

NOWOCIEŃ Artur, MAKOWSKI Marcin, PIETRUSZCZAK Daniel

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA STEROWNIKÓW PLC W MODELOWANIU ENERGOOSZCZĘDNYCH UKŁADÓW STEROWANIA

Streszczenie

W artykule przedstawiono układ energooszczędnego sterowania na przykładzie aplikacji sterowania taśmociągami. Do wykonania stanowiska wykorzystano sterownik PLC firmy LG Master K-120 S, panel operatorski XGT firmy LG oraz przemiennik częstotliwości firmy Siemens. Stanowisko może być zastosowane do symulacji układów sterowania stosowanych w przemyśle. Wykorzystując konfiguracje urządzeń przedstawionych w artykule, na zajęciach laboratoryjnych studenci nabierają umiejętności projektowania elementów linii technologicznych.

W przedstawionym układzie do komunikacji między urządzeniami zastosowano interfejs RS-485.

WSTĘP

Sterowniki PLC są obecnie głównymi urządzeniami sterowania procesem. Aktualnie obserwuje się duże zróżnicowanie tych urządzeń zarówno w odniesieniu do zagadnień sprzętowych (możliwości rozbudowy, sposoby połączeń z innymi urządzeniami, w tym regulatorami, czujnikami, elementami wykonawczymi, nastawczymi, innymi sterownikami, komputerami i panelami operatorskimi), jak i w zakresie metod programowania (języki tekstowe i graficzne). [5], [6]

Dzisiaj trudno sobie wyobrazić nowoczesny zakład przemysłowy, w którym nie zastosowano sterowników PLC. W zastosowaniach praktycznych bardzo często istnieje konieczność zmiany parametrów w algorytmie sterowania procesem. Do tego celu można wykorzystać panel operatorski, który umożliwia szybką zmianę parametrów sterowania bez bezpośredniej ingerencji w program sterujący zapisany w sterowniku PLC.

W artykule przedstawiono możliwości zastosowania sterownika PLC w konfiguracji z panelem operatorskim oraz przemiennikiem częstotliwości wraz ze sterowanym silnikiem. Celem zmiany parametrów panel operatorski komunikuje się ze sterownikiem PLC za pomocą interfejsu RS – 485.

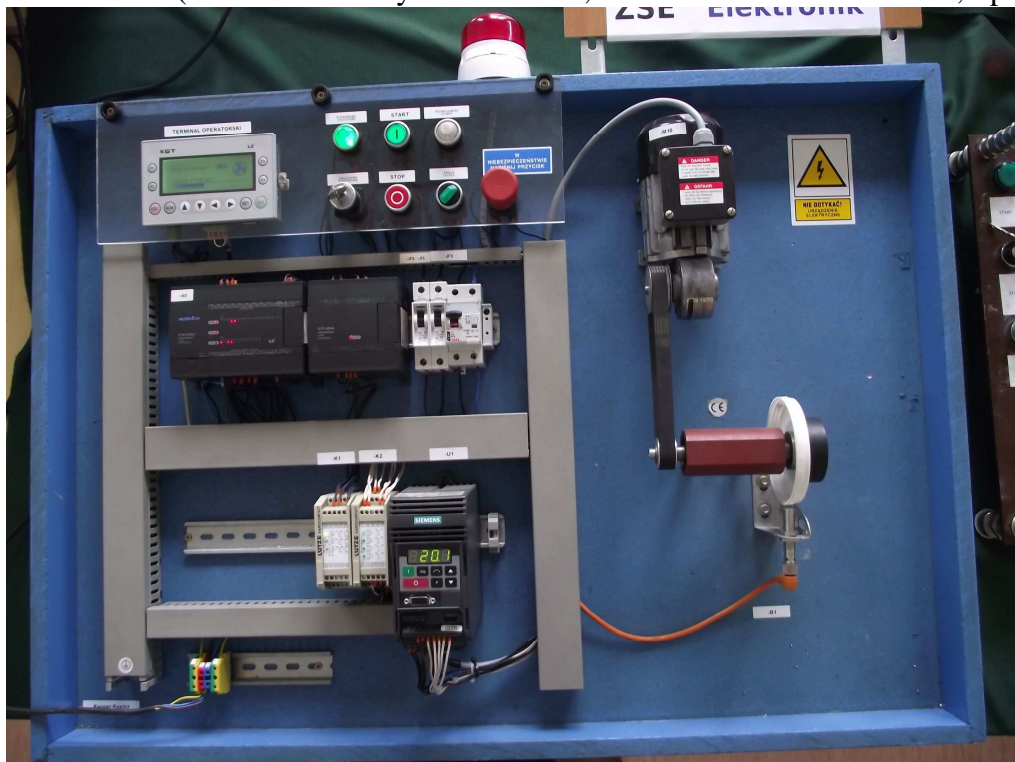
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA STANOWISKA LABORATORYJNEGO

Przygotowane stanowisko dydaktyczne przeznaczone jest do nauki programowania sterowników firmy LG, panelu operatorskiego LS XP10 oraz przekształtnika micromaster vector firmy Siemens w aplikacji taśmociąg. Głównym celem jest poznanie możliwości i zastosowania sterownika PLC w konfiguracji z panelem operatorskim oraz przekształtnikiem, nauka programowania w języku drabinkowym (LAD) lub języku

tekstowym (mnemonic – IL), programowania panelu operatorskiego oraz przemiennika częstotliwości.

Stanowisko, pokazane na rysunku 1, przygotowano do realizacji automatu sekwencyjnego – taśmociąg. Realizacja tego zadania wymaga wykorzystania programowych uzależnień licznika impulsów (zliczanie ilości obrotów silnika) oraz przerzutników R – S. Do zliczania impulsów (programowanie odległości dojazdu taśmociągu) zastosowano czujnik indukcyjny zbliżeniowy. Sterownik PLC zlicza impulsy oraz przekazuje tą informację do panelu operatorskiego korzystając z interfejsu RS – 485. Panel operatorski wyświetla ilość zliczonych impulsów (obroty silnika) oraz aktualną prędkość obrotową. W celu regulacji prędkości obrotowej zastosowano moduł wyjść analogowych, który połączony jest do sterownika PLC. Sterownik otrzymuje informacje o żądanej prędkości obrotowej z panelu operatorskiego i przekazuje ją za pośrednictwem wyjść analogowych do przemiennika częstotliwości w formie sygnału napięciowego (0 – 10 VDC).

Wartość zadana (przemieszczenie oraz prędkość taśmociągu) wprowadzana jest przez użytkownika do panelu operatorskiego, który przekazuje te informacje do sterownika nastawiając licznik programowy (counter) i ustawiając żądaną wartość napięcia (prędkość), za pośrednictwem rejestrów. Gdy ilość impulsów równa się z wartością zadaną, sterownik ustawia zaprogramowane wyjście (przerzutnik R – S), sterując przekształtnikiem. Po otrzymaniu informacji od sterownika przemiennik częstotliwości steruje silnikiem według algorytmu sterowania (możliwość zatrzymania silnika, zmiana kierunku wirowania, itp.).



Rys. 1. Stanowisko energoelektroniczne sterowanie silnikiem elektrycznym z zastosowaniem sterownika PLC oraz panelu operatorskiego

Źródło: Fotografia własna

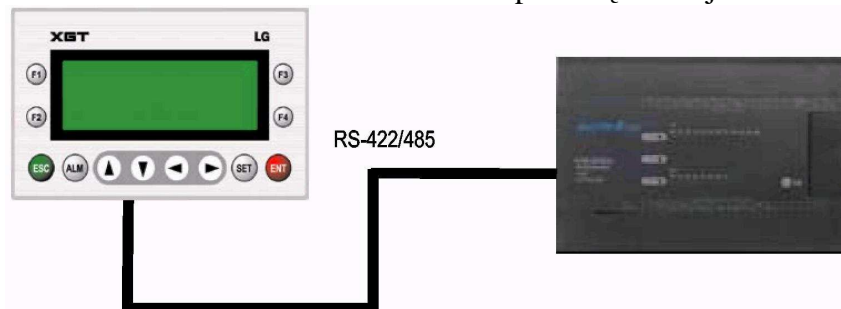
Stanowisko zastosowano przełączniki i przyciski sterownicze oraz lampki sygnalizacyjne, które służą do załączania lub wyłączenia układu oraz do zmiany trybu pracy (praca ciągła / praca nieciągła). Zainstalowany został również wyłącznik awaryjny wraz z sygnalizatorem, który odłącza zasilanie w przypadku zaistnienia sytuacji awaryjnej.

Zastosowane łączniki umożliwiają zaprogramowanie układu dla różnych aplikacji przemysłowych. Przykładem może być zaprogramowanie układu również do prostych aplikacji:

- włączenie silnika z podtrzymaniem,
- sterowanie rozruchem silnika indukcyjnego dużej mocy przy wykorzystaniu przełączania uzwojeń, tzw. "gwiazda/trójkąt",
- sterowanie silnikiem indukcyjnym z możliwością zmiany kierunku wirowania wirnika,
- włączanie silnika z opóźnieniem,
- zmiana kierunku wirowania z opóźnieniem.

2. PANEL OPERATORSKI LS – XP10

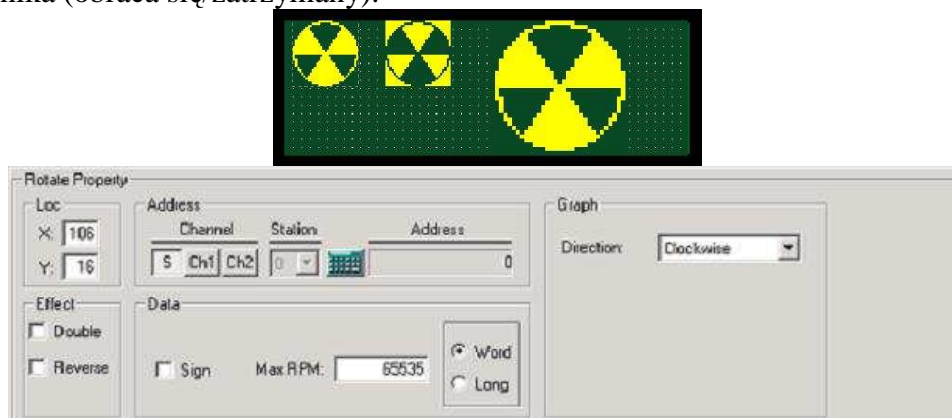
Panel operatorski jest urządzeniem elektronicznym umożliwiającym sterowanie i kontrolę innych urządzeń np. sterownik PLC, przekształtnik, itp., realizując sterowanie różnych procesów automatycznych. Zadaniem panelu operatorskiego jest pośredniczenie w komunikacji pomiędzy operatorem a maszyną (zbieranie danych z czujników, odbieranie i przekazywanie sygnałów), ich wizualizacja oraz alarmowanie w przypadku wykrycia uszkodzenia. Na rysunku 2 pokazano widok panelu operatorskiego LS – XP10 wraz z podłączonym sterownikiem LG Master K – 120 S za pomocą interfejsu RS – 485. [5]



Rys. 2. Schemat połączenia panelu operatorskiego ze sterownikiem PLC

Źródło: [5]

Zastosowany w stanowisku panel operatorski LS – XP10 jest urządzeniem programowalnym. Do programowania panelu należy zastosować komputer PC z interfejsem RS – 232 z zainstalowanym oprogramowaniem Panel Editor firmy LG (ang. XGTEditor). Program umożliwia tworzenie obrazów na ekranie panelu w celu wizualizacji procesu, wprowadzanie poleceń wyświetlanych na panelu w formie tekstu, konfigurowanie interfejsów komunikacyjnych (RS – 422/485, RS – 232) w celu transmisji danych do urządzeń podłączonych do panelu. Rysunek 3 pokazuje przykład programowania wizualizacji stanu wirnika silnika (obraca się/zatrzymany).

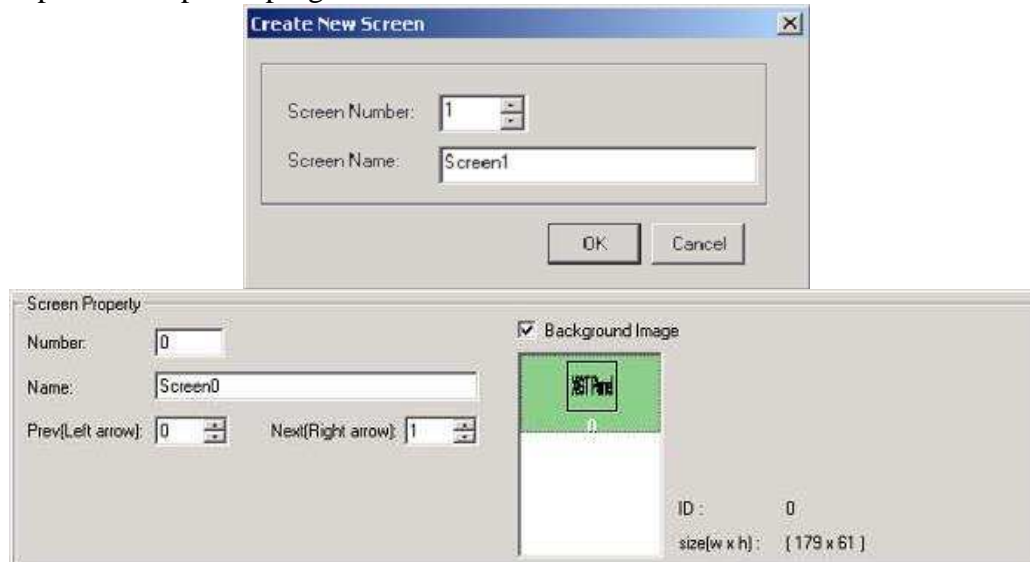


Rys. 3 Programowanie obrazu stanu wirnika (obraca się/zatrzymany)

Źródło: [5]

Na przedstawionym rysunku 3 pokazano sposób programowania wizualizacji wirnika. W tym oknie programu programujemy lokalizację wskaźnika, efekty wizualizacji (odwracanie kolorów oraz powiększenie), adres rejestru do którego odwołuje się wskaźnik prędkości obrotowej, maksymalną prędkość obrotową oraz kierunek obrotów.

W panelu można korzystać z wielu ekranów (każdy ma swój numer – od 0 do 999). Na rysunku 4 pokazano sposób programowania ilości ekranów.



Rys. 4. Sposób tworzenia nowego ekranu
Źródło: [5]

W przedstawionej aplikacji zastosowano dwa ekrany. Pierwszy przedstawia graficzną i cyfrową wizualizację prędkości. Drugi pokazuje wartość zadaną oraz wartość rzeczywistą zliczanych impulsów (przedstawienie aktualnej wartości rejestru, w którym zliczane są impulsy). Na ostatnim ekranie operator wprowadza wartość zadaną (ilość obrotów).

3. PRZEMIENNIK CZĘSTOTLIWOŚCI SIEMENS MICROMASTER VECTOR

Urządzeniem, które umożliwia optymalne wykorzystanie silnika prądu przemiennego jest przemiennik częstotliwości. Jest to urządzenie elektroniczne, umożliwiające płynną zmianę prędkości obrotowej silnika dzięki zmianie częstotliwości i napięcia na wyjściu przekształtnika. Przemiennik częstotliwości zapewnia między innymi oszczędność energii elektrycznej – moc pobierana przez silnik jest w całym zakresie regulacji dopasowana do aktualnego zapotrzebowania, oraz poprawę jakości regulacji – dzięki płynnej regulacji obrotów silnika możliwe jest wyeliminowanie nieekonomicznej regulacji typu załącz/wyłącz, powodującej szybsze zużycie maszyn.

Przekształtniki MICROMASTER Vector (MMV) są rodzinami falowników pozwalającymi na precyzyjne sterowanie położeniem wektora przestrzennego strumienia magnetycznego trójfazowego silnika indukcyjnego bez konieczności użycia czujnika prędkości obrotowej sterowanego silnika. Zastosowana metoda sterowania zwiększa niezawodność napędu oraz zwiększa jego dynamikę poprzez dokonywanie szybkich zmian częstotliwości i napięcia wyjściowego falownika w zależności od bieżących zmian wartości zadanej prędkości obrotowej i właściwości obciążenia. Są to urządzenia sterowane mikroprocesorowo zbudowane w oparciu o zaawansowaną technologię tranzystorów IGBT, zapewniającą niezawodność i elastyczność funkcjonowania. Zastosowana metoda modulacji szerokości impulsów (PWM) z możliwością wyboru wielkości częstotliwości nośnej umożliwia bardzo cichą pracę silnika. [4]



Rys. 5. Widok ogólny przemiennika częstotliwości micromaster vector firmy Siemens
Źródło: Fotografia własna

Na rysunku 5 przedstawiono widok ogólny przekształtnika użytego przy budowie stanowiska. Na zdjęciu widać listwę zaciskową, do której podłączone zostały przewody sterownicze, zasilające przekształtnik oraz silnik. Sterowanie silnikiem polega na połączeniu przemiennika do sterownika za pośrednictwem listwy sterującej oraz zaprogramowaniu przemiennika częstotliwości. Każde wejście sterujące można programować indywidualnie, przypisując mu określoną funkcję zależną od aplikacji (start, stop, zmiana kierunku wirowania wirnika, regulacja prędkości, itp.).

Programowanie przekształtnika realizowane jest z panelu sterującego, widocznego na rysunku 5 lub za pomocą komputera wykorzystując interfejs RS – 232 C (widoczne na rysunku 5 łącze DB9).

4. STEROWNIK PLC FIRMY LG MASTER K – 120 S

W prezentowanym stanowisku dydaktycznym wykorzystano jeden z najbardziej popularnych w ostatnich latach sterownik kompaktowo – modułowy firmy LG typu MASTER – K120 S, który przedstawiony został na rysunku 6. [4]

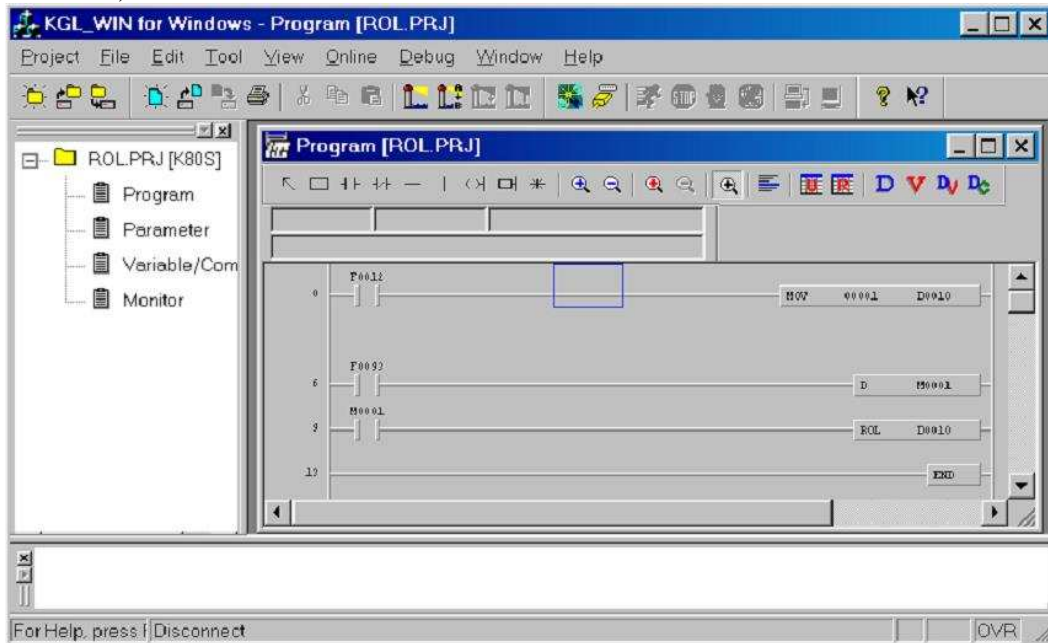


Rys. 6. Widok ogólny sterownika LG typu MASTER – K120 S
Źródło: [4]

Sterownik połączony jest z panelem operatorskim, przemiennikiem częstotliwości oraz czujnikiem indukcyjnym.

Programowanie sterownika odbywa się korzystając z komputera PC z zainstalowanym programem KGL WIN za pośrednictwem interfejsu RS – 232C.

Program KGL WIN jest narzędziem służącym do programowania wszystkich sterowników PLC LG serii Master K. Aplikacja działająca w systemie Windows umożliwia programowanie za pomocą języka drabinek (Ladder – LD) lub listy instrukcji (Mnemonic – IL).



Rys. 7. Okno aplikacji KGL WIN

Źródło: [6]

Rysunek 7 przedstawia widok programu KGL WIN z przykładowym programem napisanym w języku drabinkowym. Aplikacja umożliwia konwersję programu z języka drabinkowego do języka listy instrukcji i odwrotnie. [1]

Dzięki wykorzystaniu dostępnej w programie KGL WIN funkcji licznika, którego nastawa może być podana z rejestru, możliwe jest dynamiczne sterowanie silnikiem z wykorzystaniem panelu operatorskiego. Operator wprowadzając nastawę do panelu operatorskiego ustawia wartość rejestru, który jest nastawą licznika użytego w sterowniku do zliczania impulsów podawanych przez czujnik indukcyjny. Dzięki czemu taśmociąg zatrzyma się w określonym miejscu.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowane stanowisko dydaktyczne pozwala na tworzenie zróżnicowanych algorytmów sterowania, od najprostszych (sterowanie silnikiem bez samo podtrzymania, sterowanie silnikiem z samo podtrzymaniem, sterowanie silnikiem z samo podtrzymaniem oraz z rozruchem automatycznym: gwiazda trójkąt) do zaawansowanych (sterowanie taśmociągiem z możliwością ingerencji operatora z zastosowaniem panelu operatorskiego korzystając z interfejsu komunikacyjnego). Przedstawiony układ stanowi dobrą bazę do praktycznej nauki w zakresie podstaw automatyki z wykorzystaniem urządzeń programowalnych.

BIBLIOGRAFIA

1. LG Programmable Logic Controller KGL for Windows [Master – K Series]. User's manual. LG Industrial Systems, Seoul, Korea 2003
2. LG Programmable Monitoring Unit XGT. User's manual. LG Industrial Systems, Seoul, Korea 2003
3. Micromaster Vector Midimaster Vector. Operating Instructions. Siemens plc 1999
4. Programmable Logic Controller Master K – 120S. User's manual. LG Industrial Systems, Seoul, Korea 2003
5. Simatic S7 – 1200. Pierwsze kroki z S7 – 1200 – Podręcznik. Siemens Sektor Industry, Warszawa 2011
6. Simatic STEP7. Podstawy programowania w STEP7. Siemens Sektor Industry IA AS, Warszawa 2010

EXAMPLES OF THE APPLICATION OF PLC IN THE MODELING OF ENERGY-SAVING CONTROL SYSTEMS

Abstract

This paper presents the energy saving control system conveyor control application examples. To make the position of a PLC LG Master K-120 S, the operator terminal XGT LG and Siemens frequency converter. The position may be used to simulate the control systems used in the industry. Using the configuration of the devices shown in the paper, the laboratory students acquire skills to design elements lines. In the presented system for communication between devices uses an RS – 485.

Autorzy:

Mgr inż. Artur NOWOCIEŃ – Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Transportu i Elektrotechniki, 26-600 Radom, ul. Malczewskiego 29, e-mail: arturnowocien@elektronik.edu.pl

Mgr inż. Marcin MAKOWSKI – Zespół Szkół Elektronicznych im. Bohaterów Westerplatte w Radomiu

Dr inż. Daniel PIETRUSZCZAK – Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Transportu i Elektrotechniki, 26-600 Radom, ul. Malczewskiego 29, e-mail: d.pietruszczak@uthrad.pl