć, zasilaniu, połączeniach itp. W razie pojawienia się krytycznego błędu praca sterownika zostanie zatrzymana.

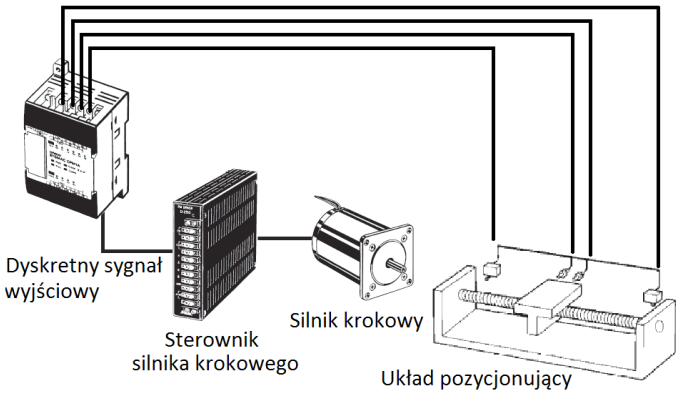
Tryby pracy sterownika PLC:

- **RUN** – sterownik znajdujący się w tym trybie realizuje program zapisany w pamięci, użytkownik nie ma możliwości modyfikacji struktury programu.
- **STOP** – przełączając sterownik w ten tryb użytkownik wstrzymuje wykonywanie programu, przez co ma możliwość jego edycji oraz wymuszonej aktywacji wyjść, dzięki czemu bardzo łatwo może przetestować napisany program.
- **MONITOR** – sterownik pracuje i realizuje zapisany program, dodatkowo użytkownik ma możliwość podglądu różnych obszarów pamięci a także modyfikacji takich bloków jak timery, countery itp. (zmiana wcześniej ustawionych wartości).

Zastosowanie sterowników PLC

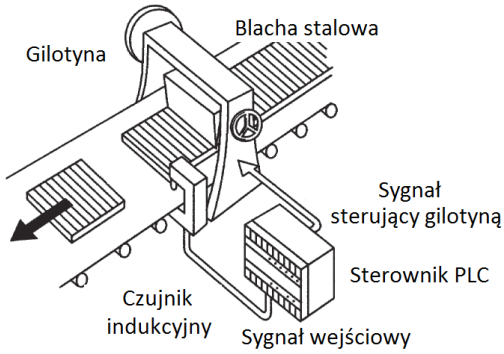
Przykłady zastosowań:

Sterowanie obrotami silnika krokowego poprzez generację przez sterownik PLC kodu zero jedynkowego i wysłanie go na wejście karty sterującej silnikiem (rys. 12).



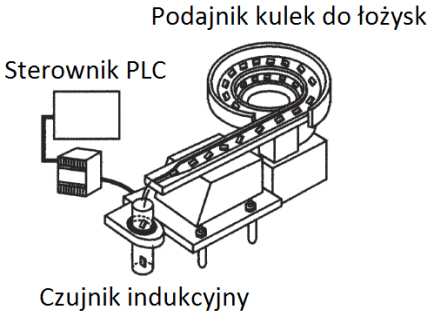
Rys. 12 Przykład pierwszy - pozycjonowanie przy pomocy silnika krokowego

Przycięcie płyt na wymiar. Czujnik wykrywa obecność krawędzi płyty, sygnał ten przetworzony zostaje przez sterownik PLC. Na tej podstawie wygenerowany zostaje sygnał uruchamiający gilotynę (rys. 13).



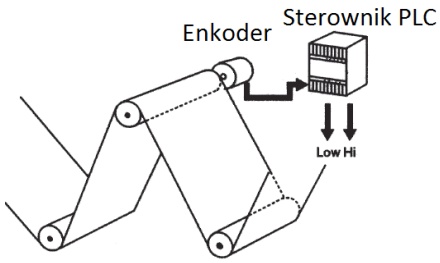
Rys. 13 Przykład drugi - docinanie na określony wymiar

Pojawienie się metalowego elementu przy czujniku wyzwala go w stan wysoki, każdorazowe pojawienie się takiego stanu zostaje zliczone przez program w sterowniku (rys. 14).



Rys. 14 Przykład trzeci - zliczanie elementów

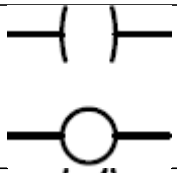
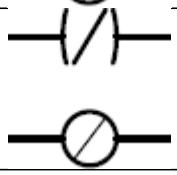
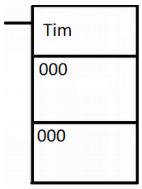
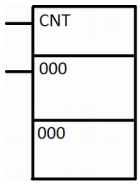
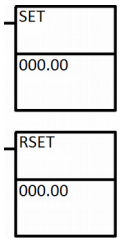
Enkoder wysyła sygnały, przetwarzane na prędkość wstęgi, dzięki temu sterownik na bieżąco monitoruje ten parametr i reaguje gdy to jest konieczne (rys. 15).

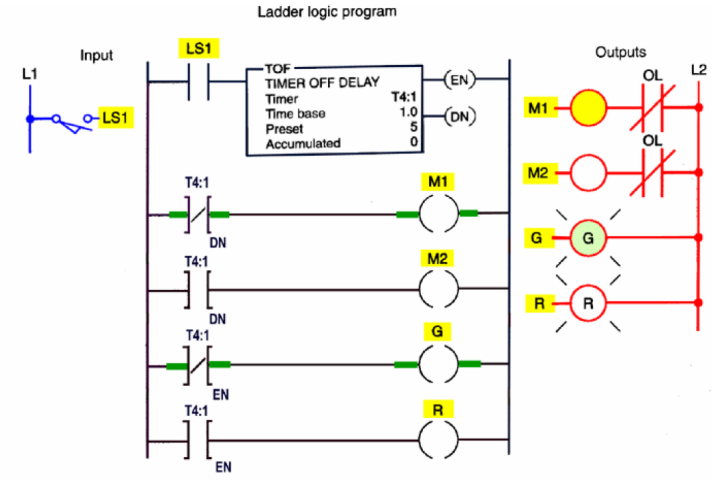


Rys. 15 Przykład czwarty - regulacja prędkości procesu technologicznego

Język drabinkowy LD – podstawowe bloki
Język LD (rys. 16), obok FBD jest zaliczany do grupy języków graficznych. Drugą grupę stanowią języki tekstowe IL i ST.

Podstawowe bloki wykorzystywane na zajęciach:

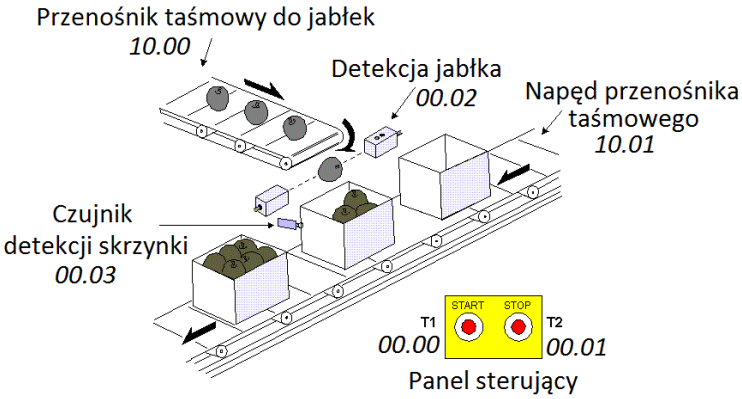
	Styk normalnie otwarty NO (ang. normally open).
	Styk normalnie zwarty NC (ang. normally closed).
	Wyjście aktywowane w stanie wysokim.
	Wyjście aktywowane w stanie niskim.
	Blok Timera pozwalający na odmierzanie czasu.
	Blok Countera (licznika).
	Blok pozwalający zapisywać oraz kasować stan bitu.



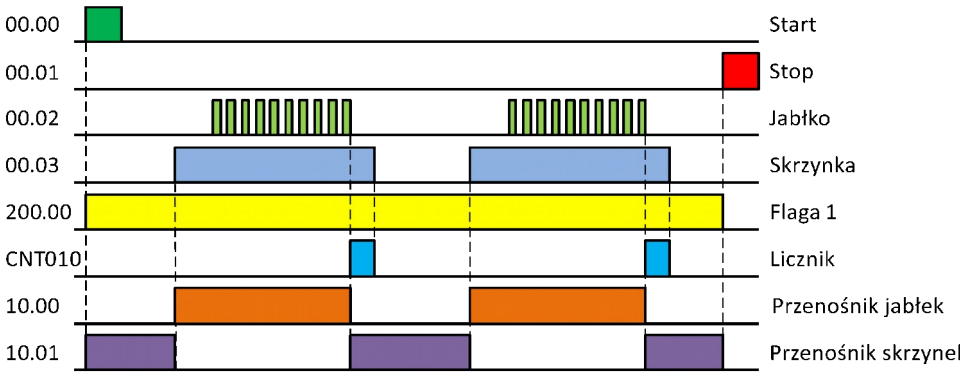
Rys. 16 Przykład gotowego i sprawdzonego programu napisanego w języku drabinkowym

Przykładowe zadanie inżynierskie

Pakowanie produktów to jeden z najbardziej obecnie zautomatyzowanych procesów. Zadanie polega na napisaniu programu pod otrzymane od technologa z Działu Pakowania instrukcje. Do dyspozycji mamy schemat stanowiska (rys. 17), realizowane zadanie oraz pożądane cyklogramy (rys. 18).



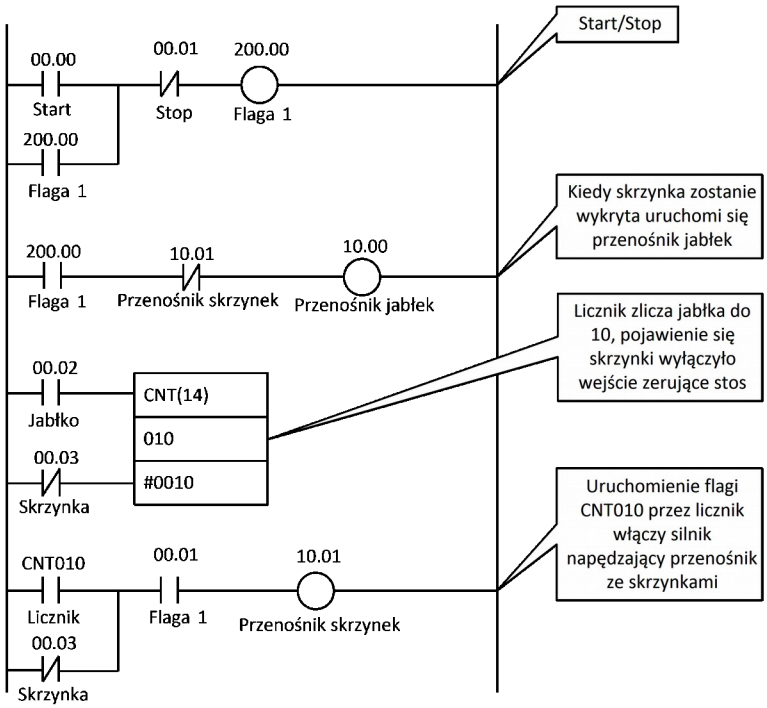
Rys. 17 Schemat linii pakującej



Rys. 18 Założony cyklogram realizowany przez linię produkcyjną

Wciskając przycisk start uaktywniamy flagę 1, która jest kilka razy użyta dalej w programie. Restartu flagi 1 możemy dokonać jedynie przy pomocy przycisku Stop.

Rozpoczęcie pracy następuje od uruchomienia taśmociągu ze skrzynkami na jabłka. W chwili, gdy skrzynka dojedzie do wyłącznika krańcowego następuje zatrzymanie pracy taśmociągu. Uruchomienie taśmociągu z jabłkami jest wyzwalane za pomocą wyłącznika krańcowego sygnalizującego obecność skrzynki. Każde jabłko trafiające do skrzynki przechodzi przez promień lasera przerywając jego ciągłość, każde takie przerwanie zostaje doliczone do stosu licznika, ustawionego na wartość 10. Uaktywniona zostaje flaga CNT010, co jest warunkiem ponownego uruchomienia taśmociągu ze skrzynkami. Kiedy uaktywniony zostanie ponownie taśmociąg ze skrzynkami wyłącznik krańcowy „wyzeruje" stos licznika. Praca będzie kontynuowana do momentu wciśnięcia przycisku stop wprowadzającego Flagę 1 w stan niski (rys. 19).



Rys. 19 Program zapisany w pamięci sterownika PLC obsługującego linię pakującą jabłek

3. Wymagane zagadnienia:

- Budowa i podstawowe funkcje sterownika PLC
- Informacje nt. we/wy sterownika, budowy, funkcji, sposobów adresowania
- Podstawy języka LD
- Obsługę bloków TIM i CNT
- Tryby pracy sterownika PLC i ich wykorzystanie (w szczególności praca w trybie Monitor)

4. Zadania do wykonania przez studentów:

4.1 **Zadanie 1:** Zapoznać się z dodatkami do instrukcji.

4.2 **Zadanie 2:** Zapoznać się z budową stanowiska laboratoryjnego. Zidentyfikować wejścia i wyjścia sterownika. Określić ich adresy.

4.3 **Zadanie 3:** Połączyć się ze sterownikiem na podstawie wskazówek zawartych w Dodatku (Temat_0.1_konfiguracja_połączenia.pdf).

4.4 **Zadanie 4:** Napisać program realizujący funkcję włącz/wyłącz przy użyciu dowolnego włącznika i elementu wyjściowego.

4.5 **Zadanie 5:** Napisać program realizujący funkcję logiczną AND lub OR (do wyboru) przy użyciu dowolnych dwóch włączników i elementu wyjściowego.

4.6 **Zadanie 6:** Napisać program zawierający funkcje TIM oraz CNT.

4.7 **Zadanie 7:** Napisać program wykorzystujący funkcje pamięciowe SET/RSET lub KEEP.

4.8 **Zadanie 8:** Udzielić odpowiedzi na następujące pytania:

a) Do czego służą sterowniki przemysłowe?

b) Jaka jest główna różnica pomiędzy cyfrowymi systemami sterowania produkcją opartymi na technice przekaźnikowej lub TTL, a systemami zbudowanymi na sterownikach PLC?

5. Sprawozdanie powinno:

- być wykonane na dostępnej formatce,
- zawierać informacje o wykonanych podczas zajęć czynnościach,
- zawierać krótki opis użytego sprzętu np.: podstawowe parametry wykorzystanych sterowników PLC,
- zawierać screenshoty z realizowanych zadań wraz z opisem.

6. Dodatkowe informacje przydatne podczas realizacji ćwiczenia:

Dodatkowe informacje zostały załączone do instrukcji na osobnym dokumencie w formie Dodatków z którymi student powinien się zapoznać przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia.