



## ĆWICZENIE 2)

### UKŁADY KOMBINACYJNE OPARTE NA STEROWNIKACH PLC I PROGRAMOWANIU W LOGICE DRABINKOWEJ

**PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ZAJĘĆ PROSZĘ O BARDZO DOKŁADNE  
ZAPOZNANIE SIĘ Z TREŚCIĄ INSTRUKCJI**

#### CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest:

- poznanie budowy i działania sterowników przemysłowych PLC,
- realizacja układów logicznych za pomocą wejść i wyjść binarnych sterowników PLC.

#### ZAKRES NIEZBĘDNYCH WIADOMOŚCI TEORETYCZNYCH

1. Budowa i zasada działania sterowników PLC.
2. Rysowanie schematów elektrycznych (źródło zasilania, przyciski, żarówka i silnik – podstawowe symbole), oraz logicznych funkcji. Obowiązuje symbolika określona normami.
3. Algebra Boole’a.
  - a. Logiczna jedynka i logiczne zero.
  - b. Logiczna prawda i fałsz.
  - c. Definicja algebry Boole’a
  - d. Podstawowe prawa i zależności charakterystyczne dla algebry Boole’a.
4. Prawa de Morgana (Mechatronika wyd. REA).
5. Operacje logiczne: tablica prawdy, symbol bramki logicznej, zapis funkcji, zapis na podstawie styków.
6. System binarny: rozpisać w sposób binarny liczby z systemu decymalnego od 0 do 15, umieć przejść z systemu binarnego na decymalny oraz w drugą stronę, pojęcia najstarszy i najmłodszy bit.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Schmidt D.: Mechatronika, Wyd. Rea
2. Haberle G.: Poradnik mechatronika, Wyd. Rea
3. Flaga S.: Programowanie sterowników PLC w języku drabinkowym

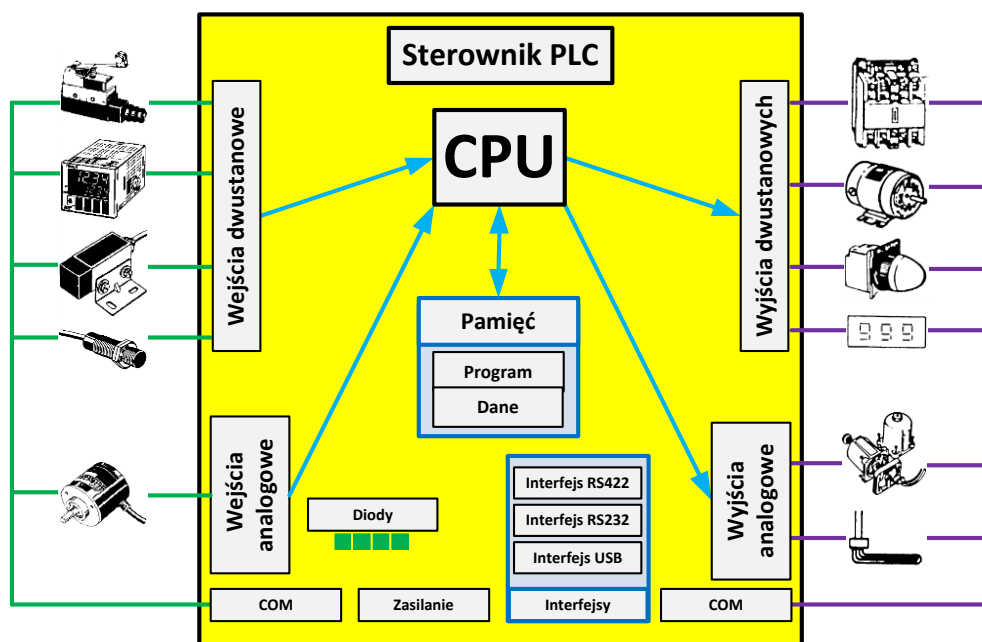
Aktualizacja – 10.2016

#### WSTĘP

Czym jest sterownik PLC? Sterownik PLC (ang. *Programmable Logic Controller*) to mikrokontroler inaczej nazywany również komputerem przemysłowym przeznaczonym do sterowania maszynami oraz procesami przez niewykonywanymi. 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

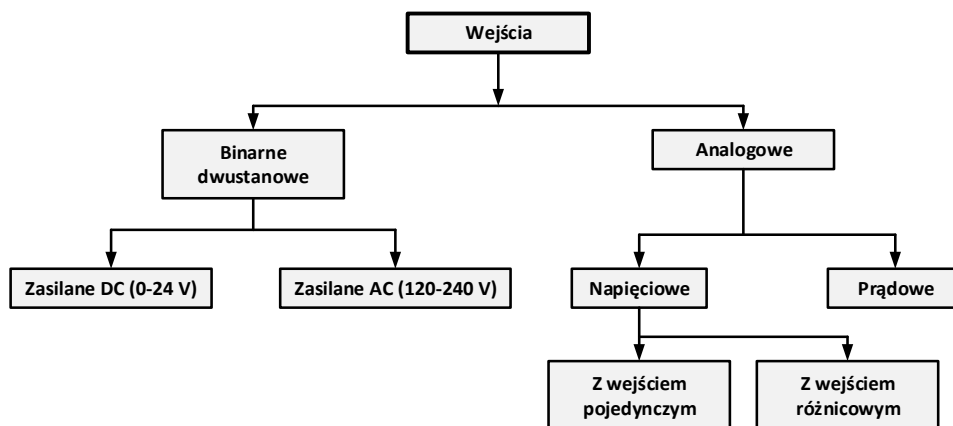
Sercem sterownika PLC jest mikroprocesor (*CPU* - ang. *Central Processing Unit*). Jest najważniejszym elementem w sterowniku, w nim realizowany jest program, zarządza całym urządzeniem, obsługuje rozszerzenia. Zastosowany mikroprocesor może być 8, 16 lub 32 bitowy. Ma to między innymi wpływ na szybkość jego działania i przetwarzania informacji, określa maksymalną liczbę obsługiwanych wejść i wyjść (rys. 1).



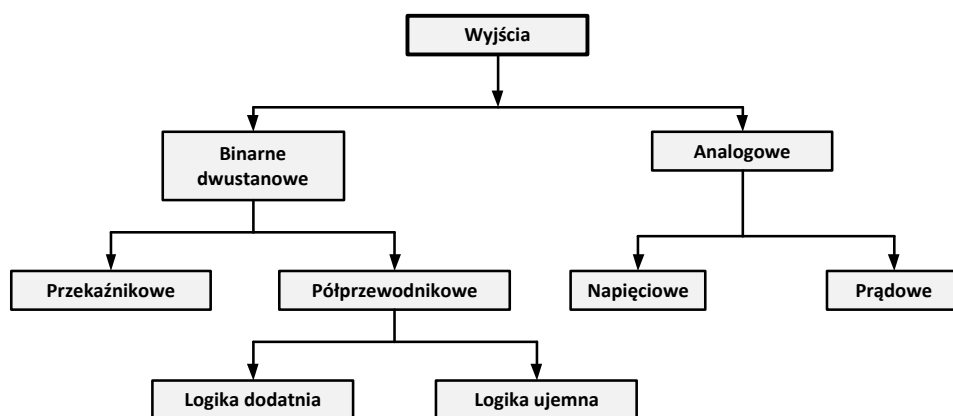
**Rys. 1** Schemat ideowy sterownika PLC oraz urządzeń wejściowych i wyjściowych

Każdy mikroprocesor współpracuje z pamięciami fizycznymi: **RAM** (ang. *Random Access Memory*), **EEPROM** (ang. *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), **FLASH EPROM** (ang. *Flash Erasable Programmable 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 cykli zapisu informacji. Flash to szybka pamięć niewymagająca podtrzymania baterijnego.

## RODZAJE WEJŚĆ I WYJŚĆ ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W STEROWNIKACH PLC



Rys. 2 Wejścia sterownika PLC

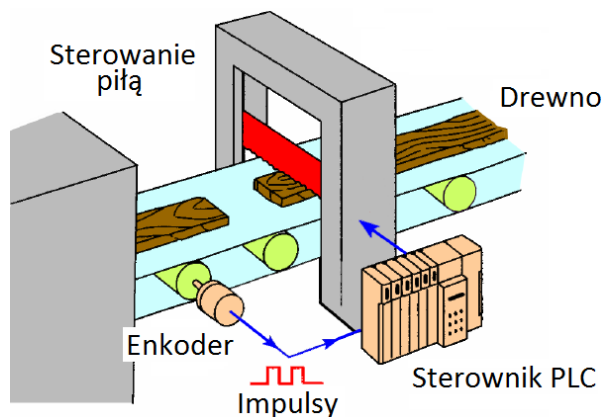


Rys. 3 Wyjścia sterownika PLC

## 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 koszty stosowania,
- raz napisany i przetestowany program może być wykorzystywany na wielu sterownikach i przegrywany pomiędzy nimi.

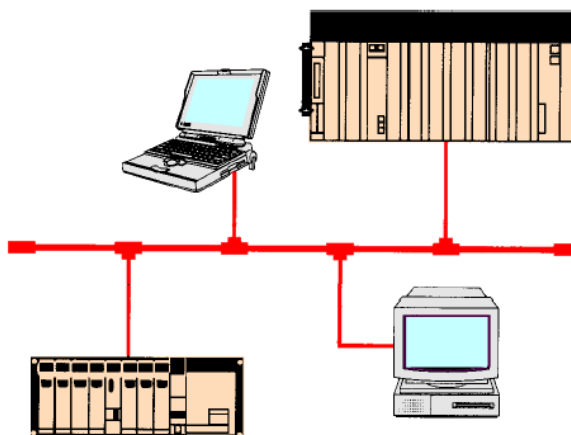
Elastyczność stosowania sterowników PLC umożliwia wprowadzanie modyfikacji w programie przez jego użytkownika. Jest to prosta droga do ciągłego doskonalenia i podnoszenia wydajności oraz jakości produkcji (rys. 4).



**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).



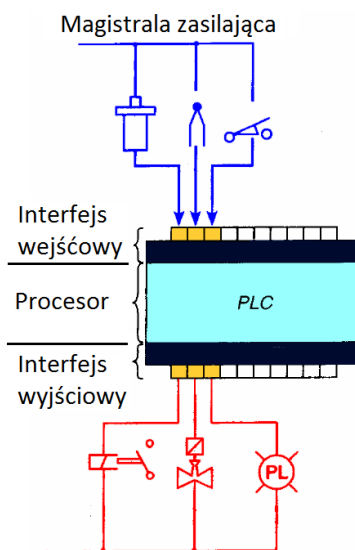
**Rys. 5** Przykład sieci przemysłowej

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

## ARCHITEKTURA STEROWNIKA PLC

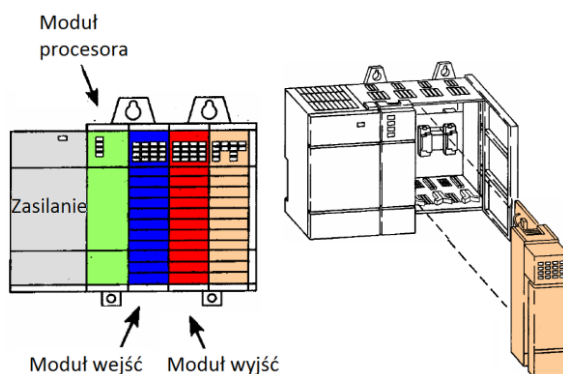
W technice PLC wyróżnić można dwa rodzaje architektur otwartą i zamkniętą. W architekturze otwartej użytkownik systemu ma możliwość dalszej jego rozbudowy o dodatkowe moduły innych producentów, w zamkniętej niestety nie ma takiej możliwości.

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.



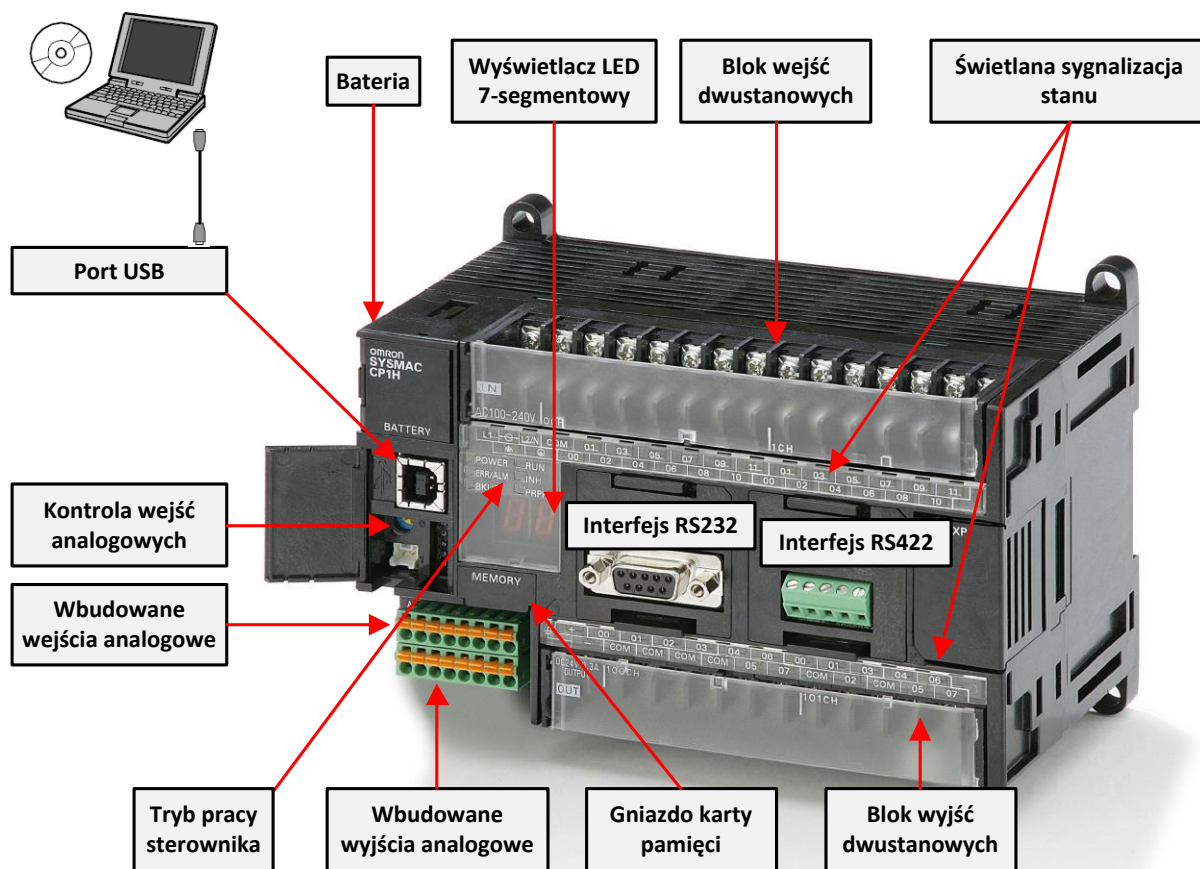
**Rys. 6** Niewielki sterownik PLC, zabudowie przykładzie wykorzystano trzy wejścia i wyjścia

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(L)

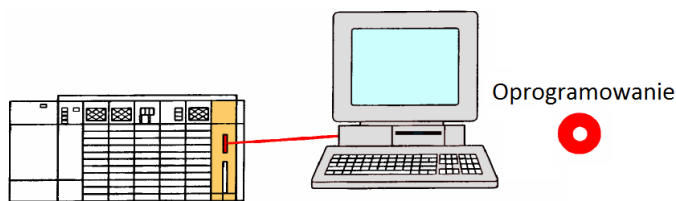


Rys. 8 Budowa sterownika PLC na przykładzie Omron CP1H

## URZĄDZENIA PROGRAMUJĄCE

### Komputer klasy PC

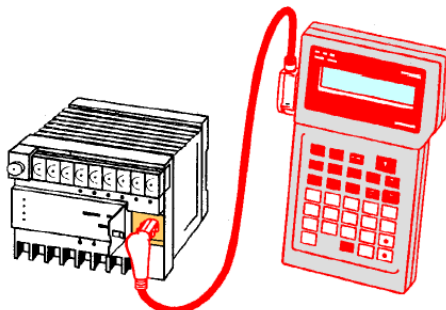
Najbardziej popularnym narzędziem pozwalającym na stworzenie programu wykonywanego przez sterownik PLC jest komputer PC z właściwym oprogramowaniem. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu użytkownik ma możliwość stworzenia i przetestowania programu zanim trafi on do sterownika PLC. Pozwala to na bardzo łatwe wykrywanie i usuwanie ewentualnych błędów. Komunikacja pomiędzy PC a PLC odbywa się przez porty szeregowo (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

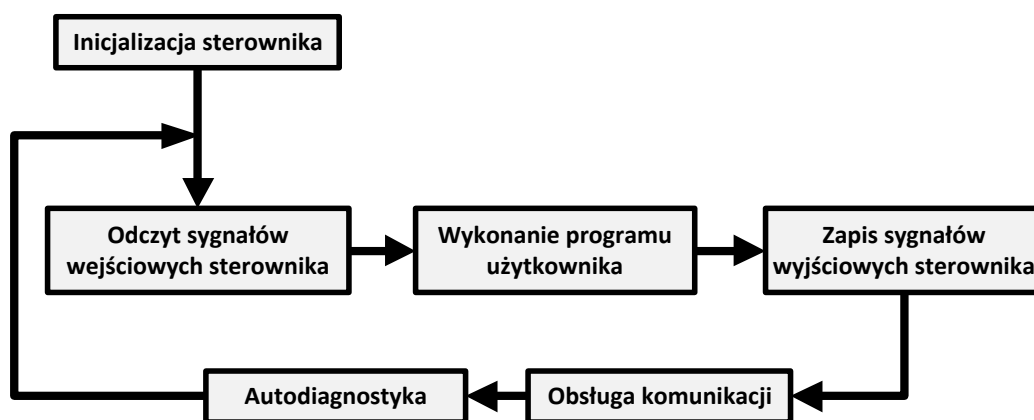
możliwość wyświetlenia niewielkiej liczby informacji dlatego nadają się głównie do programowania małych sterowników PLC (rys. 10).



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)

- 1) Inicjalizacja sterownika – jest to faza kontrolna następująca po każdym ponownym uruchomieniu sterownika, podczas niej następuje sprawdzenie poprawności działania.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) Zapis sygnałów wyjściowych sterownika – następuje przekazanie stanów wyjściowych zapisanych w pamięci do odpowiednich portów sterownika i ustawienie ich odpowiednich stanów.



- 5) Obsługa komunikacji – jeżeli sterownik podłączony jest do sieci z innymi sterownikami i komputerami następuje przekazanie i odbiór informacji a także ewentualna aktualizacja programu.
- 6) 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.

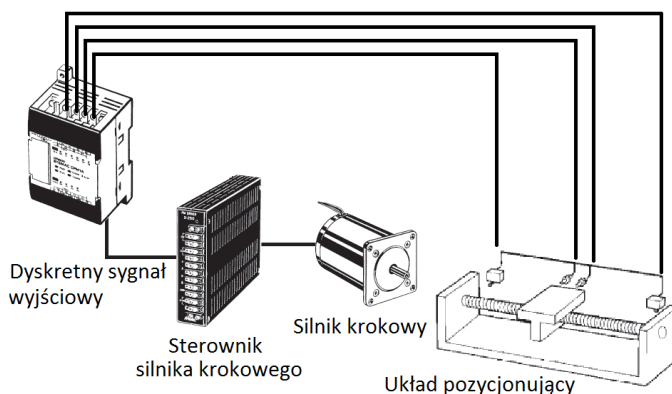
#### Tryby pracy sterownika PLC:

- **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:

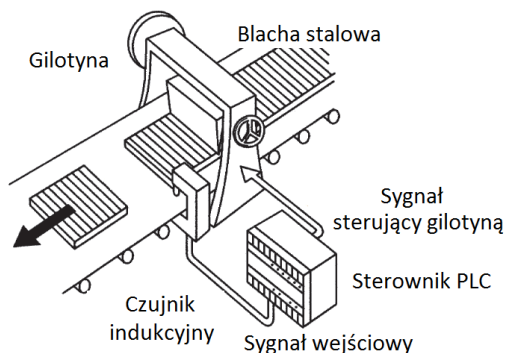
1. Sterowanie obrotami silnika krokowego poprzez generację przez sterownik PLC kodu zero jedynkowego i wysłanie go na wejście karty sterującej silnikiem (rys. 12).



Rys. 12 Przykład pierwszy - pozycjonowanie przy pomocy silnika krokowego

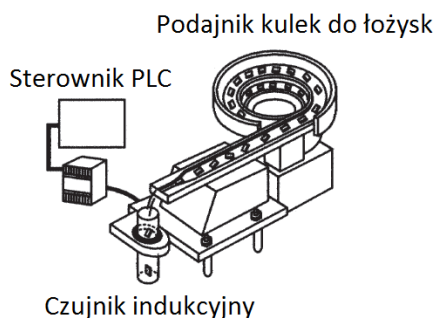
2. Przycięcie płyt na wymiar. Czujnik wykrywa obecność krawędzi płyty, sygnał ten przetworzony zostaje przez sterownik PLC. Na tej podstawie wygenerowany zostaje sygnał uruchamiający gilotynę (rys. 13).





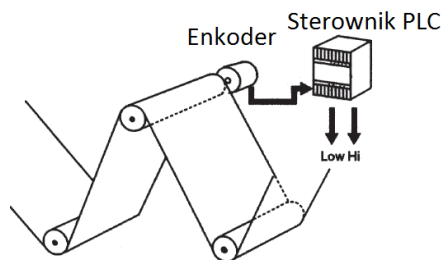
Rys. 13 Przykład drugi - docinanie na określony wymiar

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



Rys. 14 Przykład trzeci - zliczanie elementów

4. 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.



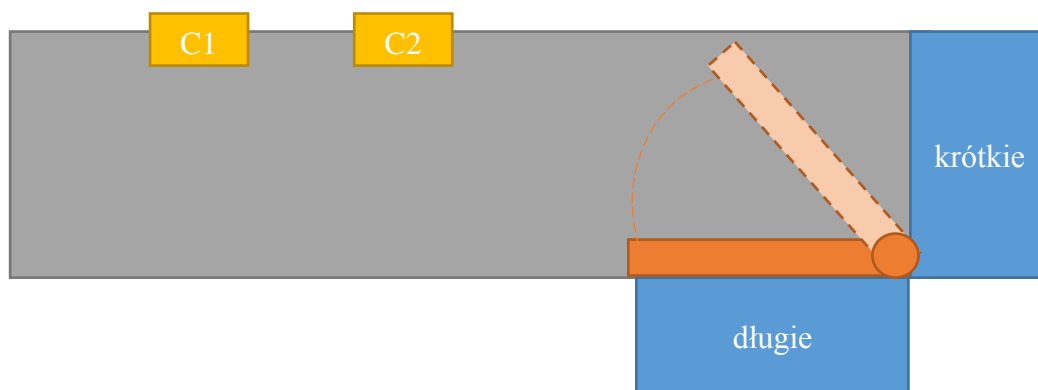
## PRZEBIEG ĆWICZENIA:

Zadania do samodzielnego wykonania

- Podłączyć sterownik PLC do komputera oraz skonfigurować połączenie i uruchomić nowy projekt (Dodatek 1).
- Zbudować program włączający diodę, gdy wejście będzie w stanie wysokim.
- Zbudować program realizujący funkcje logiczne: AND, OR, NAND, NOR, XOR.
- Zrealizować układ z podtrzymaniem używając tylko styków normalnie otwartych i/lub zamkniętych.
- Zrealizować zadanie  
Po postawieniu pudełka pod C1 taśmociąg przesunął pudełko pod C2 po czym się zatrzymuje.



- Zrealizować zadanie  
Po załączeniu taśmociągu przyciskiem, pracownik nakłada pojedynczo belki krótkie i długie. Za pomocą dwóch czujników oddalonych od siebie na odległość większą niż belka krótka należy przeprowadzić segregację belek ruchomym ramieniem S1. Załączenie ramienia S1 spowoduje wrzucanie belek do kosza oznaczonego tabliczką „długie”, wyłączenie natomiast spowoduje wrzucanie belek do kosza oznaczonego tabliczką „krótkie”.



## SPRAWOZDANIE:

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno:

- zawierać tablice prawdy zrealizowanych funkcji logicznych,
- schemat funkcji przedstawiony w postaci zapisu w logice drabinkowej,
- zawierać schematy zbudowane w oparciu o bramki logiczne,
- zawierać podsumowanie zajęć laboratoryjnych.