



KATEDRA AUTOMATYKI, BIOMECHANIKI
I MECHATRONIKI



LABORATORIUM AUTOMATYKI

TEMAT:

*Opracowanie sterowania podajników taśmowych
segregujących elementy wykonane z różnych
materiałów przy użyciu sterownika PLC*

Aktualizacja: 24.01.2022
Opracował: mgr inż. Krystian Polczyński
wersja: 1.0

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest opracowanie programu sterującego podajnikiem taśmowym w języku LAD oraz schematów połączeń elektrycznych elementów układu.

1 Wstęp [1] i informacje ogólne

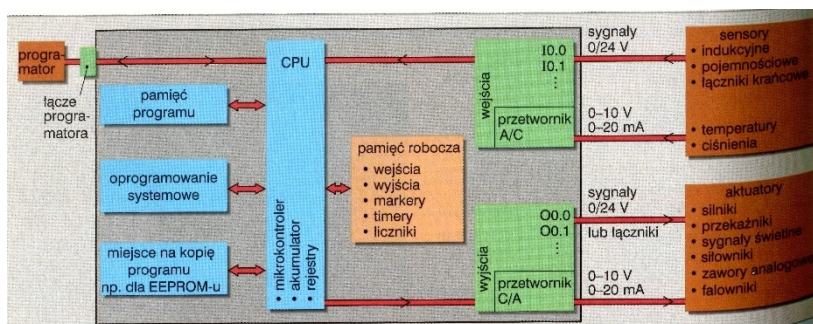
Stanowisko podajników taśmowych przedstawionych w niniejszej instrukcji powstało, jako dyplomowa praca inżynierska Pana Arkadiusza Szczotkowskiego w 2012 r. pod przewodnictwem prof. Jana Awrejcewicza i mgr Marka Kaźmierczaka. Z tego względu część informacji zawartych w tej instrukcji jest kopią tekstu pochodzącego z tej pracy [1]. Rozdziały 2, 4, 5 i 8 zostały opracowane, bądź są bezpośrednio fragmentami pochodzącymi z następujących pozycji literaturowych [2] [3] [4]. Pozycje te zawierają informacje na bazie, których można wykonać większą część zadań zawartych w sprawozdaniu do tego ćwiczenia, jak i poszerzyć podstawową wiedzę z zakresu automatyzacji procesów.

Transport wewnętrzny jest bardzo ważnym zagadnieniem w ujęciu efektywności przedsiębiorstwa i jest on zasadniczym problemem logistycznym. Wymagania stawiane systemom transportowym są determinowane przez rozmiar obszaru objętego systemem transportowym, rodzaj transportowanych dóbr, warunki środowiska pracy oraz wymogi, co do uniwersalności przyjętego rozwiązania. Różnorodność zastosowań, tj.: port lotniczy, magazyn przemysłowy, linia produkcyjna, czy też kopalnia odkrywkowa, powoduje mnogość rozwiązań: od przenośników taśmowych poprzez wózki widłowe, aż po dźwigi.

W niniejszej ćwiczeniu spośród obecnie stosowanych w przemyśle przenośników taśmowych rozważono jedynie te, które mają możliwość zastosowania w warunkach laboratoryjnych. Jest to determinowane przede wszystkim przez ograniczenie wymiarów gabarytowych, sposób zasilania oraz emitowany hałas. Z tego powodu nie rozpatrywano transporterów wykorzystywanych np. w kopalniach do przenoszenia kruszywa lecz skupiono się na przenośnikach na bazie elementów systemu profili aluminiowych dostępnych w ofercie firmy Haberkorn Ulmer Polska.

2 Sterownik PLC [2] [3]

Sterowniki PLC (Programmable Logic Controller) to układy mikroprocesorowe podobnie jak komputery. Składają się z zasilacza, modułu sygnałów wejść i wyjść (I/O), jednostki centralnej z mikroprocesorem (CPU) oraz pamięci programu. Sterownik PLC jest więc układem programowalnym w jednym z kilku języków: FBD, LAD, STL, SFC, IL, których komendy wprowadzane są do urządzenia pod kontrolą specjalizowanego systemu operacyjnego. W przemyśle sterowniki PLC służą do sterowania urządzeniami mechatronicznymi, takimi jak: siłowniki pneumatyczne/hydrauliczne, przekaźniki, styczniki, silniki elektryczne, lampki kontrolne, itd., które pracują w mniej lub bardziej rozbudowanych systemach mechatronicznych. Ponadto, sterowniki mogą pełnić rolę regulatorów parametrów procesów technologicznych takich jak: określona zmiana temperatury, ciśnienia czy natężenia przepływu płynu w czasie. W związku z tym wejścia i wyjścia sterowników PLC są dostosowywane pod względem zastosowanych elementów i ich parametrów do parametrów sterowanych obiektów. Budowę sterownika PLC można przedstawić w następujący sposób [3], patrz rys. 1.



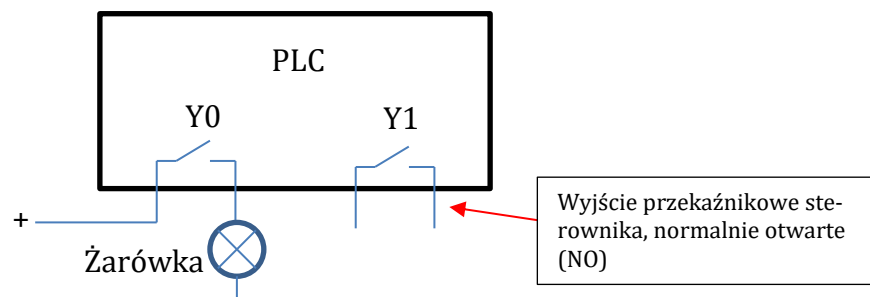
Rys. 1. Budowa sterownika PLC [3].

Sterownik PLC w czasie swojej pracy pobiera dane z urządzeń wejściowych i na podstawie algorytmu zapisanego w programie sterowniczym wykonuje odpowiednie operację arytmetyczno-logiczne. Wyniki tych operacji są wysyłane jednocześnie do odpowiednich wyjść sterownika. Sterownik może znajdować się w jednym z dwóch trybów pracy: RUN lub STOP. Jeżeli sterownik jest w stanie RUN to program wykonywany jest cyklicznie. Natomiast w trybie STOP realizacja programu jest wstrzymana i istnieje możliwość wprowadzenia nowego programu do pamięci sterownika. Nowy program może być wprowadzony z komputera PC poprzez specjalny adapter. Na ekranie komputera tworzony jest program w tzw. edytorze, a następnie po sprawdzeniu go dokonywana jest jego kompilacja i przesłanie do sterownika kodu binarnego. Pamięć w sterowniku służy do przechowywania danych, obliczeń i programu. Fizycznie w sterownikach stosowana jest pamięć RAM (odczyt-zapis) oraz EEPROM lub FLASH, która jest odczytywana i zapisywana za pomocą specjalnego programatora. Pod względem funkcjonalnym pamięć sterownika dzielimy na 3 rodzaje: roboczą, danych i systemową. Robocza pamięć operacyjna przechowuje bieżące argumenty oraz wyniki obliczeń. W pamięci danych przechowywany jest program sterowniczy. W pamięci systemowej przechowywany jest system sterownika, program obsługi awaryjnej oraz tzw. obrazy, czyli skany wejść i wyjść sterownika. Sterowniki PLC pracują cyklicznie co oznacza, że po włączeniu zasilania i przełączeniu w tryb RUN, sterownik zaczyna realizację programu, a po jej skończeniu zaczyna skanować wejścia i ponownie realizować program. Czas takiego cyklu zależy od wielkości programu, liczby obsługiwanych wejść i wyjść oraz od szybkości pracy CPU. Praktyczny czas cyklu prostych programów sterowniczych wynosi od kilki do kilkudziesięciu milisekund. Cykl pracy sterownika składa się z następujących faz:

- i). Inicjacja cyklu, w tej fazie sterownik sprawdza stan pracy (RUN/STOP) oraz stan komunikatów o błędach.
- ii). Czytanie sygnałów wejściowych, faza ta polega na tym, że odczytane stany wejść są zapisywane w specjalnym obszarze pamięci systemowej nazywanej obrazem wejść. Po tym zapisie, sterownik staje się „ślepy” na zmiany stanów logicznych na wejściach, aż do końca cyklu.
- iii). Wykonywanie programu sterowniczego, w czasie tej fazy wyliczane są stany logiczne wyjść sterownika, ale nie są one jeszcze wysyłane do wyjść fizycznych tylko są zapisywane w obrazie wyjść, który jest również specjalnym obszarem pamięci systemowej.
- iv). Aktualizacja wyjść fizycznych, w tej fazie przesyłane są jednocześnie stany logiczne z obrazu wyjść na wyjścia fizyczne i zostają zatrzaśnięte, aż do następnej aktualizacji.
- v). Diagnostyka sterownika, w tej fazie sterownik dokonuje autodiagnostyki zarówno pod względem sprzętowym jak i błędów systemowych.

vi). Komunikacja, ta faza cyku jest opcjonalna i występuje wtedy, kiedy sterownik musi skomunikować się z czujnikami i odległymi od niego (np. drogą radiową) lub innymi sterownikami pracującymi w sieci przemysłowej.

Do wejść sterowników można doprowadzić zarówno sygnały analogowe jak i binarne. Sygnały binarne, to sygnały dwustanowe, najczęściej 0 V – „0” lub +24 VDC – „1”. Wyjścia sterownika mogą być również binarne bądź analogowe. Do wyjść binarnych należą wyjścia przekaźnikowe, gdzie wyjściem fizycznym sterownika jest zestyk normalnie otwarty, patrz rys. 2.

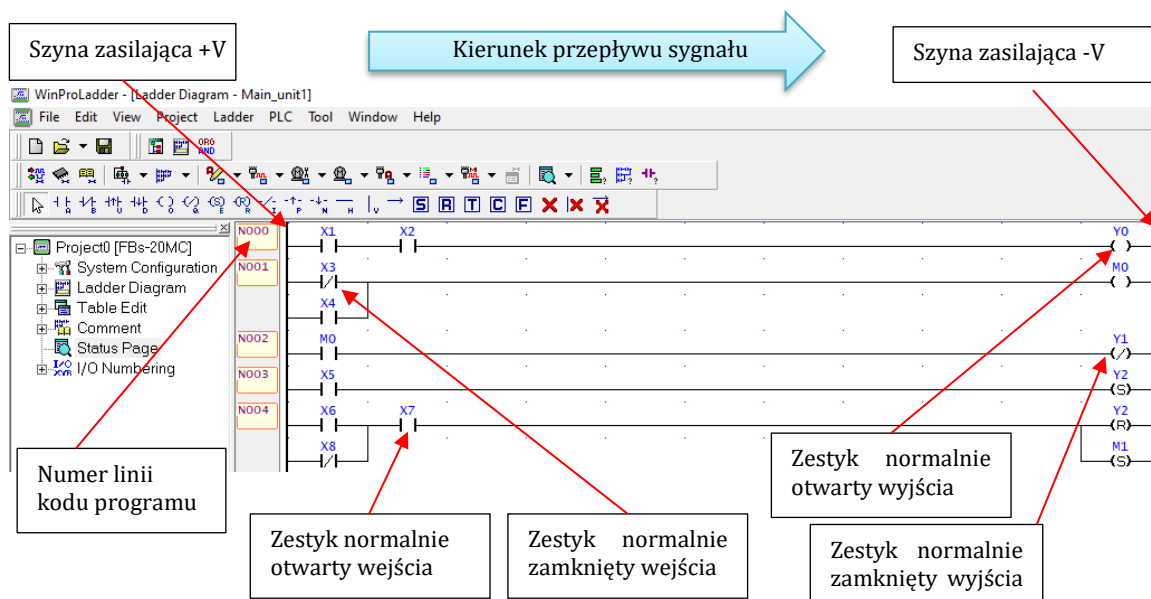


Rys. 2. Przykładowy schemat połączenia zasilania żarówki z wykorzystaniem wyjścia przekaźnikowego sterownika PLC.

Zaletami wyjść przekaźnikowych jest ich duża odporność na zakłócenia i duża obciążalność styków. Wadami natomiast jest wolne działanie w porównaniu do wyjść tranzystorowych.

3 Język programowania LAD i program WinProLadder.exe.

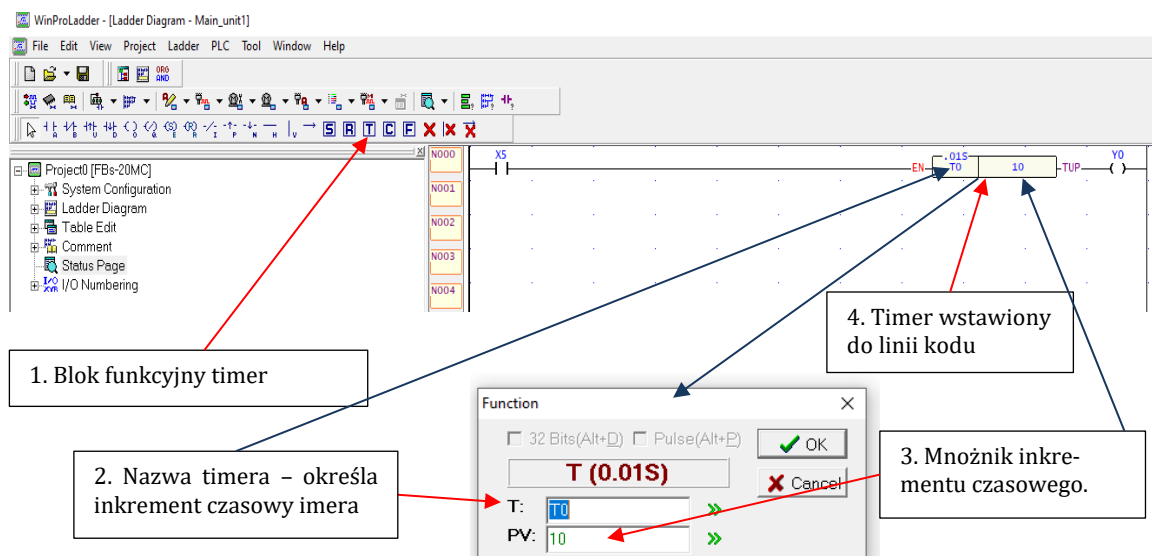
W tym rozdziale na przykładzie sterownika PLC Fatek FBs-24MCT2-AC i dedykowanego do niego programu WinProLadder.exe zostanie wytłumaczony sposób programowania w języku drabinkowym LAD (ang. *Ladder Diagram*). Program napisany w tym języku jest analogiczny do układów elektrycznych ze stykami, które są normalnie otwarte (NO) i normalnie zamknięte (NC). Przeanalizujemy, linijka po linijce program napisany w języku LAD znajdujący się na rys. 3.



Rys. 3. Przykładowy program LAD napisany w programie WinProLadder.exe.

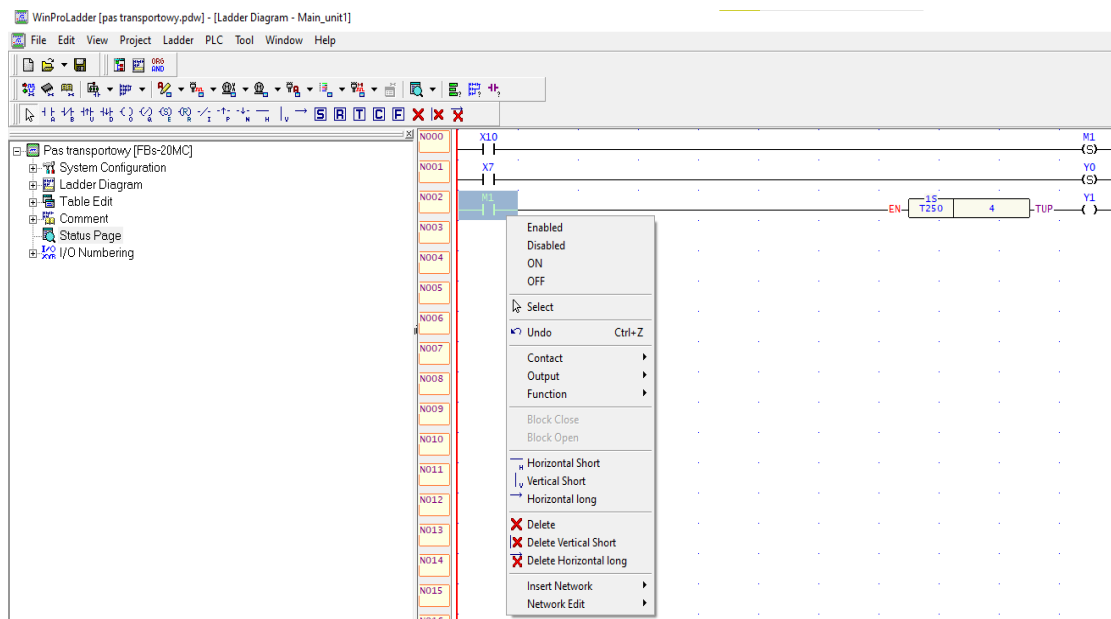
Wejścia sterownika oznacza się jako X0, X1, X2..., natomiast wyjścia jako Y0, Y1, Y2... Linia kodu oznaczona, jako N000 wykonuje działanie logicznej koniunkcji sygnałów X1 i X2, a wynik pokazuje na wyjściu Y0 sterownika. Po zaniku choćby jednego z sygnałów X1, X2, wyjście sterownika Y0 natychmiast zostaje wyłączone. W zapisie logicznym linia ta realizuje następującą funkcję logiczną $Y0 = X1 \cdot X2$. Linia kodu oznaczona jako, N001 wykonuje działanie logicznej alternatywy sygnałów X3 i X4, przy czym sygnał X3 jest zanegowany. Wynik tego działania jest zapisywany w pamięci sterownika jako tzw. zmienna markująca M0. Zmienna markująca jest zmienną wewnętrzną, która nie jest wysyłana na fizyczne wyjścia sterownika, ale może być używana w dalszych częściach programu i brać udział w algorytmie sterującym. W zapisie logicznym linia ta realizuje następującą funkcję logiczną $M0 = \overline{X3} + X4$. Linia kodu oznaczona, jako N002 przypisuje stan zmiennej markującej M0 zanegowanemu wyjściu sterownika Y1. W zapisie logicznym linia ta realizuje następującą funkcję logiczną $M0 = \overline{Y1}$. Linia kodu oznaczona, jako N003 realizuje tzw. podtrzymanie działania wyjścia Y2. Oznacza to, że w chwili, gdy na wejściu X5 sterownika pojawi się stan wysoki „zasetuje” ono wyjście Y2 sterownika, tak że nawet po zaniku sygnału X5 wyjście Y2 dalej będzie miało stan wysoki (zostanie podtrzymane). Żeby wyłączyć tak podtrzymane wyjście Y2 należy je zresetować, co zostało zrealizowane w linii N004. Realizując funkcję logiczną wejść $(X6 + \overline{X8})X7$ resetuje ona wyjście sterownika Y2 i jednocześnie „setuje” zmienną markującą M1. Jednoczesne doprowadzenie sygnału wysokiego na set i reset danego sygnału wyjściowego spowoduje jego resetowanie (przewaga resetu).

W programach można również wprowadzać zmienne czasowe (T, timer) oraz zmienne licznikowe (C, counter). Timery służą do realizacji uwarunkowań czasowych lub odmierzenia czasu np. trwania jakiegoś procesu. Countery natomiast służą do programowego liczenia dodającego i odejmującego np. zliczanie wykrywanych przez czujnik elementów. Ponieważ, w omawianym ćwiczeniu występują timery zostanie teraz omówione ich wywołanie w programie WinProLadder.exe, patrz rys. 4. Timery znajdują się w bloku funkcyjnym oznaczonym literą T. W programie możemy użyć maksymalnie 250 timerów. Do wyboru mamy timery o inkrementie czasu 0.01, 0.1 i 1 sekundy. Wyboru inkrementu dokonuje się poprzez nazwę timera. Timery o inkrementie 0.01 sekundy znajdują się pod nazwami T0...T49, o inkrementie 0.1 sekundy mają przypisane nazwy T50...T199, a o inkrementie 1 sekundy mają przypisane nazwy T200...T255. W przykładowym programie po pojawieniu się sygnału wysokiego na wejściu X5 załączy on timer T0 o inkrementie 0.01 sekundy. Mnożnik timera ustawiony jest na 10, co po prostym przeliczeniu daje czas odliczany przez timer $t_T = 0.01 \cdot 10 = 0.1$ sekundy. Po tym czasie, timer na swoim wyjściu TUP wystawi stan wysoki i zasili wyjście Y0 sterownika. W chwili, gdy wejście X5 zostanie wyłączone, timer się wyzeruje i wyłączy stan wysoki na swoim wyjściu TUP, a tym samym wyjście Y0 sterownika.



Rys. 4. Opis opcji timera w programie WinProLadder.exe.

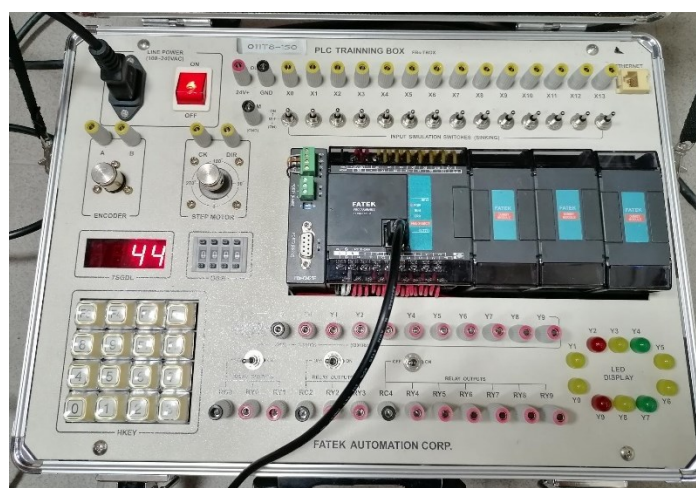
Po napisaniu programu, można zasymulować jego działanie w programie. W tym celu należy kliknąć w zakładkę *PLC*, a następnie *Simulation*. Wtedy pojawiają się dostępne opcje *RUN* i *STOP*. Opcja *RUN* uruchamia wirtualnie sterownik PLC, szyna zasilająca programu robi się czerwona. Wtedy poprzez kliknięcie prawym przyciskiem myszy na dany zestawik można go załączyć *ON* lub wyłączyć *OFF*, patrz rys. 5. W ten sposób zadaje się sygnały na wejściach, a następnie obserwuje co się dzieje z wyjściami, bądź poszczególnymi liniami kodu. Po zakończeniu symulacji możemy wirtualnie wyłączyć sterownik *STOP* i wyłączyć symulowanie programu poprzez kliknięcie *End Simulation* w zakładce *PLC*.



Rys. 5. Symulacja działania programu w WinProLadder.exe

Podczas ćwiczenia możliwe będzie również symulowanie napisanego programu na trenarze sterownika PLC – Fatek FBs-24MCT, patrz rys. 6. W czasie symulacji na stanowisku ćwiczeniowym, napisany przez nas program zostanie wgrany na sterownik PLC, a następnie jego działanie będzie można podglądać jednocześnie w programie WinProLadder.exe i na trenarze. W celu wgrania programu na sterownik należy podłączyć go do komputera poprzez kabel i kliknąć zakładkę *PLC*, a następnie *On-line*. W oknie, które zostanie otwarte

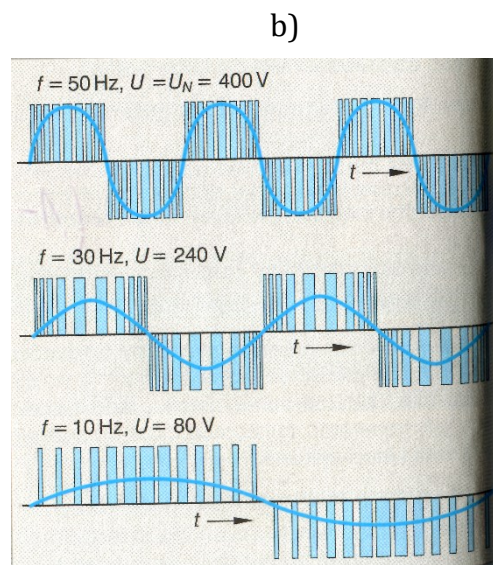
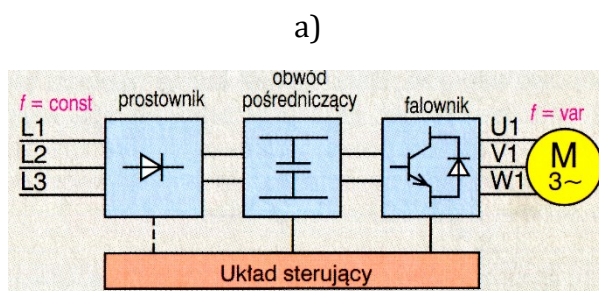
należy kliknąć *Auto Check* i potwierdzić wybór w kolejnym oknie klikając *OK*. W ten sposób program wyszuka, do którego portu jest podłączony sterownik PLC. Następnie program spyta się nas, czy chcemy połączyć się z wyszukanym sterownikiem PLC, co należy potwierdzić klikając *TAK*. Wchodząc ponownie w zakładkę *PLC* klikamy *RUN*, spowoduje to wgranie do sterownika napisanego programu i rozpocznie proces jego symulacji zarówno na trenażerze, jak i na komputerze. Jeśli w czasie symulacji kliknęlibyśmy *STOP* w zakładce *PLC*, symulacja zostanie zatrzymana, a wgrany na sterownik program zostanie usunięty z jego pamięci. Aby pozostawić na sterowniku wgrany program w pamięci urządzenia, tak żeby po odłączeniu go od komputera wciąż był przez niego wykonywany, należy kliknąć *Off-line*, zamiast *STOP*. Wtedy program zostanie w pamięci sterownika i będzie można go symulować po odłączeniu od komputera.



Rys. 6. Stanowisko ćwiczeniowe sterownika PLC – Fatek FBs-24MCT.

4 Przekształtnik częstotliwości [3]

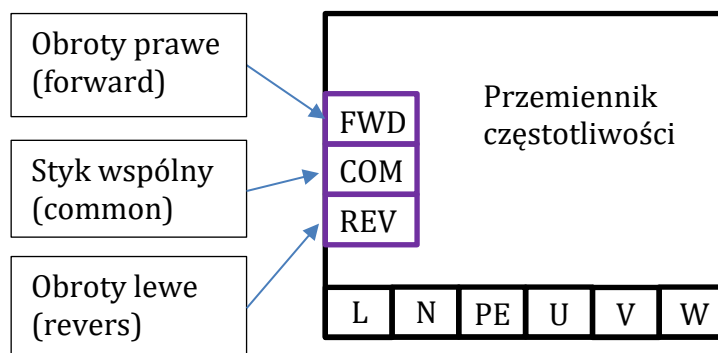
Jednym ze sposobów sterowania prędkością obrotową silników trójfazowych jest zmiana częstotliwości (sterowanie częstotliwościowe). Zmiana częstotliwości powoduje zmianę prędkości wirowania pola magnetycznego w silniku. Przekształtnik częstotliwości (błędnie skrótowo nazywany falownikiem) przekształca prąd dostarczany z sieci o częstotliwości 50 Hz w prąd o regulowanej częstotliwości. Wiąże się to z małymi stratami mocy przez wykorzystane elementy elektroniczne. Najczęściej spotykane są przekształtniki z napięciowym obwodem pośredniczącym i składają się one z prostownika, obwodu pośredniczącego i falownika, patrz rys. 7a. Dzięki przekształtnikowi można uzyskać prędkości obrotowe mniejsze lub większe niż synchroniczne.



Rys. 7. Schemat przemiennika częstotliwości z obwodem pośredniczącym a) oraz zasada modulacji szerokości impulsu b) [3].

Napięcie z sieci jedno- lub trójfazowej trafia na prostownik, który zamienia je na napięcie stałe pulsujące. Następnie napięcie to trafia na obwód pośredniczący, który oddziela sieć zasilającą od obwodów wyjściowych przemiennika i służy jako zasobnik energii. Znajduje się tu kondensator, który utrzymuje stałą wartość napięcia w obwodzie pomimo pulsującego charakteru napięcia dostarczanego z prostownika. Ponadto, zapewnia on niezbędną energię bierną. Dopiero takie stałe napięcie trafia na urządzenie zwane falownikiem, które zamienia je na napięcie trójfazowe o regulowanej częstotliwości i amplitudzie wykorzystując np. metodę modulacji szerokości impulsu PWM (rys. 7b). Powoduje to, zmianę wartości skutecznej napięcia na silniku na skutek zmian szerokości impulsu napięcia stałego pobieranego z obwodu pośredniego. Moment obrotowy silnika asynchronicznego sterowanego częstotliwościowo jest stały przy prędkościach mniejszych niż prędkość znamionowa, a przy większych maleje. Gdy silnik pracuje przy małych prędkościach potrzebne jest intensywne chłodzenie go np. przez zewnętrzny układ chłodzenia. Układ sterujący zajmuje się wysterowywaniem łączników elektronicznych, którymi są tranzystory uni- bądź bipolarne, a przy wysokich częstotliwościach tranzystory IGBT. Do zmiany kierunku wirowania wirnika nie potrzeba zmieniać przyłączenia przewodów zasilających. Realizowane jest to na drodze elektronicznej, dlatego wystarczy wysłanie odpowiednich sygnałów sterujących do wejść przemiennika częstotliwości np. przez sterownik PLC.

Zastosowane w ćwiczeniu przemienniki częstotliwości to LongSheng model LS200A-2002S. Zasilane są one napięciem jednofazowym z sieci i generują napięcie trójfazowe o zmiennej częstotliwości. Umożliwiają zmianę kierunku ruchu wirnika oraz regulację prędkości i przyspieszenia. Na obudowie znajduje się analogowy wskaźnik prędkości obrotowej silnika oraz potencjometr do końcowej regulacji prędkości. Wstępna regulacja odbywa się przy użyciu potencjometrów umieszczonych wewnątrz urządzenia i ustala zakres prędkości regulowanej potencjometrem dostępnym na obudowie podczas pracy urządzenia. Rysunek 8 przedstawia listwę przyłączy przemiennika częstotliwości.



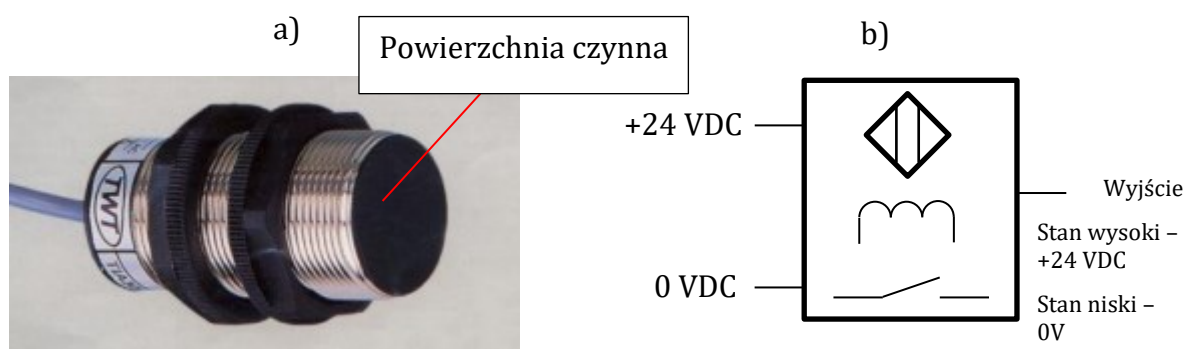
Rys. 8. Schemat przyłączeń przemiennika częstotliwości.

Do styków L, N, PE przyłącza się przewody z sieci elektrycznej. Styki U, V, W to styki do przewodów silnika, natomiast COM, FWD i REV to styki sterownicze kierunku obrotów silnika. Zwarcie ze sobą styków COM i FWD włącza prawe obroty silnika, natomiast zwarcie styków COM i REV włącza lewe obroty silnika.

5 Binarne bezstykowe czujniki indukcyjne [3] [2]

Zastosowane w stanowisku czujniki indukcyjne pochodzą z oferty firmy TWT i zostały przedstawione na rys. 9a. Jego nominalna strefa (zakres) działania wynosi 15mm. Robocza strefa działania wynosi 12mm. Są to odległości mierzone od powierzchni czynnej czujnika. Czujnik wymaga zasilania prądem stałym o napięciu z zakresu 10 V÷30 V. Pobór prądu wynosi 150 mA, a częstotliwość przełączania to 200 Hz.

Jak wskazuje nazwa, binarne sensory indukcyjne mogą na swoich wyjściach przyjmować tylko jeden z dwóch stanów – wysoki bądź niski. Zasada ich działania polega na zmianie tłumienia i impedancji obwodu drgającego spowodowana zakłóceniem pola magnetycznego przez elektrycznie lub magnetycznie przewodzący element, który znalazł się w jego otoczeniu. Rys. 9b przedstawia schemat czujnika trójprzewodowego typu PNP o normalnie otwartym zestyku (NO) wyjścia. Jeśli w pewnej odległości od powierzchni czynnej czujnika znajdzie się element metalowy, na jego wyjściu pojawi się sygnał wysoki +24 VDC zasilania, za sprawą zwarcia się styku NO.



Rys. 9. Zdjęcie czujnika indukcyjnego TIDC3015Z a) oraz b) symbol czujnika indukcyjnego z wyjściem NO.

Sygnał z wyjścia takiego czujnika można bezpośrednio doprowadzić, jako sygnał wejściowy sterownika PLC.

6 Opis stanowiska podajnika taśmowego

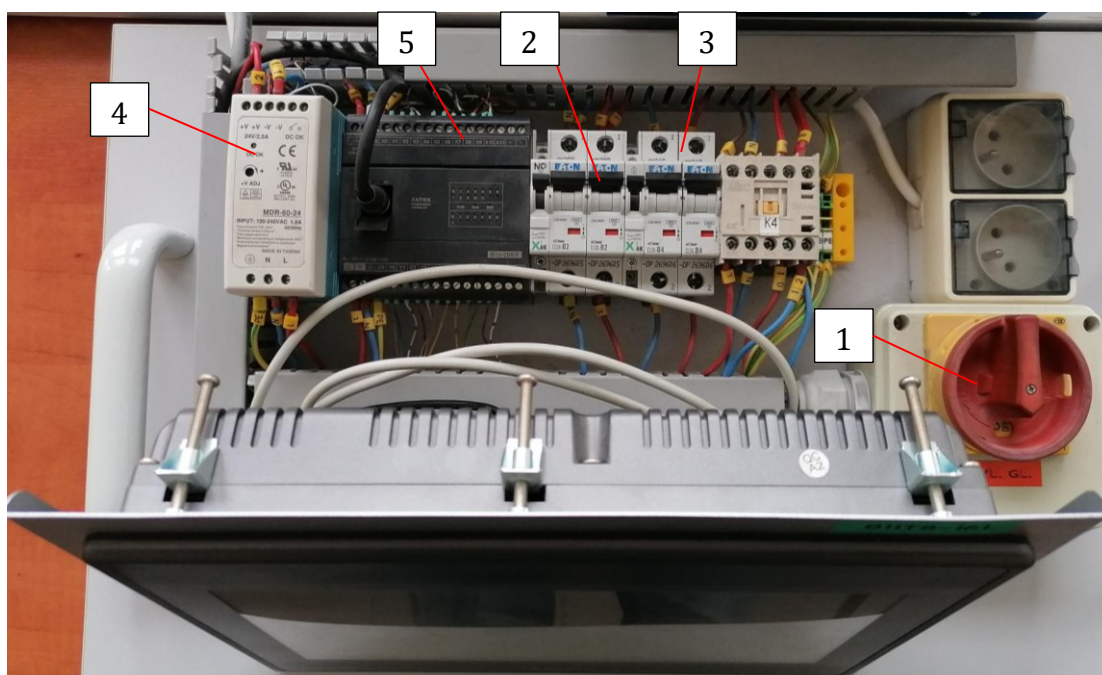
Stanowisko podajników taśmowych segregujących elementy zostało przedstawione na rys. 12. Stanowisko pracuje w następujący sposób:

1. Po uruchomieniu stanowiska pas transportowy (8) i (10) zaczynają się poruszać. Pas transportowy (8) nadaje ruch elementom na nim się znajdującym, tylko w stronę transportera segregującego (10). Ruch ten odpowiada prawym obrotom silnika (9), natomiast pas segregujący (10) domyślnie porusza się tak, żeby transportować elementy w stronę okna (patrz rys. 12). Ten domyślny ruch odpowiada prawym obrotom silnika (11).
2. Na pasie transportowym (8) umieszczane są elementy metalowe i niemetalowe.
3. Transportowany element po znalezieniu się pod jednym z czujników indukcyjnych (12) bądź (13) jest przez niego sprawdzany pod względem materiału z jakiego został wykonany.
4. Jeśli element jest niemetalem to kierunek ruchu pasa segregującego (10) nie zmienia się z domyślnego (prawe obroty silnika (11)) i element jest przetransportowany do kuwety na elementy niemetalowe, patrz rys. 13. Jeśli element jest metalem i czujniki indukcyjne to wychwycą, kierunek ruchu pasa segregującego zmienia się na ustalony czas z domyślnego, na przeciwny (lewe obroty silnika (11)), żeby przetransportować ten element do kuwety z elementami metalowymi. Po upływie ustalonego czasu, kierunek ruchu pasa segregującego znów powraca do domyślnego.

Stanowisko składa się z dwóch platform:

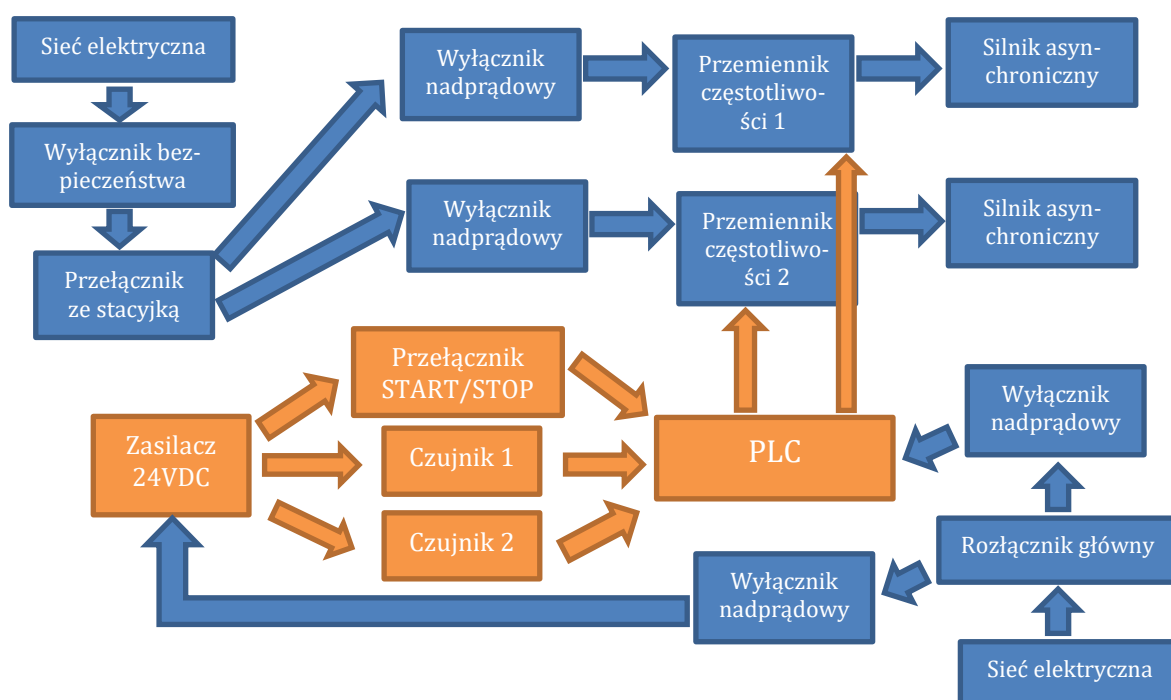
- A. Platformy sterownika PLC,
- B. Platformy podajników segregujących.

Platforma sterownika PLC typu Fatek B1z-20MR została przedstawiona na rys. 10 wraz z opisem poszczególnych elementów. Przedmiotowa platforma odpowiada za automatyczne działanie podajników segregujących. Rozłącznikiem głównym (1) dostarczamy lub odcinamy zasilanie 230 V z sieci do elementów platformy. Zasilanie to, trafia poprzez dwubiegunowy wyłącznik nadprądowy (2) do styków zasilania sterownika PLC (5) i poprzez dwubiegunowy wyłącznik nadprądowy (3) do styków zasilania zasilacza stabilizowanego 24 VDC (4).

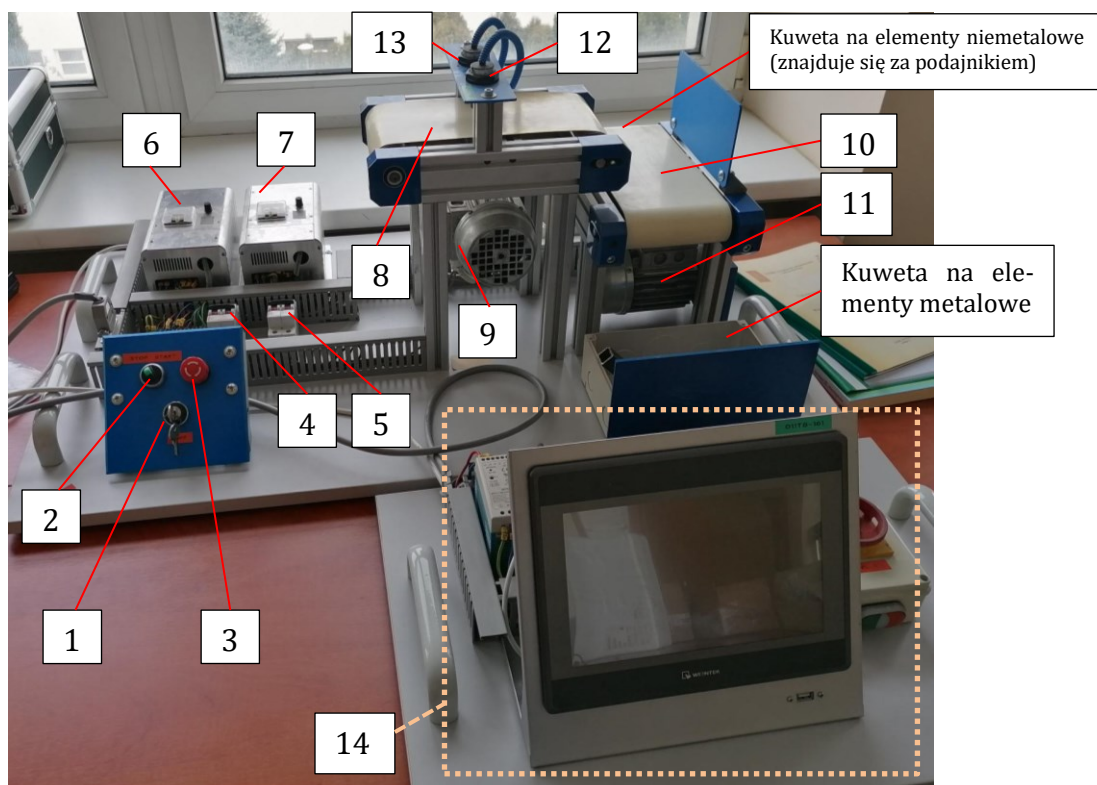


Rys. 10. Platforma ze sterownikiem PLC i panelem HMI, gdzie: 1 – rozłącznik główny, 2 – wyłącznik nadprądowy dla sterownika PLC, 3 – wyłącznik nadprądowy zasilacza czujników, 4 – zasilacz czujników 24V, 5 – sterownik PLC.

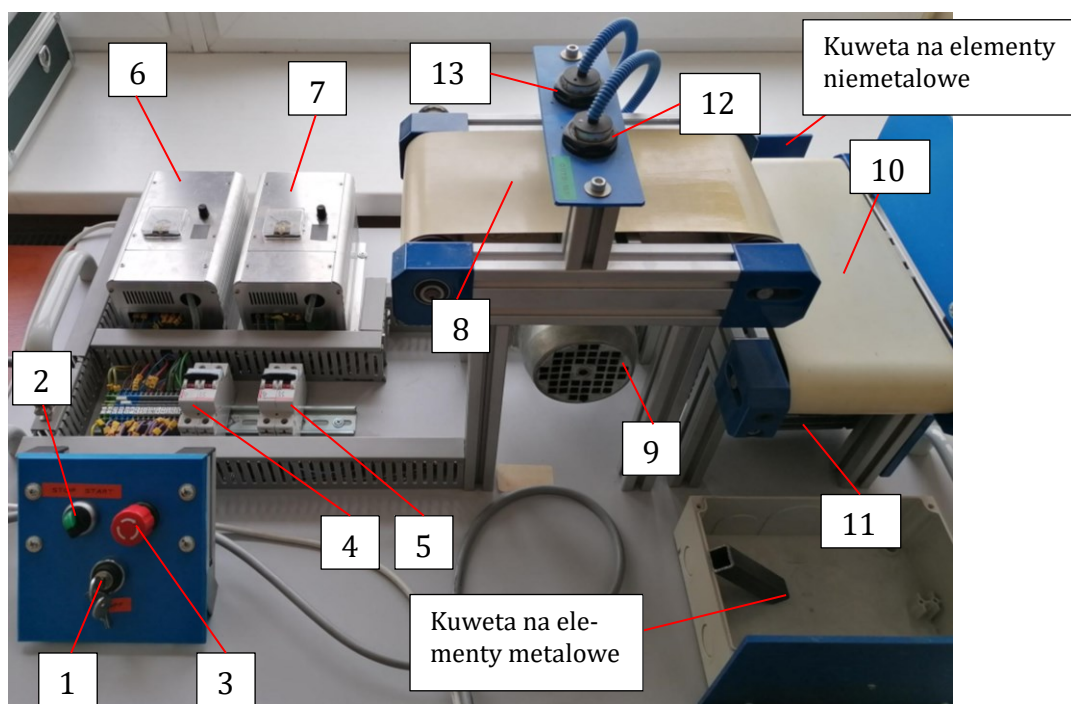
Platforma podajników segregujących zilustrowana została na rys. 12 i 13. Do uruchomienia podajników taśmowych należy przestawić kluczyk przełącznika bistabilnego (1) z pozycji OFF na ON, wycisnąć włącznik bezpieczeństwa (3) oraz załączyć oba dwubiegunowe wyłączniki nadprądowe (4) i (5). Wyłącznik nadprądowy (4) zabezpiecza obwód zasilania przemiennika częstotliwości 1 (6), podczas gdy wyłącznik nadprądowy (5) zabezpiecza przemiennik częstotliwości 2 (7). Wykonanie tych kroków zapewni dostarczenie zasilania sieciowego do obwodu elektrycznego przemienników częstotliwości (6) i (7) zasilających trójfazowe silniki asynchroniczne (9) i (11), napędzające pasy podajników. Włączenie prawych bądź lewych obrotów odbywa się poprzez odpowiednie zwieranie wejść sterowniczych przemienników częstotliwości przez wyjścia sterownika PLC (patrz rys. 8). Inicjowanie programu sterowniczego wgranego na sterownik PLC odbywa się poprzez przekręcenie pokrętła przełącznika obrotowego (2) z pozycji STOP na pozycję START. Spowoduje to wysłanie sygnału 24 VDC (pochodzącego z zasilacza (4), patrz rys. 10) do wejścia sterownika PLC. Sygnał ten, wraz z sygnałami z czujników indukcyjnych (12) i (13) po przetworzeniu przez program będzie ustawiał wyjścia sterownika PLC, tak żeby proces segregacji przebiegał jak opisano to na początku przedmiotowego rozdziału. Poglądowy przepływ sygnałów w stanowisku ćwiczeniowym został zaprezentowany na rys. 11.



Rys. 11. Schematyczny przepływ sygnałów w platformie podajników segregujących.



Rys. 12. Platforma podajnika segregującego, gdzie: 1 – przełącznik ze stacyjką, 2 – przełącznik obrotowy, 3 – wyłącznik bezpieczeństwa, 4 – wyłącznik nadprądowy przemiennika częstotliwości 1, 5 – wyłącznik nadprądowy przemiennika częstotliwości 2, 6 – przemiennik częstotliwości 1, 7 – przemiennik częstotliwości 2, 8 – podajnik transportujący, 9 – silnik podajnika transportującego, 10 – podajnik segregujący, 11 – silnik podajnika segregującego, 12 i 13 – czujniki indukcyjne, 14 – panel sterownika PLC.



Rys. 13. Platforma podajnika segregującego, gdzie: 1 – przełącznik ze stacyjką, 2 – przełącznik obrotowy, 3 – wyłącznik bezpieczeństwa, 4 – wyłącznik nadprądowy przemiennika częstotliwości 1, 5 – wyłącznik nadprądowy przemiennika częstotliwości 2, 6 – przemiennik częstotliwości 1, 7 – przemiennik częstotliwości 2, 8 – podajnik transportujący, 9 – silnik podajnika transportującego, 10 – podajnik segregujący, 11 – silnik podajnika segregującego, 12 i 13 – czujniki indukcyjne.

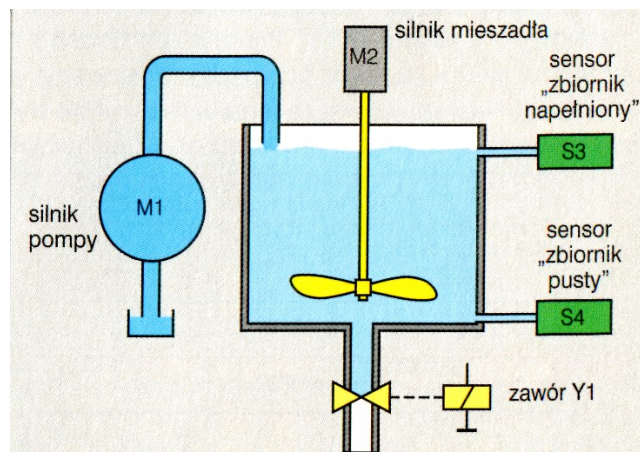
7 Przebieg ćwiczenia

- Uruchomienie przez prowadzącego stanowiska podajników taśmowych segregujących elementy, w celu pokazania studentom rzeczywistego działania procesu sortowania.
- Stworzenie przez studentów tabeli oznaczeń elementów wejść i wyjść sterownika PLC.
- Opracowanie przez studentów schematu połączeń wejść i wyjść sterownika PLC z sensorami i aktuatorami badanego układu. Stosować symbole elektryczno/elektroniczne zgodnie z normą DIN EN 60617-1 do -12. Przyjazny do nauki wykaz symboli można znaleźć na stronie <https://iautomatyka.pl/>
- Napisać program sterowniczy LAD na sterownik PLC w programie WinProLadder.exe i zasymulować jego działanie na stanowisku ćwiczeniowym Fatek FBs-24MCT.
- Opracować schemat połączeń elektrycznych układu sterowania silnikami. Stosować symbole elektryczno/elektroniczne zgodnie z normą DIN EN 60617-1 do -12. Przyjazny do nauki wykaz symboli można znaleźć na stronie <https://iautomatyka.pl/>

8 Przykładowe rozwiązanie podobnego problemu [3]

Dokładny opis programu sterującego na PLC został opisany w źródle podanym w tytule rozdziału.

Zbiornik mieszalnika powinien zostać napełniony niezmieszaną farbą za pomocą pompy M1, patrz rys. 14. Po napełnieniu zbiornika, farbę należy mieszać mieszadłem M2 przez czas $T1=10$ s. Po wymieszaniu farbę należy spuścić ze zbiornika przez zawór Y1. Stan napełnienia zbiornika jest kontrolowany przez dwa sensory: poziomu – S3 (styk normalnie otwarty) i ciśnienia – S4 (styk normalnie zamknięty – otwarty przy pustym zbiorniku). Tryb pracy automatycznej jest załączony przyciskiem S1 (styk normalnie otwarty) i wyłączany przyciskiem S2 (styk normalnie zamknięty). Silnik pompy sterowany jest stycznikiem K1, silnik mieszadła – stycznikiem K2. Zawór w stanie nieaktywnym jest zamknięty za pomocą sprężyny, stan aktywny (otwarty) jest wymuszany przez odpowiedni sygnał wyjściowy sterownika PLC. W przypadku awarii mieszalnika tryb pracy automatycznej powinien zostać natychmiast wyłączony i zbiornik opróżniony przez zawór Y1, po wciśnięciu przycisku S5. Wykonywanie programu sterownik rozpoczyna od kroku inicjacyjnego, ale tylko wtedy gdy zbiornik mieszalnika jest pusty. Następnie wykonywane są kolejne kroki: pompowanie, mieszanie i spuszczenie. Jeśli mieszalnik nie znajduje się w stanie początkowym, to powinien do niego wrócić po naciśnięciu przycisku S5 przez operatora.

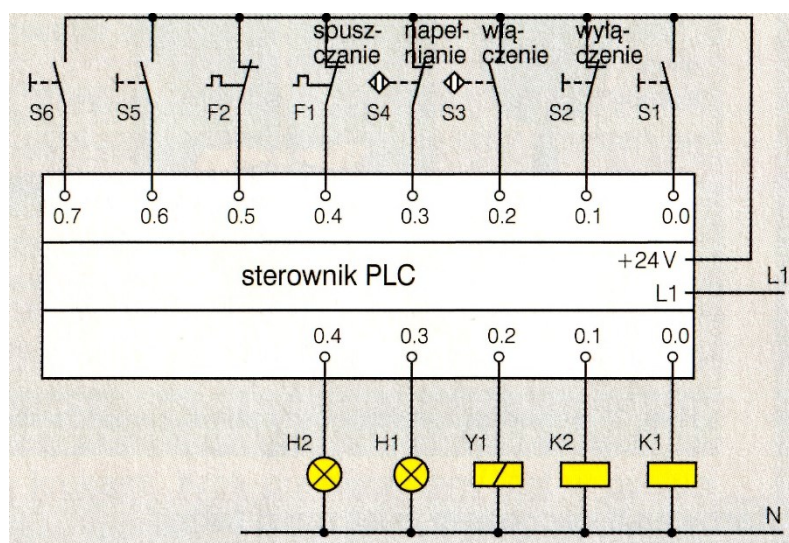


Rys. 14 Schemat mieszalnika farby [3].

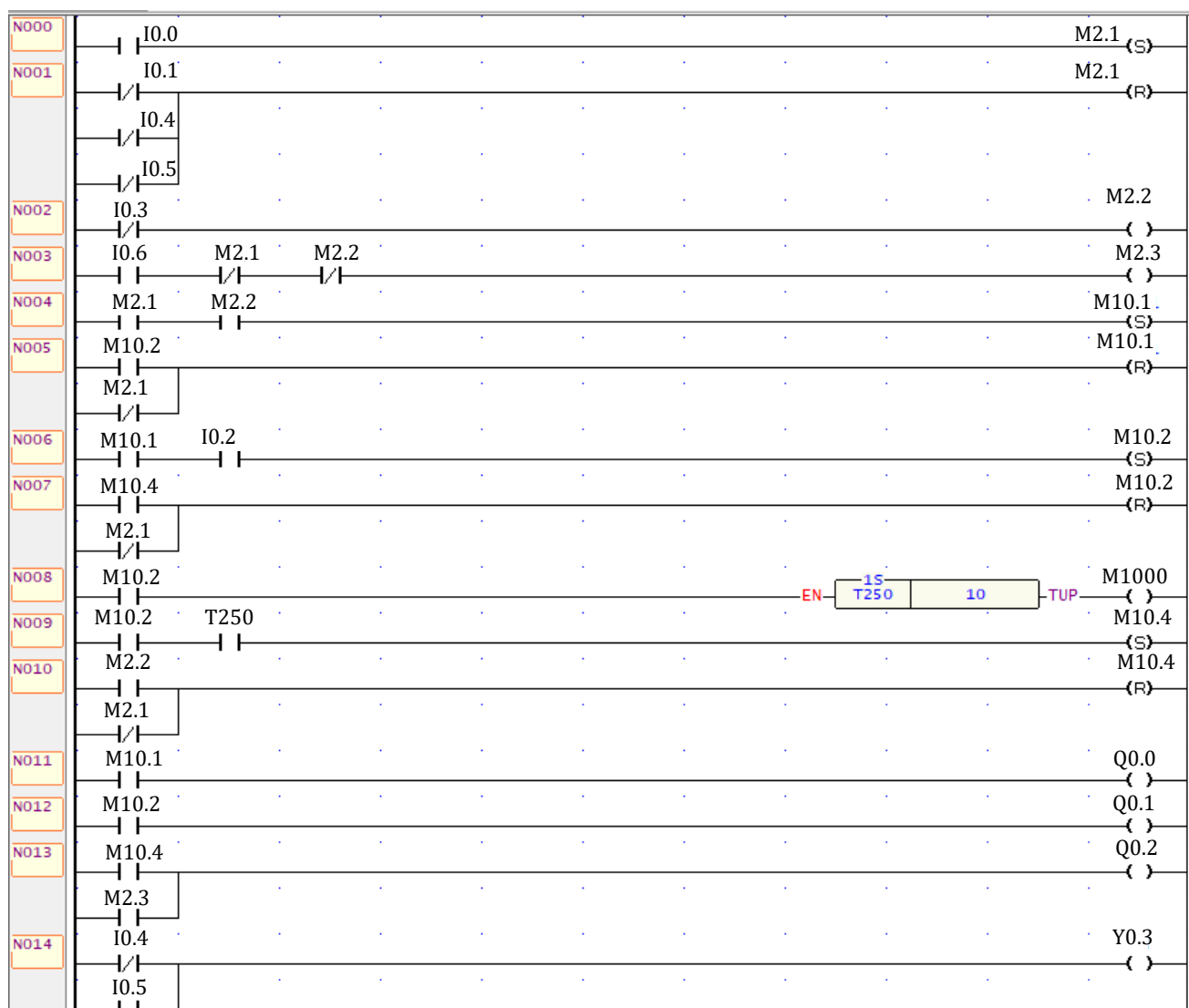
Tabela oznaczeń elementów wejść i wyjść sterownika PLC

Symbol	Adres	Typ danych	Komentarz
Przycisk załączanie (S1)	I 0.0	BOOL	Zestyk NO
Przycisk wyłączenie (S2)	I 0.1	BOOL	Zestyk NC
Sensor wysokości poziomu (S3)	I 0.2	BOOL	Zestyk NO
Sensor ciśnienia (S4)	I 0.3	BOOL	Zestyk NC
Przeciążenie silnika M1 (F1)	I 0.4	BOOL	Zestyk NC
Przeciążenie silnika M2 (F2)	I 0.5	BOOL	Zestyk NC
Przycisk spuszczenie (S5)	I 0.6	BOOL	Zestyk NO
Tryb automatyczny	M 2.1	BOOL	
Tryb krokowy	M 2.2	BOOL	
Spuszczenie farby	M 2.3	BOOL	
Krok 1	M 10.1	BOOL	Pompowanie
Krok 2	M 10.2	BOOL	Mieszanie
Krok 3	M 10.4	BOOL	Spuszczenie
Stycznik silnika M1 (K1)	Q 0.0	BOOL	Silnik pompy
Stycznik silnika M2 (K2)	Q 0.1	BOOL	Silnik mieszadła
Zawór spuszcający (Y1)	Q 0.2	BOOL	Zawór
Zakłócenie (H1)	Q 0.3	BOOL	Lampa ostrzegawcza
Czas mieszania	T 1	TIMER	

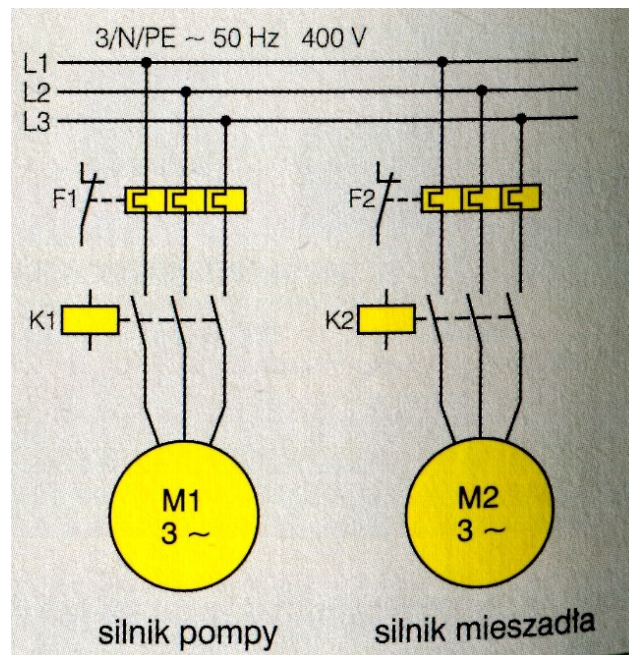
Schemat połączeń wejść i wyjść sterownika PLC z sensorami i aktuatorami



Program na sterownik PLC



Schemat połączeń elektrycznych układu sterowania silnikami



9 Bibliografia

- [1] A. Szczotkowski, „Zastosowanie sterownika PLC i czujnika indukcyjnego w procesie przemysłowym na przykładzie zbudowanego modelu systemu transportującego,” Katedra Automatyki, Biomechaniki i Mechatroniki, Łódź, 2012.
- [2] D. Schmid, Mechatronika, Warszawa: REA, 2008.
- [3] M. Olszewski, Urządzenia i systemy mechatroniczne, Warszawa: REA, 2009.
- [4] U. Fischer, Poradnik mechanika, Warszawa: REA, 2008.