

Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej



Arkadiusz Mikołajczak  
Nr albumu: 227237  
Automatyka i robotyka spec. Systemy mikroprocesorowe

**Stanowisko dydaktyczne  
ze sterownikiem PLC  
typu MicroLogix 1400**

Praca inżynierska napisana pod kierunkiem  
dr inż. K. Karwowskiego  
w pracowni Komputerowych Systemów Sterowania  
i Układów Napędowych

Pracę przyjmuję i akceptuję

Potwierdzam złożenie pracy dyplomowej

.....  
*data i podpis opiekuna pracy*

.....  
*data i podpis pracownika dziekanatu*

Toruń 2012

*UMK zastrzega sobie prawo własności niniejszej pracy inżynierskiej w celu udostępniania dla potrzeb działalności naukowo-badawczej lub dydaktycznej*

## Spis treści

1. Wstęp.....	4
1.1.Cel pracy.....	6
2. Sterowniki PLC.....	7
2.1. Historia sterowników klasy PLC i PAC .....	9
2.2. Charakterystyka sterowników należących do rodziny MicroLogix...	11
3. Sterowniki MicroLogix 1400.....	16
3.1. Budowa i parametry modelu 1766-L32BXB.....	20
3.2. Zastosowanie.....	22
4. Języki programowania sterowników PLC.....	23
4.1. Języki graficzne.....	23
4.2. Języki tekstowe.....	24
5. Budowa stanowiska dydaktycznego.....	26
6. Oprogramowanie stanowiska.....	34
7. Przykładowe programy.....	42
8. Podsumowanie.....	44
9. Literatura.....	45
10. Załączniki.....	48

## 1. Wstęp

Pojawienie się na rynku programowalnych sterowników logicznych (ang. Programmable Logic Controller) można uznać za rewolucję w automatyzacji procesów technologicznych. Tradycyjne, ogromne szafy sterownicze zastąpiono niewielkimi, bardziej uniwersalnymi i zdecydowanie tańszymi rozwiązaniami opartymi o programowalne sterowniki. Zwarta budowa, niezawodność, możliwość zaprogramowania żadanego algorytmu, bezproblemowość w rozbudowie i zmniejszenie ilości zużywanej energii elektrycznej – to tylko niektóre z licznych zalet sterowników PLC.

Niniejsza praca inżynierska stanowi prezentację rodziny sterowników MicroLogix, ze szczególnym uwzględnieniem modelu 1400 1766-L32BXB. Ponadto relacjonuje przebieg tworzenia stanowiska dydaktycznego z wyżej wymienionym sterownikiem PLC i zaprogramowania go.

Pierwsza część pracy jest opisem historii rozwoju sterowników PLC i PAC, czyli drogi od prototypowych rozwiązań i pomysłów aż po stopniową dominację PLC w automatyzacji procesów technologicznych. Dalej szczegółowo omówiono rodzinę sterowników MicroLogix z uwzględnieniem jej podziału na poziomy sterowania, według którego wyróżniamy pięć typów: 1000, 1100, 1200, 1500, 1400. Przedstawiono ich najważniejsze cechy konstrukcyjne, zastosowanie, a także cechy różnicujące oraz wspólne dla całej grupy MicroLogix.

Trzeci rozdział pracy został w całości poświęcony grupie sterowników MicroLogix 1400. Szczegółowo omówiono ich budowę oraz parametry techniczne. Dalej skoncentrowano się już na modelu 1766-L32BXB, który stanowi podstawowy element opisywanego stanowiska dydaktycznego.

Rozdział czwarty stanowi kompilację informacji o językach programowania sterowników PLC. Omówiono pięć ich rodzajów, które zostały zdefiniowane w normie IEC 1131 przez Międzynarodową Komisję Elektroniki: trzy graficzne (sekwencyjny język graficzny, język schematów bloków funkcyjnych, język

schematów drabinkowych) oraz dwa tekstowe (język strukturalny i język listy instrukcji).

Rozdział piąty przybliży już bezpośrednio przebieg tworzenia stanowiska dydaktycznego. Zawiera ilustracje oraz opis jego elementów a także dokładny schemat elektryczny i wykaz użytych materiałów. Zaprezentowano szczegółowy opis budowy oraz działania panelu kontrolnego PANELVIEW PLUS COMPACT 600 2711PC-T6C20D, zasilacza CMC 25-24-1, czujnika CARLO GAVAZZI EC5525PPAP, przekaźnika Relpol R4-2014-23-1024-WT.

W rozdziale szóstym szczegółowo omówiono oprogramowanie, jakie zastosowano do tworzenia stanowiska. Skupiono się przede wszystkim na RSLinx, za pomocą którego skonfigurowano zespolone urządzenia (sterownik i panel operatorski) oraz na programie RSLogix 500 (służący do zaprogramowania sterownika PLC). Ponadto omówiono program FactoryTalk View Studio, który będzie służył do tworzenia tzw. interfejsu użytkownika, który będzie wyświetlany na panelu operatorskim.

Ostatni merytoryczny rozdział pracy zawiera przykładowe programy dydaktyczne stanowiska.

## 1.1. Cel pracy

Celem pracy jest zaprojektowanie, zbudowanie, uruchomienie i opracowanie programów dydaktycznych stanowiska złożonego z:

- sterownika PLC MicroLogix 1400 1766-L32BXB,
- panelu operatorskiego PANELVIEW PLUS COMPACT 600 2711PC-T6C20D,
- komputera klasy PC,
- zasilacza CMC 25-24-1,
- przełącznika 1783-US08T,
- czujnika CARLO GAVAZZI EC5525PPAP
- przekaźnika Relpol R4-2014-23-1024-WT,
- zawartych w jednej obudowie 8 przełączników i 8 diod świecących.

Stanowisko to ma służyć do celów dydaktycznych. Zostanie ono umieszczone w Pracowni Komputerowych Systemów Sterowania i Układów Napędowych w Studium Politechnicznym UMK w Toruniu.

## 2. Sterowniki PLC

Gwałtowny rozwój współczesnego przemysłu, który dotyczy przede wszystkim sprostania coraz wyższym wymaganiom jakościowym produktów oraz minimalizacji kosztów samego wytwarzania jest możliwy dzięki niemalże już całkowitej automatyzacji wszystkich następujących obszarów: od sterowania procesami produkcyjnymi, przez projektowanie i zarządzanie produkcją, aż po zarządzanie przedsiębiorstwem.

Do automatyzacji wszystkich procesów produkcyjnych (zawiera się w tym zarówno sterowanie analogowe, jak i dyskretne) stosuje się sterowniki PLC (ang. Programmable logic controllers). Są to obecnie najbardziej powszechne urządzenia stosowane w automatyzacji procesów przemysłowych.

Norma PN – IEC 1131 (wprowadzona już w 1992 roku w Unii Europejskiej) jako oficjalną definicję sterownika programowalnego podaje [1]:

*Sterownik programowalny (PC) to cyfrowy system elektroniczny przeznaczony do stosowania w środowisku przemysłowym, który posługuje się pamięcią programowalną do wewnętrznego przechowywania zorientowanych na użytkownika instrukcji do implementowania specyficznych funkcji: logicznych, sekwencyjnych, taktujących, zliczających i arytmetycznych w celu sterowania przez cyfrowe lub analogowe wejścia i wyjścia szeroką gamą maszyn i procesów. Zarówno PLC, jak i związane z nim urządzenia peryferyjne są przeznaczone do łatwego połączenia w przemysłowy system sterowania i w prosty sposób spełniają funkcje przewidywane dla nich. .*

Powyższa definicja jednoznacznie określa, że sterownik programowalny to nic innego jak cyfrowy układ elektroniczny – co w praktyce okazuje się tożsame z pojęciem układu mikroprocesorowego. Obok nieco ogólnej definicji sterownika programowalnego norma określa dodatkowo pojęcie systemu sterownika programowalnego (tzw. system PC) [1]:

*System sterownika programowalnego (system PC) to konfiguracja zestawiana przez użytkownika, składająca się ze sterownika programowalnego i związanych z nim urządzeń peryferyjnych, która jest niezbędna do przewidywanego, zautomatyzowanego systemu. Składa się ona z jednostek wzajemnie połączonych za*

*pomocą kabli, łączówek w instalacji stałej, a za pomocą kabli lub innych środków w przypadku przenośnych i niestacjonarnych urządzeń peryferyjnych.*

Sterowniki programowalne gromadzą i transmitują dane wejściowe a także generują sygnały sterujące ( uprzednio wykonując programy aplikacyjne na podstawie przyjętych parametrów). Obecnie producenci kładą nacisk głównie na: rozwój możliwości pracy tych urządzeń w sieciach (zarówno przemysłowych, jak i ogólnych, np. Internet), oraz na rozwój metod i technik programowania tychże sterowników.

Główną cechą charakterystyczną sterowników programowalnych jest to, że ich sposób działania każdorazowo określa algorytm tworzony przez projektanta układu sterowania specjalnie do realizacji danego, konkretnego działania (aplikacji). Taki algorytm zostaje zapisany jako program użytkowy. Oczywiście uwzględnia on możliwości funkcjonalne i sprzętowe sterownika zawarte w oprogramowaniu systemowym.

Przywoływana wcześniej norma definiuje pojęcie programu użytkowego w następujący sposób [1]:

*Program użytkowy to logiczne połączenia wszystkich elementów i konstrukcji języka programowania, niezbędnych do planowego przetwarzania sygnału wymaganego do sterowania procesy, maszyny, lub maszyną przez system PC. (...)  
Jest to seria rozkazów, które periodycznie wykonywane czy też sterowane przerwaniami określają działanie procesu lub maszyny.*



## **2.1. Historia sterowników PLC i PAC [2]**

Gwałtowny rozwój współczesnej elektroniki – z naciskiem na mikroelektronikę – radykalnie wpłynął na rozwój automatyki przemysłowej. Industrializacja i postęp techniczny w drugiej połowie XX wieku w USA spowodowały, że w 1968 roku narodziła się idea opracowania urządzenia przeznaczonego do sterowania procesami dyskretnymi. Według pierwszych założeń taki układ sterujący powinien być tani, prosty w montażu i elastyczny w programowaniu. Plany te zaowocowały w 1969 roku opracowaniem pierwszego, prototypowego sterownika programowalnego, który dysponował pamięcią o pojemności 1kB oraz obsługującego do 128 wejść i wyjść.

Jak podaje w swojej pracy B. Broel – Plater, szacuje się, że już w roku 1973 w Stanach Zjednoczonych na rynku przemysłu elektronicznego znaleźć można było już ponad 300 rodzajów sterowników PLC.

W roku 1974 sterowniki programowalne dysponowały już wieloma nowymi funkcjami. Wprowadzono do nich liczniki, specjalistyczne układy odliczające upływ czasu (nazywane potocznie tajmerami lub po prostu zegarami), oraz możliwość wykonywania obliczeń – operacji arytmetycznych.

Gwałtowny rozwój mikrokontrolerów dotyczył oczywiście nie tylko Stanów Zjednoczonych, ale także Europy. Na przykład w Niemieckiej Republice Federalnej w 1976 roku na stałe w przemyśle zainstalowane było przeszło 1000 sterowników, które pochodziły aż od 43 różnych producentów.

W roku 1977 powstał pierwszy, zasługujący na swoje miano sterownik programowalny. Stworzyła go amerykańska firma Allen – Bradley Corporation wykorzystując system mikroprocesorowy INTEL 8080. Kolejnym, oczywistym krokiem w rozwoju prezentowanej technologii było zastosowanie w systemie sterownika inteligentnych modułów obiektowych, wprowadzenie funkcji komunikacyjnych i zastosowanie typowych mikrokomputerów.

Lata 80 XX wieku to już czas, kiedy to sterowniki programowalne zaczęły być powszechnie stosowane. Zaczęto stosować układy sterowania wykorzystujące całe sieci sterowników, programy wizualizacyjne i rozproszone hierarchicznie układy sterowania.

Polska w kwestii wdrażania technologii mikroprocesorowej do przemysłu nie pozostała w tyle za innymi krajami. Już pod koniec lat siedemdziesiątych sprawnie funkcjonowało kilkaset zestawów sterowników. Były one albo jako integralne części sprowadzone wraz z importowanymi maszynami, albo specjalnie zakupione dla obiektów tworzonych w Polsce. W roku 1977 Zakłady Automatyki Przemysłowej MERA ZAP z siedzibą w Ostrowie Wielkopolskim wyprodukowały pierwsze polskie sterowniki PLC. Nosiły one nazwę INTELSTER PC4K i były produkowane na licencji zachodnioniemieckiej firmy PILZ GmbH.

Współcześnie procesy sterowania wykorzystują ogromne ilości sygnałów i danych. Takie zastosowania jak szybka produkcja, monitoring pracy maszyn w czasie rzeczywistym czy sterowanie złożonymi procesami wymagają bardziej zaawansowanego przetwarzania danych. Sterowniki PLC zostają tym samym zastępowane przez sterowniki PAC, które stanowią zdecydowanie wydajniejszą platformę dla automatyzacji.

## 2.2. Charakterystyka sterowników należących do rodziny MicroLogix

Niniejszy rozdział podzielono na cztery części, a każda z nich będzie opisywała inne typy sterowników PLC z rodziny MicroLogix ( kolejno typy: 1000, 1100, 1200, 1500). Sterownikom MicroLogix 1400, jako głównemu tematowi tej pracy inżynierskiej, zostanie poświęcony oddzielny rozdział.

### Sterowniki:

#### MicroLogix 1000 [9]

Sterowniki MicroLogix 1000 posiadają wbudowaną pamięć o wielkości 1kB, która może zostać przeznaczona na program i dane (czyli np. bity, słowa, liczniki). Procesor w tym sterownikach jest wyjątkowo szybki – pozwala np. na uzyskanie czasu przetwarzania 1,5ms dla programu o długości 500 instrukcji. Oddzielne styki masy dla wejść i wyjść umożliwiają podłączenie do sterownika urządzeń w układzie ujęcia (NPN) lub źródła (PNP), oraz zapewniają indywidualną izolację w aplikacjach sterowania, w których może wystąpić kilka różnych napięć. MicroLogix 1000 mają wbudowane zależnie od modelu od 4 do 12 wyjść typu przekaźnikowego. Sterownik posiada także wbudowany port komunikacyjny RS – 232. Dzięki temu można łatwo podłączyć komputer w celu np. programowania, pobierania czy chociażby monitorowania programu. Do niewątpliwych zalet prezentowanych sterowników należy także zapewniona możliwość komunikacji peer – to – peer, która pozwala na podłączenie do 32 sterowników w sieci DH – 485. Istotnym jest także fakt, iż MicroLogix 1000 ma wbudowany dość szybki licznik (6,6 kHz). Na rysunku 1 przedstawiono widok sterownika, umieszczonego na szynie DIN.



Rys. 1. Sterownik MicroLogix 1000

## MicroLogix 1100 [10]

Kolejną grupą sterowników jest MicroLogix 1100. Pamięć tych sterowników to 8kB, z czego połowa przeznaczana jest dla programu użytkownika a połowa dla danych. Urządzenia posiadają przełącznik trybu pracy, dwa wbudowane wejścia analogowe, cztery szybkie wejścia które mogą być stosowane jako zatraskowe, dwa szybkie wyjścia, zegar czasu rzeczywistego, wbudowany ekran LCD, dwa cyfrowe potencjometry, przycisk przełączania parametrów portu kanału 0, a także dodatkowy moduł pamięci służący do wykonania kopii zapasowej, przesyłania lub przenoszenia programu. Ponadto warto dodać, że sterowniki te obsługują arytmetykę 32 – bitową ze znakiem oraz dane zmiennoprzecinkowe oraz całkowite 32 – bitowe. Rodzina MicroLogix 1100 obejmuje 3 modele. Różnice pomiędzy nimi (dotyczące wejść/wyjść i typów zasilania) ilustruje tabela 1:

Nr katalogowy	Charakterystyka
1763 – L16AWA	10 wejść dyskretnych 110VAC, 2 wejścia analogowe 0 – 10V, 6 wyjść przekaźnikowych (izolowane), zasilanie 110/220VAC.
1763 – L16BWA	10 wejść dyskretnych 24VDC (4 wejścia mogą być typu HSC 20kHz), 2 wejścia analogowe 0 – 10V, 6 wyjść przekaźnikowych (izolowane), zasilanie 24VDC.
1763 – L16BBB	10 wejść dyskretnych 24VDC (4 wejścia mogą być typu HSC 20kHz), 2 wejścia analogowe 0 – 10V, 6 wyjść dyskretnych 24VDC (2 wyjścia mogą być typu PTO lub PWM). Zasilanie 24VDC.

*Tabela 1. Modele sterowników MicroLogix 1100*

Rysunek 2 przedstawia model sterownika MicroLogix 1100.



*Rys. 2. Sterownik MicroLogix 1100*

### MicroLogix 1200 [11]

Następnym kontrolerem z prezentowanej grupy jest MicroLogix 1200. Sterowniki należące do tej grupy posiadają on dużą pamięć przeznaczoną do obsługi różnych aplikacji (6kB z czego 4kB dla programu i 2kB dla danych). Podobnie jak MicroLogix 1100 obsługują dane zmiennoprzecinkowe, całkowite 32 – bitowe oraz arytmetykę 32 – bitową ze znakiem. Do kolejnych zalet tych PLC należą dwa wbudowane analogowe potencjometry, przycisk przełączania parametrów między ustawieniami fabrycznymi a skonfigurowanymi przez użytkownika, dodatkowy port programowania oraz dodatkowy moduł pamięci do wykonywania zewnętrznej kopii zapasowej, przesyłania lub przenoszenia programu. Identycznie jak w MicroLogix 1000 dostępne są bardzo zaawansowane opcje komunikacji: obsługa sieci peer – to – peer, protokołów DF1 Full – Duplex, DF1 Half – Duplex Slave, DH – 485, DeviceNet, EtherNet/IP, a nawet DF1 Half – Duplex Master, DF1 Radio Modem oraz komunikacji SCADA/RT. Na rysunku 3 pokazano widok sterownika MicroLogix 1200.



Rys. 3. Sterownik MicroLogix 1200

Tabela 2 prezentuje konkretne modele należące do rodziny MicroLogix 1200 wraz z konfiguracją wejść/wyjść.

Numer katalogowy	Zasilanie	Wejścia	Wyjścia	Szybkie wejścia/wyjścia
1762 – L24AWA	110/220 VAC	14 (110VAC)	10 (przełącznik)	
1762 – L40AWA	110/220 VAC	24 (110VAC)	16 (przełącznik)	
1762 – L24BWA	24VDC	10 (standardowe 24 VDC) 4 (szybkie 24 VDC)	10 (przełącznik)	
1762 – L40BWA	24VDC	20 (standardowe 24 VDC) 4 (szybkie 24 VDC)	16 (przełącznik)	4 wejścia 20 kHz
1762 – L24BXB	24VDC	10 (standardowe 24 VDC) 4 (szybkie 24 VDC)	5 (przełącznik), 4 standardowy FET, 1 szybki FET	4 wejścia 20 kHz 1 wyjście 20 kHz
1762 – L40BXB	24VDC	20 (standardowe 24 VDC) 4 (szybkie 24 VDC)	8 (przełącznik), 7 standardowy FET, 1 szybki FET	4 wejścia 20 kHz 1 wyjście 20 kHz

*Tabela 2. Modele sterowników MicroLogix 1200*

### **MicroLogix 1500 [12]**

Rozpatrując sterowniki PLC MicroLogix 1500 pod względem pamięci wyróżniamy dwa typy: 1764 – LSP, który posiada 7kB pamięci (3kB dla programu i 4 kB dla danych), oraz 1764 – LRP z aż 14 kB pamięci (10 kB dla programu i 4 kB dla danych). Architektura sterownika MicroLogix 1500 to innowacyjna, dwuczęściowa konstrukcja o niewielkich gabarytach. Procesor i jednostki bazowe mogą być wymieniane, co pozwala na optymalne wykorzystanie wbudowanych wejść/wyjść, pamięci oraz możliwości komunikacyjnych przy minimalizacji kosztów magazynowania części zamiennych, co jest wyjątkowo ekonomicznym rozwiązaniem. Kontrolery z tej grupy posiadają aż 8 szybkich wejść (które oczywiście indywidualnie można stosować jako wejścia zatraskowe), 2 szybkie wyjścia, które mogą być konfigurowalne jako wyjścia typu PTO lub PWM, pamięć na receptury dostępną z poziomu programowania drabinkowego (nawet do 48kb), opcjonalny port komunikacji RS – 232 kanału 1, przełącznik trybu pracy Run/Remote/Program, baterię

do podtrzymania pamięci i danych, dodatkowe narzędzie dostępu do danych, które pozwala użytkownikowi zmieniać wartości bitowe i słowa, chroni je oraz umożliwia np. tylko ich odczyt. Istotnym faktem konstrukcyjnym jest także to, że sterowniki te posiadają wyjmowane listwy zaciskowe we wszystkich modułach (także wejścia i wyjścia), które są rozwiązaniem bardzo funkcjonalnym, gdyż ułatwiają okablowanie. MicroLogix 1500 możemy rozbudować aż o 16 dodatkowych modułów wejścia i wyjścia, które będą wykorzystywały dodatkowy bank rozszerzeń i dodatkowe źródło zasilania. Na rysunku 4 pokazano sterownik MicroLogix 1500.



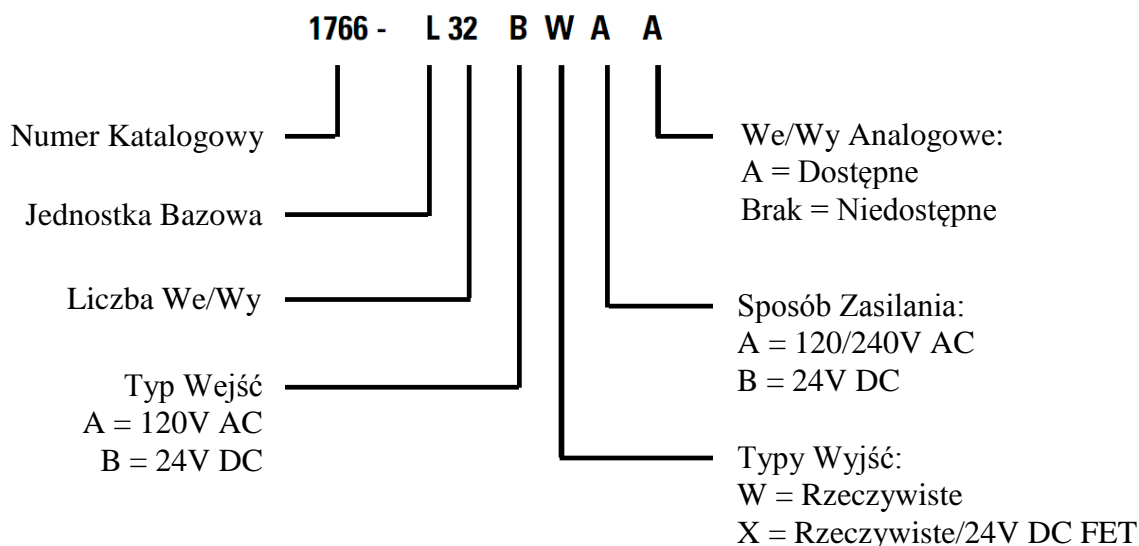
*Rys. 4. Sterownik MicroLogix 1500*

### 3. Sterowniki MicroLogix 1400 [13]

Na rodzinę MicroLogix 1400 składa się 6 modeli:

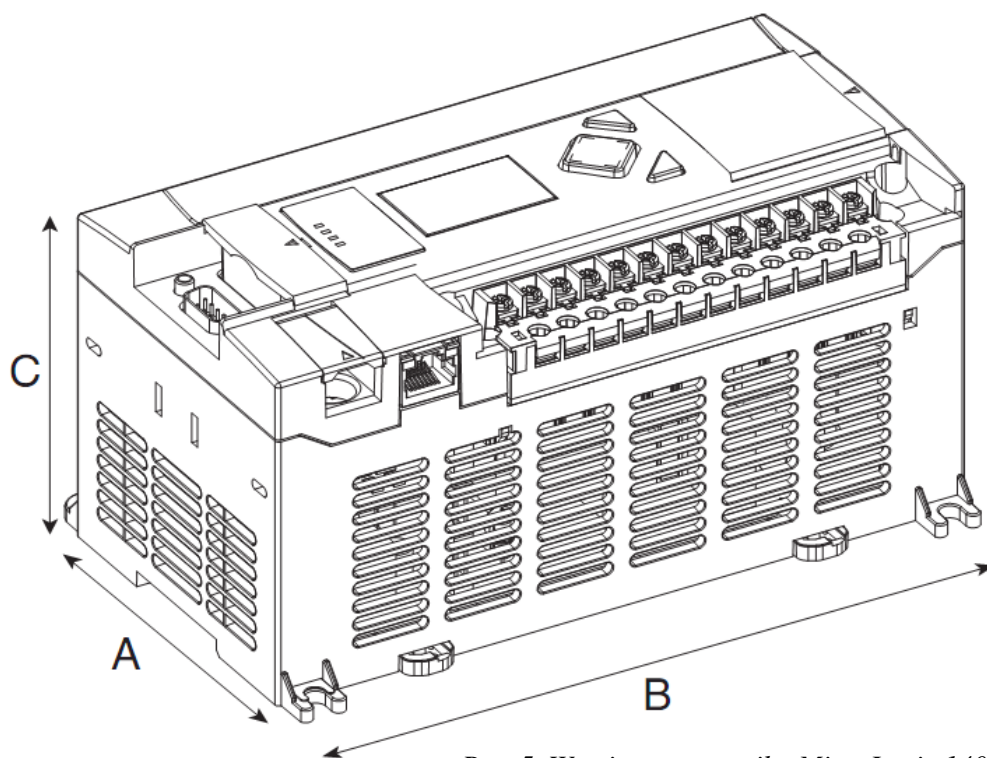
- 1766-L32BWA
- 1766-L32AWA
- 1766-L32BXB
- 1766-L32BWAA
- 1766-L32AWAA
- 1766-L32BXBA

Poniższy schemat prezentuje sposób odczytu informacji zawartych w tychże nazwach:



Rodzina 1400 stanowi najnowszą, a co za tym idzie najnowocześniejszą klasę wśród wszystkich sterowników MicroLogix. Oferuje ona zarówno możliwości, które zapewniał model MicroLogix 1100, takie jak dostęp do sieci EtherNet/IP, edycja online, wbudowany wyświetlacz LCD, jak i funkcje dodatkowe: większą liczbę WE/WY, szybszy licznik HSC/PTO i bardziej zaawansowane możliwości sieciowe. Wygląd zewnętrzny oraz wymiary prezentuje rysunek 5.





Rys. 5. Wymiary sterownika MicroLogix 1400

Wymiary :

A- 90mm

B- 180mm

C- 87mm

Wbudowano w nich 6 szybkich liczników, o prędkości do 100 kHz (w sterownikach z wejściami stałoprądowymi). Wszystkie modele zawierają 2 porty szeregowe obsługujące protokoły DF1/ DH485/Modbus RTU/DNP3/ASCII, port Ethernet (który umożliwia komunikację równorzędną (peer – to- peer), wyświetlacz LCD do odczytywania stanów wejść/ wyjść. Podświetlany wyświetlacz to także ułatwiona możliwość konfiguracji sieci Ethernet, wyświetlanie wartości zmiennoprzecinkowych konfigurowanych przez użytkownika, wyświetlanie logo producenta przy uruchomieniu oraz odczyt i zapis wszelkich zmiennych w pliku tabeli danych.

Trzy wbudowane porty komunikacyjne zapewniają wyjątkowe możliwości. Do sterownika MicroLogix 1400 dodano też izolowany port RS232C/RS485 typu combo, nieizolowany port RS232C oraz port RJ-45 EtherNet/IP 10/100 Mbit/s do komunikacji równorzędnej (peer-to-peer). Rysunek 6 przedstawia jeden z modeli należących do prezentowanej rodziny:



Zestawienie wszystkich istotnych cech rodziny sterowników MicroLogix 1400 obrazuje tabela 3, zaczerpnięta z dokumentacji technicznej:

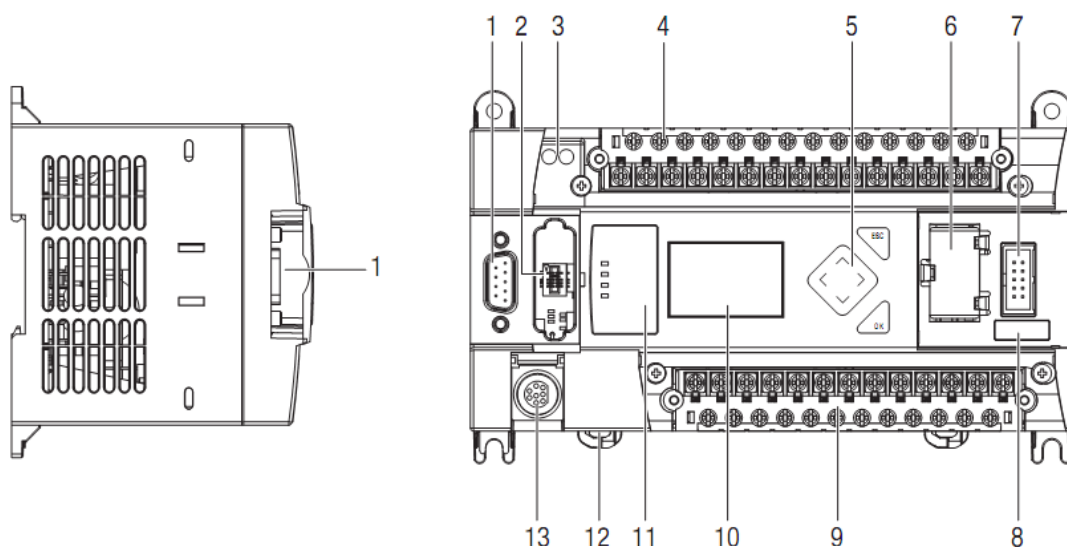
<b>Model</b>	<b>1766-L32BWA</b>	<b>1766-L32AWA</b>	<b>1766-L32BXB</b>	<b>1766-L32BWAA</b>	<b>1766-L32AWAA</b>	<b>1766-L32BXA</b>
Zasilanie	120/240 VAC		24 VDC	120/240 VAC		24 VDC
Pamięć	RAM nieulotna, podtrzymywana bateryjnie 10k / 10k z możliwością konfiguracji					
Program użytkownika/Przestrzeń danych użytkownika	128k (bez receipt) / do 64k (odejmowane od pamięci rejestracji danych)					
Rejestracja danych/Receptury	Tak					
Podtrzymywanie baterijne	Tak					
Moduł pamięci kopii zapasowej	Tak					
Wjęcia cyfrowe	(12) Szybkie 24 VDC (8) Normalne 24 VDC	(20) 120 VAC	(12) Szybkie 24 VDC (8) Normalne 24 VDC	(12) Szybkie 24 VDC (8) Normalne 24 VDC	(20) 120 VAC	(12) Szybkie 24 VDC (8) Normalne 24 VDC
Wjęcia cyfrowe	(12) Przekaznikowe Przekaznikowe	(12) Przekaznikowe	(6) Przekaznikowe (3) Szybkie stałoprądowe (3) Normalne stałoprądowe	(12) Przekaznikowe	(12) Przekaznikowe	(6) Przekaznikowe (3) Szybkie stałoprądowe (3) Normalne stałoprądowe
Wjęcia/Wyjścia analogowe	Brak					(4) Wjęcia napięciowe / (2) Wyjścia napięciowe
Porty szeregowo	(1) RS232C/RS485, (1) RS232C					
Protokoły szeregowo	DF1 Full Duplex, DF1 Half Duplex Master/Slave, DF1 Radio Modem, DH-485, Modbus RTU Master/Slave, ASCII, DNP 3 Slave					
Porty Ethernet	(1) Port EtherNet/IP 10/100					
Protokoły Ethernet	Tylko komunikaty w EtherNet/IP					
Potencjometri	2 cyfrowe					
Szybkie wejścia	Do 6 kanałów przy 100 kHz	nd.	Do 6 kanałów przy 100 kHz	Do 6 kanałów przy 100 kHz	nd.	Do 6 kanałów przy 100 kHz
Zegar czasu rzeczywistego	Tak, wbudowany					
Regulacja PID	Tak (ograniczenia pamięci pętli i stosu)					
PWM /PTO	nd.	3-kanałowy licznik PTO (100kHz) \ PWM (40kHz)	nd.	nd.	3-kanałowy licznik PTO (100kHz) \ PWM (40kHz)	Przez wbudowany licznik PTO
Sterowanie serwonapędem (dwie osie)	nd.	Przez wbudowany licznik PTO	nd.	nd.	Przez wbudowany licznik PTO	
Wbudowany wyświetlacz LCD	Tak					
Matematyka przeciwności	Tak					
Edycja online	Tak					
Temperatura pracy	od -20°C do +60°C					
Temperatura przechowywania	od -40°C (lub -30°C) do +85°C					

### 3.1. Budowa i parametry modelu 1766-L32BXX [14]

Głównym elementem tworzonego stanowiska dydaktycznego jest sterownik należący do opisanej powyżej rodziny MicroLogix 1400. Model 1766 – L32 BXB to klasyczny przedstawiciel tejże rodziny. Zawiera on wszelkie elementy charakterystyczne dla tej klasy sterowników. Dokładny schemat budowy tego sterownika prezentują rysunek 7 oraz tabela 4:

*Widok z lewej strony:*

*Widok z przodu:*

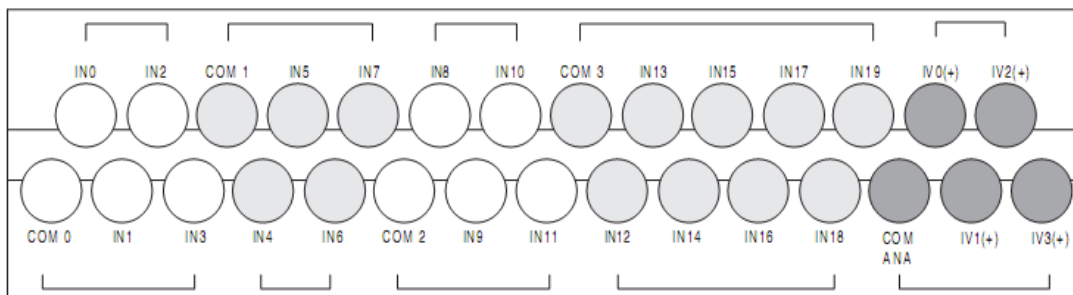


*Rys. 7. Schemat budowy sterownika MicroLogix 1400*

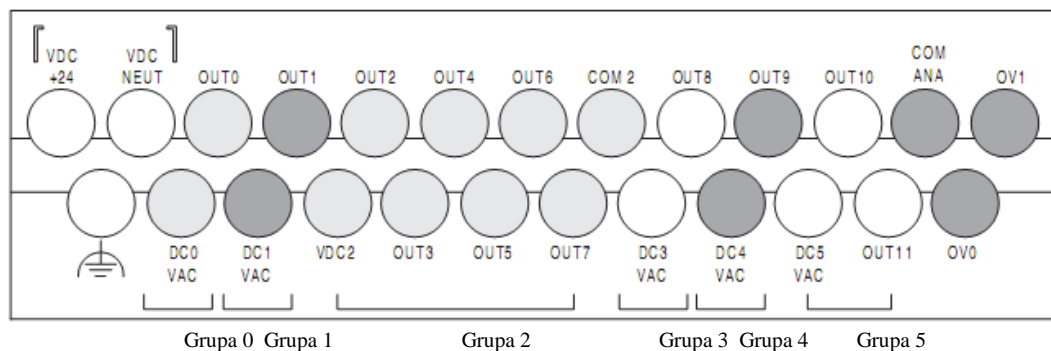
Nr	Opis
1	Port COM 2-9-pin D-shell RS-232C
2	Moduł pamięci
3	Zasilanie 24V(tylko dla modeli 1766-L32BWA i 1766-L32BWAA)
4	Wejścia
5	Przyciski interfejsu użytkownika
6	Battery compartment
7	1762 expansion bus connector
8	Battery connector
9	Wyjścia
10	Wyświetlacz LCD
11	Panel wskaźników LED
12	Port Ethernet – RJ45
13	Port COM 0-8-pin mini DIN RS-232C/RS-485

*Tabela 4. Elementy sterownika MicroLogix 1400 model 1766 – L32 BXB*

Rysunki 8 i 9 oraz tabela 5 prezentują szczegółowy układ wejść/wyjść, charakterystyczny dla sterownika MicroLogix 1400 modelu 1766-L32BXB.



Rys. 8. Schemat wejść



Rys. 9. Schemat wyjść

Grupy wyjść sterownika 1766-L32BXB			
Grupa	Opis wyjść	Wejścia zasilające	Wyjścia
Grupa 0	Przełącznikowe	VAC/DC0	OUT 0
Grupa 1	Przełącznikowe	VAC/DC1	OUT 1
Grupa 2	Tranzystorowe	VAC/COM 2	OUT 2...7
Grupa 3	Przełącznikowe	VAC/DC3	OUT 8
Grupa 4	Przełącznikowe	VAC/DC4	OUT 9
Grupa 5	Przełącznikowe	VAC/DC5	OUT 10, OUT 11

Tabela 5. Grupy wyjść sterownika 1766 – L32BXB

### 3.2. Zastosowanie

Obecnie sterowniki PLC są potrzebne w niemalże wszystkich dziedzinach przemysłu. Maszyny, transport, montaż i pakowanie, automatyka budynków, monitoring, unowocześnianie produkcji w branży spożywczej, przemysł farmaceutyczny, rozwój maszyn typowo komercyjnych... Taką listę można rozszerzać bez końca. Istotną rolę w rozwoju automatyki przemysłowej odgrywa biznes i ściśle z nim związane kwestie komercyjne i finansowe. Na dowód tego przytoczę fragment rozmowy z Hedwigiem Maes, dyrektorem sprzedaży w firmie Rockwell Automation w Europie:

*W Europie wydzieliłbym trzy obszary, które związane są z różnymi rynkami, jeżeli chodzi o automatykę i przemysł. Pierwszy obejmuje rynki dojrzałe, często utożsamiane z krajami Europy Zachodniej, drugi to obszar centralny i należy do niego m.in. Polska. Nie określałbym tego rynku mianem wschodzącego, gdyż proces ten ma on już za sobą. Rynki wschodzące to natomiast trzeci z obszarów, do którego zaliczyłbym Rosję, Ukrainę, kraje Środkowego Wschodu oraz Afryki.*

*Europa Środkowa stanowi dla nas rynek o dużych możliwościach rozwoju i obserwujemy w tym regionie rosnącą aktywność produkcyjną. Wiele osób uważa, że warto tutaj inwestować ze względu na niskie koszty pracy i wytwarzania towarów, co nie jest moim zdaniem główną motywacją do rozwijania biznesu w regionie.*

*Istnieją jednak pewne obszary, które są dla nas krytyczne – należą do nich informacja, komunikacja, sterowanie i energia. Konsekwentnie rozwijamy te cztery dziedziny i w każdej z nich odbywa się to również poprzez akwizycje oraz współpracę z innymi firmami.[15]*

Automatyzacja maszyn za pomocą sterowników logicznych jest niewątpliwie jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi przemysłu. Dużą konkurencją dla rozwiązań PLC jest technologia PAC (ang. Programmable Automation Controller – programowalny sterownik automatyki). Wciąż jednak na korzyść tych pierwszych przemawiają kwestie finansowe.

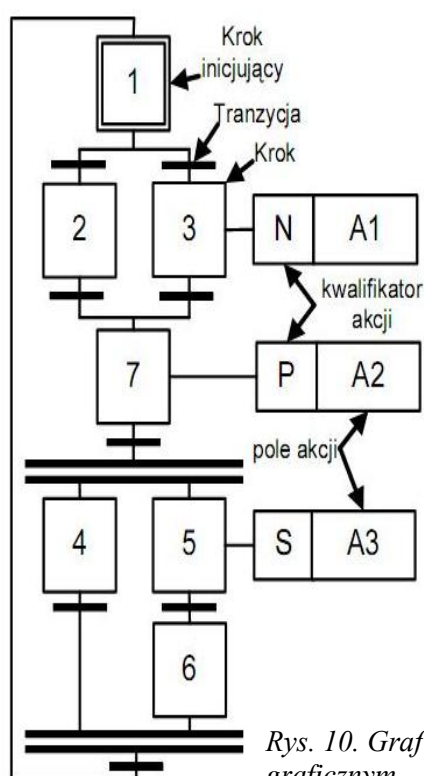
## 4. Języki programowania sterowników PLC[16]

Przełom dotyczący języków programowania sterowników logicznych nastąpił w 1993 roku, kiedy to wydano trzecią część normy IEC 1131, która ściśle określała i definiowała te właśnie języki. W normie tej opisano składnię i semantykę ujednoliconego zestawu języków programowania sterowników PLC. Wprowadzono prosty podział: wyróżniono trzy języki graficzne oraz dwa języki tekstowe.

### 4.1. Języki graficzne

#### Sekwencyjny język graficzny (SFC, ang. Sequential Function Chart)

Określa się go jako podstawowy język, gdyż opisuje on operacje wykorzystując przy tym prostą reprezentację graficzną dla poszczególnych kroków procesu i warunków (tranzycji). Wykorzystuje on metody opisu automatów sekwencyjnych do których zalicza się tzw. graf przejść oraz tablice stanów (liczba kolumn rośnie wykładniczo wraz ze wzrostem liczby wejść). Język ten jest odpowiednikiem języka Grafcet. Stanowi narzędzie integracji systemu sterowania, umożliwia bowiem tworzenie wewnętrznej struktury oprogramowania sterownika. Zapis algorytmu zapewnia jego sekwencyjne, a nie cykliczne wykonywanie. Na rysunku 10 przedstawiono przykładowy graf SFC.



Rys. 10. Graf w sekwencyjnym języku graficznym

### **Język schematów bloków funkcyjnych (FBD, ang. Function Block Diagram)**

Język ten jest odpowiednikiem języka schematów logicznych, stosowanych do opisu układów cyfrowych realizowanych w technice półprzewodnikowej z użyciem np. bramek logicznych, przerzutników czy liczników. Realizacja programu w tym języku jest oparta na przepływie sygnału: wykorzystuje on gotowe już bloki funkcyjne lub procedury, które zawarte zostały w bibliotekach. Tworzenie konkretnej aplikacji w tym języku polega na swoistym wyborze odpowiedniego bloku funkcyjnego i umieszczeniu go w odpowiednim miejscu obwodu. Funkcje te widziane są w edytorze programu jako prostokąty z opisanymi zmiennymi wyjściowymi i wejściowymi.

### **Język logiki drabinkowej (LD, ang. Ladder Diagram)**

Język ten jest klasycznym odpowiednikiem języka schematów przekaźnikowych używanego do opisu stykowo – przekaźnikowych układów sterowania. Za jego pomocą możliwe jest zapisywanie wyjść przekaźnikowych, funkcji arytmetycznych i logicznych, porównań i relacji oraz bloków funkcjonalnych. Język ten używa standardowych symboli graficznych, które umieszcza się w obwodach w sposób podobny do szczebli w schematach drabinkowych. LD pozwala budować zależności logiczne z wykorzystaniem graficznej reprezentacji wyrażeń złożonych ze styków i cewek. Program napisany w języku logiki drabinkowej reprezentuje po prostu sekwencję obwodów, które ma wykonać sterownik PLC. Program jest wykonywany od góry do dołu, zgodnie z kolejnością występowania poszczególnych szczebli.

## **4.2. Języki tekstowe**

### **Język tekstu strukturalnego (ST, ang. Structured Text)**

Jest odpowiednikiem języka typu algorytmicznego wysokiego poziomu. Przeznaczony głównie do opisu złożonych wyrażeń, których nie można zrealizować w językach graficznych (lub jest to bardzo utrudnione). Używa się go przede wszystkim do opisywania akcji w poszczególnych krokach i warunkach struktur wyrażonych w językach SFC i FC. Składa się z poleceń i wyrażeń. W tabeli 6 wymieniono operatory języka ST.



Nr	Symbol	Operacja
1	(wyrażenie)	Nawiasy
2	nazwa (lista argumentów)	Obliczenie wartości funkcji
3	**	Potęgowanie
4	-	Wartość przeciwna
5	NOT	Negacja logiczna
6	*	Mnożenie
7	/	Dzielenie
8	MOD	Reszta z dzielenia
9	+	Dodawanie
10	-	Odejmowanie
11	<, >, <=, >=	Porównywanie
12	=	Równość
13	<>	Nierówność
14	&	Iloczyn logiczny
15	AND	
16	XOR	Suma logiczna modulo 2
17	OR	Suma logiczna

*Tabela 6. Operatory języka ST*

### Język listy instrukcji (IL, ang. Instruction List)

Odpowiada językowi typu assembler. Zbiór instrukcji tego języka zawiera operacje logiczne, arytmetyczne, porównań i relacji, oraz funkcje timerów, liczników, przerzutników itp. Każda z sekwencji instrukcji zapisywana jest od nowego wiersza i zawiera zwykle nazwę operatora oraz ewentualne modyfikatory, a także jeden lub kilka operandów. Przykładową sekwencję instrukcji zawarto w tabeli 7.

Etykieta	Operator	Operand	Komentarz
START:	LD	%IX1	(* PRZYCISK *)
	ANDN	%MX5	(* NIE WSTRZYMANY *)
	ST	%QX2	(* ZAŁĄCZ *)

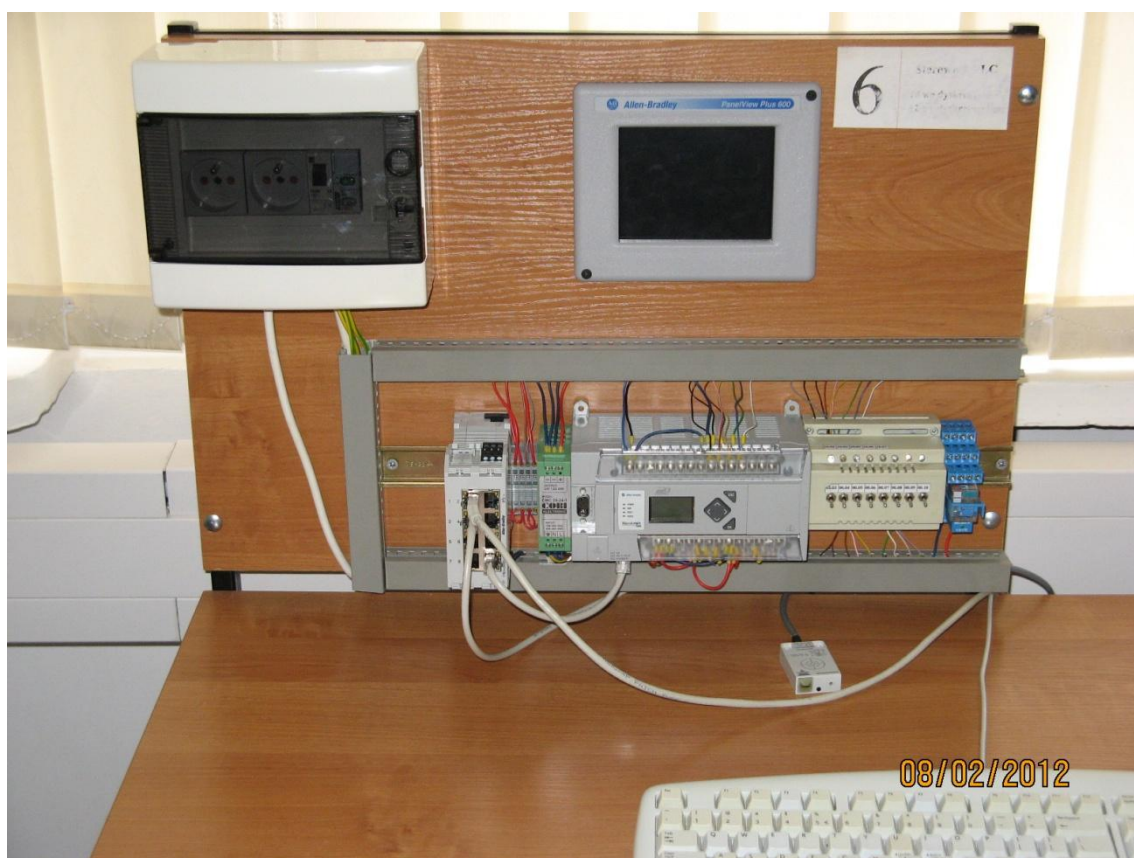
*Tabela 7. Przykładowa sekwencja instrukcji w języku IL*

## 5. Budowa stanowiska dydaktycznego

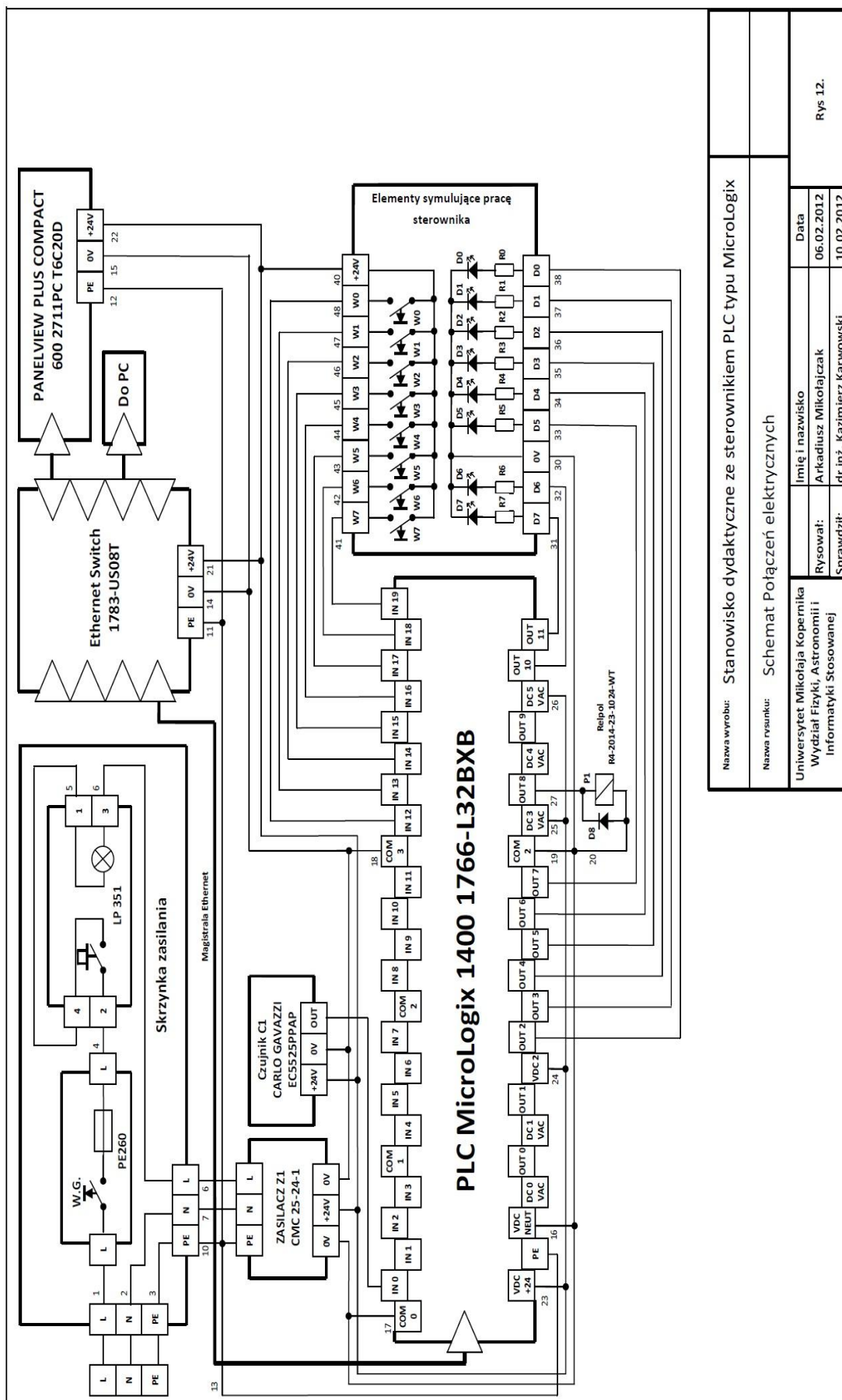
Stanowisko ze sterownikiem MicroLogix 1400, model 1766 – L32 BXB zainstalowano w Pracowni Komputerowych Systemów Sterowania i Układów Napędowych w Studium Politechnicznym UMK w Toruniu. Przeznaczone jest wyłącznie do celów dydaktycznych.

Jego użytkownicy będą mogli samodzielnie skonfigurować połączenie sieci Ethernet pomiędzy elementami stanowiska. Ponadto napisać programy, wgrać je do pamięci sterownika i prześledzić ich działanie. Następnie będzie możliwość wykonania projektu, który w panelu operatorskim będzie stanowił tzw. interfejs użytkownika.

Na rysunku 11 przedstawiono widok, na rysunku 12 natomiast schemat elektryczny stanowiska.



*Rys. 11. Widok stanowiska dydaktycznego*



Rys. 12. Schemat połączeń elektrycznych

Gotowe stanowisko składa się z następujących elementów:

- sterownik PLC MicroLogix 1400 1766-L32BXB,
- panel operatorski PANELVIEW PLUS COMPACT 600 2711PC-T6C20D,
- komputer klasy PC,
- zasilacz CMC 25-24-1,
- przełącznik 1783-US08T,
- czujnik CARLO GAVAZZI EC5525PPAP
- przekaźnik Relpol R4-2014-23-1024-WT,
- zawarte w jednej obudowie 8 przełączników i 8 diod świecących.

Sterownik PLC MicroLogix 1400 1766 – L32BXB jest głównym elementem stanowiska. Kontroluje on pracę wszystkich pozostałych urządzeń, a jego działanie zależne jest od programu, napisanego przez użytkownika na komputerze i przesłanego do sterownika.

Sterownik komunikuje się z panelem operatorskim oraz komputerem za pomocą sieci Ethernet. Podłączony jest do switcha przez kabel UTP. Do wejścia zerowego IN0 sterownika, podłączony jest czujnik położeniowy (CARLO GAVAZZI EC5525PPAP), który w przypadku zbliżenia dowolnej przeszkody podaje na to wejście sygnał napięciowy (+24V). Do wejść IN12-IN19 podłączono przełączniki, którymi można zadawać na wejściach stany wysokie bądź niskie. Np. Gdy zadano stan wysoki, wtedy na wejście podawane jest napięcie stałe +24V z linii zasilania. Do grup wyjściowych 2 oraz 5 podłączono diody sygnalizujące stan wysoki/niski (zapalenie się diody = stan wysoki). Grupa wyjść 2 składa się z 6 wyjść tranzystorowych typu PNP (OUT2 – OUT7) oraz portów COM2 i VDC2. Grupa wyjściowa 5, składa natomiast z wyjść typu przekaźnikowego OUT10, OUT11, a także z portu DC5.

Panel operatorski pochodzi z rodziny PanelView Plus firmy Allen – Bradley. Producent na podstawie informacji zawartych na swojej stronie internetowej [5] zapewnia niezawodną integrację z maszynami w środowisku przemysłowym i optymalizację funkcji pod kątem zarówno aplikacji o ograniczonym rozmiarze, jak i umożliwiających podłączenie różnorodnych sterowników.

Grupa paneli operacyjnych z rodziny PanelView Plus Compact posiada jasny wyświetlacz, z wbudowanymi zaawansowanymi funkcjami i prekonfigurowanymi kontrolkami, obsługujący kolorową, 18 – bitową grafikę.

Producent ponadto podkreśla niezawodność i wydajność paneli:

*Z rozwiązań, jakie daje potężny system sterowania, mogą wreszcie korzystać stocznie i inni producenci z branży morskiej, ponieważ dwa sterowniki Allen-Bradley CompactLogix™ i kilka paneli operatorskich PanelView Plus otrzymało certyfikaty morskie. Dzięki certyfikacji użytkownicy mogą mieć większą pewność, że wybrali właściwe rozwiązanie dostosowane do trudnych warunków morskich. Panele operatorskie PanelView Plus zostały zaprojektowane w celu zagwarantowania optymalnego rozwoju systemu, niezawodności i wydajności.*

Tabela 8 prezentuje dostępne obecnie na rynku modele PanelView Plus. Ponadto wyróżniono w niej parametry modelu użytego w tworzeniu stanowiska dydaktycznego. [17]

Opis	Numer katalogowy		
	Klawiatura	Ekran dotykowy	Klawiatura/ ekran dotykowy
Wyświetlacz w odcieniach szarości lub kolorowy			
PanelView Plus Compact 400, wyświetlacz w odcieniach szarości 3,8”, łączy Ethernet i RS-232, zasilanie prądem stałym, pamięć: 64 MB Flash/64 MB RAM	2711PC-K4M20D	–	–
PanelView Plus Compact 400, wyświetlacz kolorowy 3,5”, łączy Ethernet i RS-232, zasilanie prądem stałym, pamięć: 64 MB Flash/64 MB RAM	–	–	2711PC-B4C20D
PanelView Plus Compact 600, wyświetlacz w odcieniach szarości 5,5”, łączy Ethernet i RS-232, zasilanie prądem stałym, pamięć: 64 MB Flash/64 MB RAM	–	2711PC-T6M20D	–
<b>PanelView Plus Compact 600, wyświetlacz kolorowy 5,5”, łączy Ethernet i RS-232, zasilanie prądem stałym, pamięć: 64 MB Flash/64 MB RAM</b>	–	<b>2711PC-T6C20D</b>	–
PanelView Plus Compact 1000, wyświetlacz kolorowy 10,4”, łączy Ethernet i RS-232, zasilanie prądem stałym, pamięć: 64 MB Flash/64 MB RAM	–	2711PC-T10C4D1	–

Tabela 8. Modele PanelView Plus

Zasilacze CMC są specjalnie przeznaczone do zasilania urządzeń automatyki przemysłowej. Wszystkie mają wbudowaną diodę zabezpieczającą przed niekontrolowanym wzrostem napięcia na wyjściu układu. W przypadku podania na zaciski wyjściowe obcego napięcia przekraczającego 115% wartości napięcia znamionowego dioda może ulec trwałemu uszkodzeniu, co uniemożliwi start. Element ten ma za zadanie ochronić urządzenia współpracujące z zasilaczem. W przypadku zadziałania układów zabezpieczających odcinane jest napięcie na wyjściu. Po zaniku przyczyny następuje automatyczny start. Zasilacze serii CMC zaprojektowane są do zasilania trójprzewodowego L, N, PE.

Dokładne parametry i wymiary modelu użytego w stanowisku dydaktycznym prezentuje tabela 9 i rysunek 13.

Zasilanie	Moc	Napięcie wyjściowe	Prąd wyjściowy	Wymiary (mm)	Waga (kg)
185-265 VAC/DC	25 WAT	24 VDC	1,0 A	25x79x93	0,1

*Tabela 9. Parametry i wymiary zasilacza CMC 25-24-1*



*Rys. 13. Zasilacz CMC 25-24-1*

Podstawowym zadaniem zasilacza w opisywanym stanowisku dydaktycznym jest dostarczenie do całego układu bezpiecznego, stałego napięcia +24V. [18]

W stanowisku dydaktycznym czujnik pojemnościowy Carlo Gavazzi jest podłączony do wejścia IN0 sterownika PLC. W momencie pojawienia się dowolnej przeszkody na to wejście podawane jest napięcie stałe +24V z linii zasilania. Dokładne parametry oraz wygląd modelu czujnika użytego w stanowisku dydaktycznym przedstawiają tabela 10 i rysunek 14. [19]

Podłączenie	Kabel 2 m
Częstotliwość przełączania maks.	50 Hz
Prąd obciążenia	$\leq 200$ mA
Napięcie robocze	10 – 40 VDC
Materiał obudowy	Polikarbonat
Wymiary dł. X szer. X wys.	33 x 55 x 15 mm
Wyjście	Tranzystor PNP, rozwierny i zwierny
Odległość łączenia	4 – 25 mm

*Tabela 10. Parametry i wymiary czujnika CARLO GAVAZZI EC5525 PPAP*



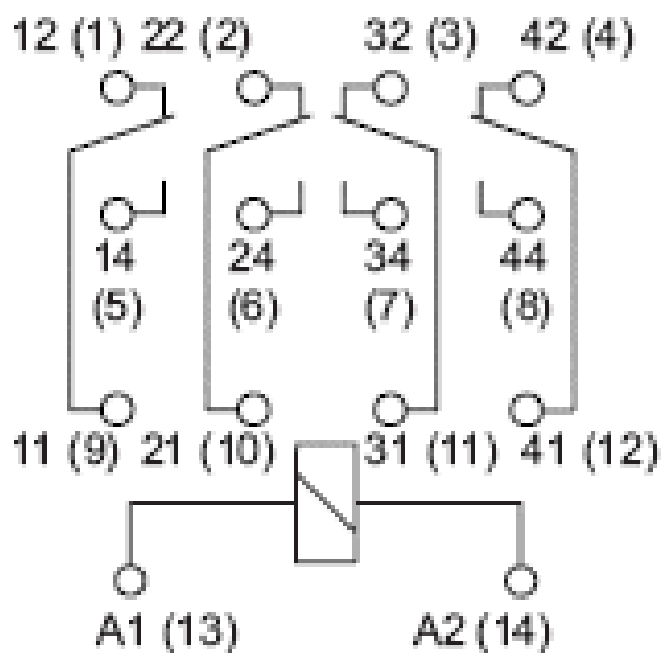
*Rys. 14. Czujnik CARLO GAVAZZI EC5525 PPAP*

Istotne parametry dotyczące przekaźnika Relpol zastosowanego przy budowie stanowiska dydaktycznego:

- napięcie znamionowe cewki 24V DC,
- wersja do gniazd wtykowych,
- maksymalne napięcie styków AC/DC: 250V/250V,
- maksymalny prąd obciążenia AC1: 6A/250V AC,
- maksymalny prąd obciążenia DC1: 6A/24V DC,
- maksymalna moc łączeniowa: 1500VA,
- znamionowy pobór mocy: 0.9W,
- czas zadziałania: 13ms,

- czas powrotu: 3ms,
- ilość i rodzaj styków: 4P,
- rezystancja styków: <100 mΩ,
- maksymalna częstość łączy przy obciążeniu znamionowym 1200 cykli/h.

Rysunek 15 przedstawia schemat styków przekaźnika. [20]



*Rys. 15. Schemat styków przekaźnika*

Dokumentacja techniczna stanowiska dydaktycznego ze sterownikiem PLC obejmuje:

- Schemat połączeń elektrycznych elementów stanowiska (załącznik 1)
- Wykaz materiałów (tabele 11 i 12)



**Wykaz materiałów:**

Nr Przewodu	Kolor	Przekrój
1	brązowy	1,5 mm
2	niebieski	1,5 mm
3	żółto-zielony	1,5 mm
4, 5	czerwony	1,5 mm
6	niebieski	1 mm
7	niebieski	1 mm
10, 11, 12, 13	żółto-zielony	1,5 mm
od 14 do 20	niebieski	1 mm
od 21 do 27	czerwony	1 mm
30	szaro-różowy	0,15 mm
31, 40	szary	0,15 mm
32, 41	biały	0,15 mm
33, 43	zielony	0,15 mm
34, 44	żółty	0,15 mm
35, 45	różowy	0,15 mm
36, 47	brązowy	0,15 mm
37	fioletowy	0,15 mm
38	niebiesko-czerwony	0,15 mm
42	niebieski	0,15 mm
46	czerwony	0,15 mm
48	czarny	0,15 mm

*Tabela 11. Wykaz przewodów*

Lp.	Element	Producent	ilość
1	PLC Micrologix 1400 1766-L32BXB	Allen-Bradley	1
2	Zasilacz CMC 25-24-21	COBI Electronic	1
3	Ethernet Switch 1783-US08T	Allen-Bradley	1
4	PANELVIEW PLUS COMPACT 600 2711PC T6C20D	Allen-Bradley	1
5	Bezpiecznik PE260		1
6	LP-351	FAEL	1
7	Czujnik EC5525PPAP	CARLO GAVAZZI	1
8	Przełącznik R4-2014-23-1024-WT	Relpol	1
9	Dioda świecąca		8
10	Przełącznik		8
11	Rezystor		8

*Tabela 12. Wykaz elementów stanowiska*

## 6. Oprogramowanie stanowiska

Stanowisko dydaktyczne ze sterownikiem MicroLogix 1400, model 1766 – L32 BXB zostało wyposażone głównie w oprogramowania:

- RSLinx
- RSLogix 500
- FactoryTalk View Studio

Wszystkie te programy pochodzą od firmy Rockwell Software. Jest to producent autoryzowanego oprogramowania do sterowników PLC klasy MicroLogix.

Oprogramowanie rodziny RSLogix 500 jest typowym, przeznaczonym do programowania sterowników przemysłowych. Opracowane zostało do pracy w 32 – bitowym środowisku Windows NT, Windows 2000 czy Windows XP.

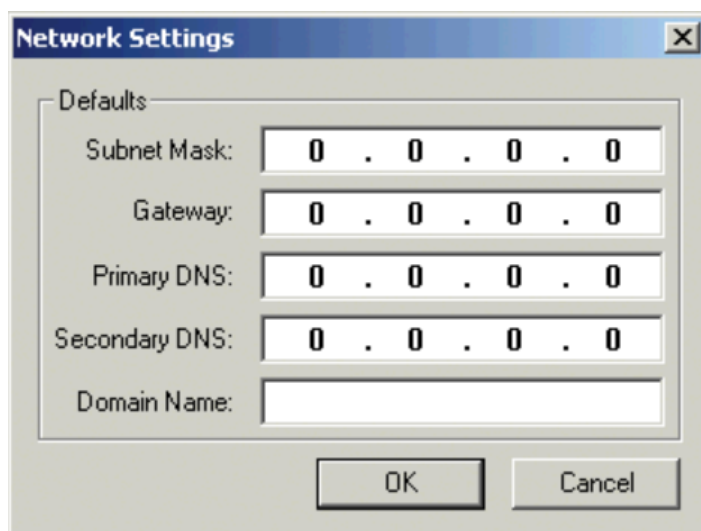
Tabela 13 przedstawia dostępne obecnie na rynku różne wersje oprogramowania RSLogix 500. [21]

Produkt	Nr katalogowy
RSLogix 500 Free	-
RSLogix 500 Starter	9324-RL0100ENE
RSLogix 500 Standard	9324-RL0300ENE
RSLogix 500 Standard / RSEmulate 500	9324-RL0350ENE
RSLogix 500 / RSNetWorx	9324- RL5300NXENE
RSLogix 500 Professional (zawiera RSEmulate, RSNetWorx, VBA, dodatkowe funkcje porównania I/O, komunikacji, możliwość używania MS Excel do edycji sygnałów)	9324- RL0700NXENE
RSLogix 5/RSLogix 500	9324-RLC300ENE
RSLogix 5/RSLogix 500 RSEmulate 5/500	9324-RLC350ENE
RSLogix 5/500 Professional	9324- RLC700NXENE
RSEmulate 500	9310-WE0200E

*Tabela 13. Wersje oprogramowania RSLogix 500*

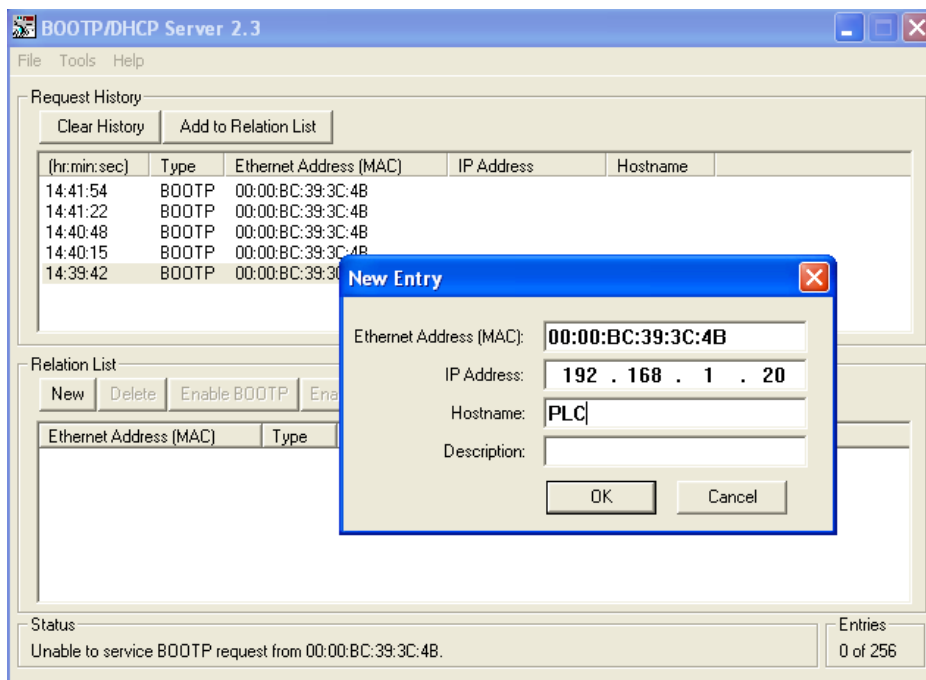
W procesie tworzenia stanowiska dydaktycznego oprogramowanie RSLogix 500 zostało zainstalowane na komputerze, następnie za pomocą opcjonalnego programu RSLinx skonfigurowano połączenie sieci Ethernet pomiędzy elementami stanowiska (wcześniej wyłączając wszelkie blokady sieciowe). W tym celu konieczne było nadanie wszystkim elementom adresów IP. Niewątpliwą zaletą sterownika Micrologix 1400 jest

możliwość zmiany parametrów sieciowych z poziomu samego sterownika wykorzystując do tego wbudowane przyciski i wyświetlacz. Podobnie jest z panelem operatorskim - wprowadzenie adresu IP może odbywać się bez konieczności łączenia z komputerem. Można to jednak zrobić z poziomu komputera PC za pomocą programu BOOTP/DHCP Server. W oknie Network Settings, jakie przedstawiono na rysunku 16, należy wpisać wartość Subnet Mask: 255.255.255.0.



Rys. 16. Okno danych sieciowych programu BOOTP/DHCP

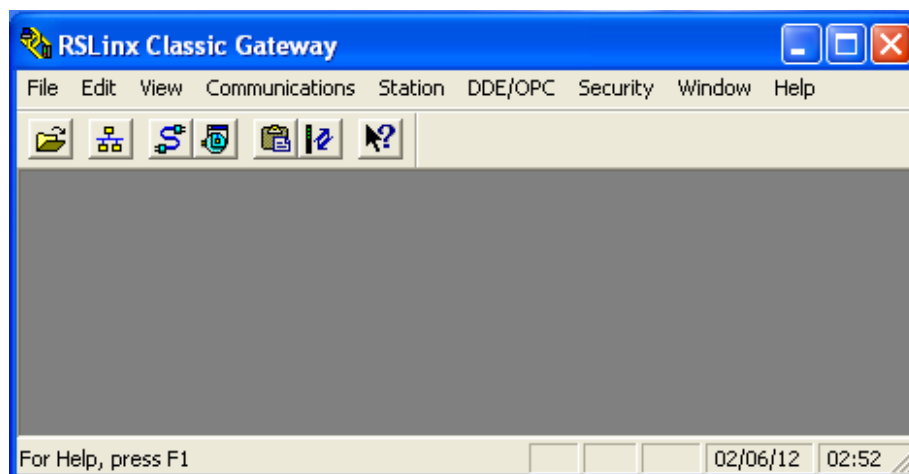
Po zatwierdzeniu zgłaszają się urządzenia podłączone do konfigurowanej sieci, tak jak pokazano na rysunku 17.



Rys. 17. Okno przypisania adresu IP

Każde urządzenie w sieci Ethernet posiada charakterystyczny adres MAC, do którego za pomocą tego programu przypisujemy adres IP, który automatycznie zapisywany jest w danym urządzeniu.

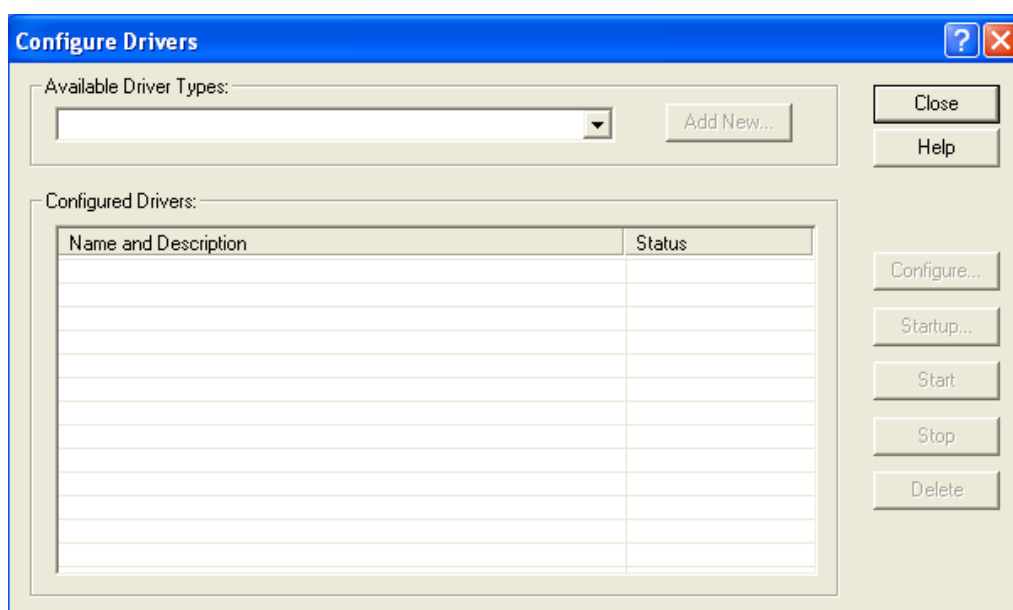
Po przypisaniu wszystkim urządzeniom adresów IP można przystąpić do pracy z programem RSLinx. Za jego pomocą możliwa będzie konfiguracja połączeń między elementami sieci. Rysunek 18 przedstawia okno startowe programu RSLinx.



*Rys. 18. Okno startowe RSLinx*

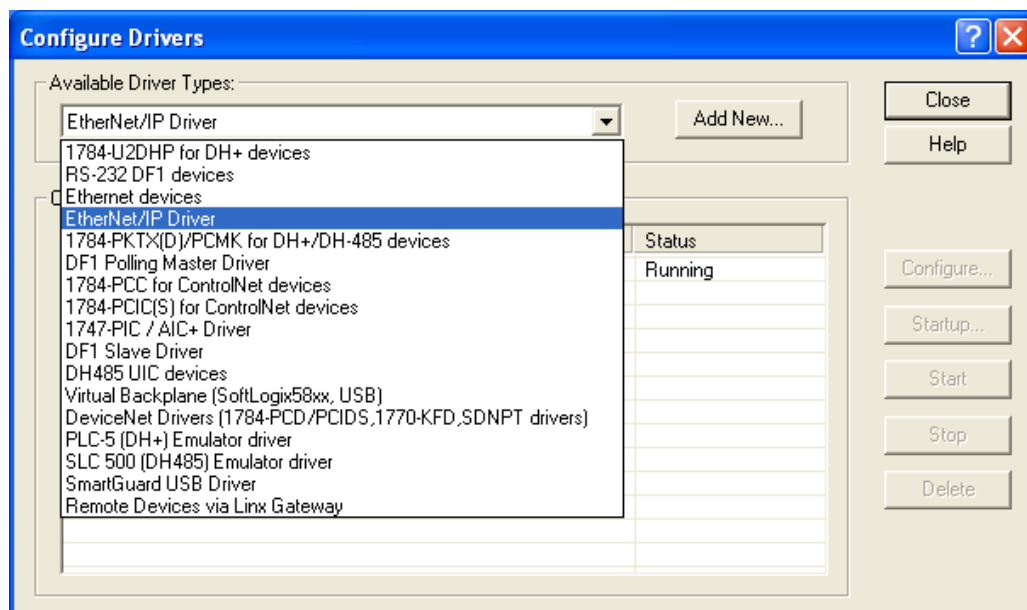
Aby zobaczyć dostępne konfiguracje sieci oraz elementy do tych sieci należące, należy użyć przycisku RSWho.

Aby nawiązać połączenia między elementami sieci, należy najpierw skonfigurować driver komunikacyjny. W tym celu przechodzimy do okna pokazanego na rysunku 19.



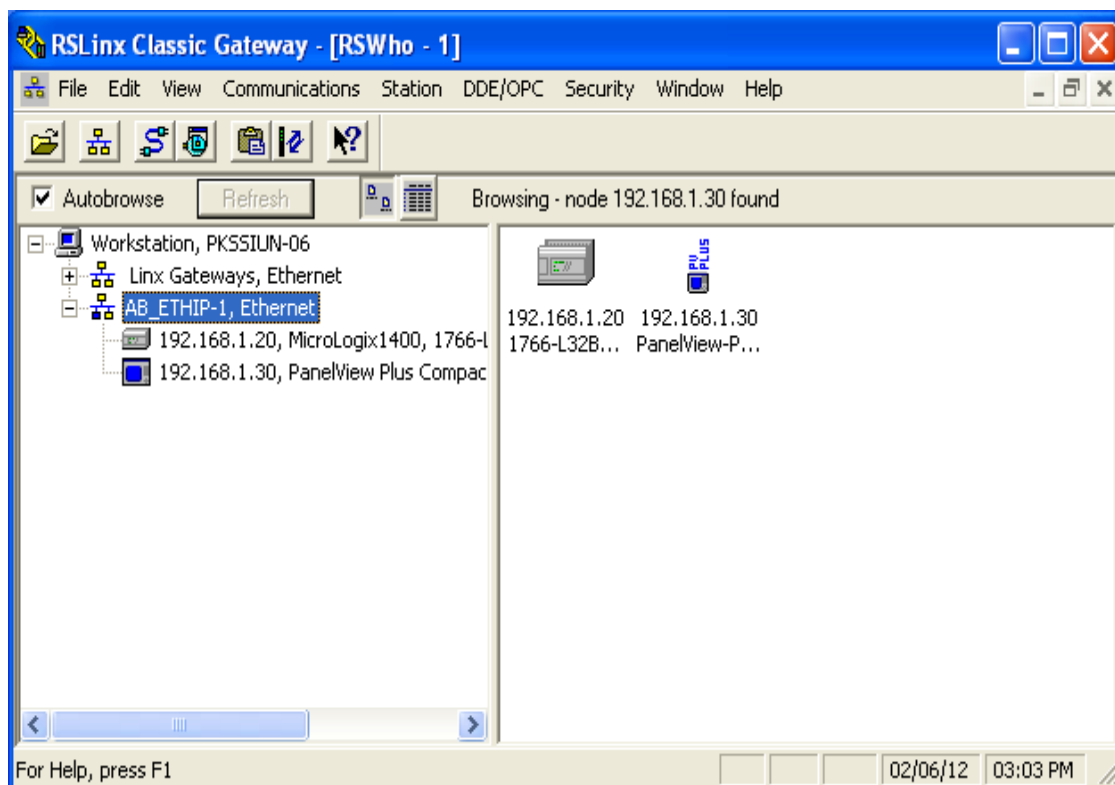
*Rys. 19. Okno konfiguracji driverów*

Z menu można wybrać potrzebny driver. W przypadku konfigurowania połączeń między elementami stanowiska dydaktycznego wybrany został driver Ethernet/IP, co pokazuje rysunek 20.



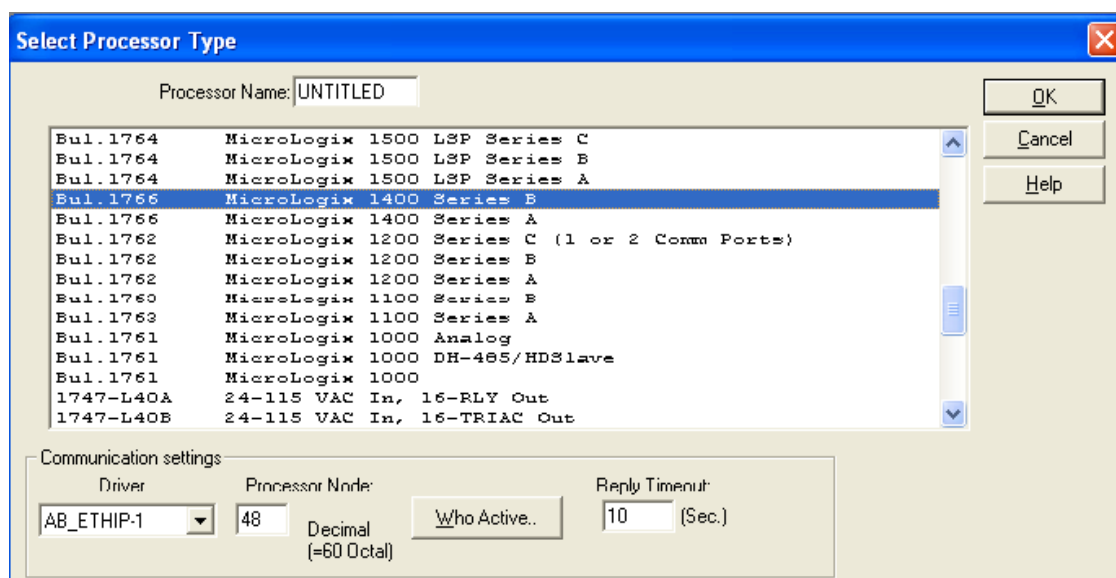
Rys. 20. Okno wyboru drivera

Kolejnym krokiem jest nadanie nazwy połączeniu. Poprawnie skonfigurowane połączenie powinno wyglądać jak rysunek 21.



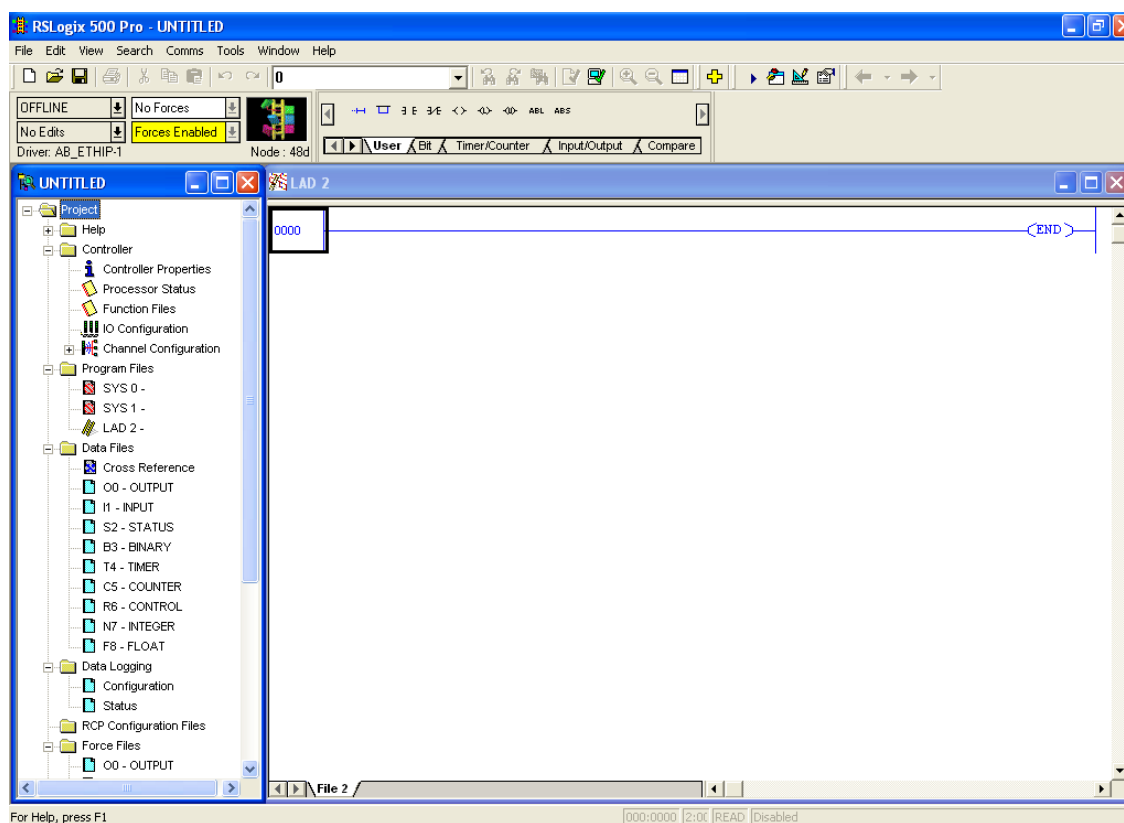
Rys. 21. Widok poprawnie skonfigurowanego połączenia

Kolejnym krokiem jest już tworzenie programów w RSLogix 500 głównie w języku drabinkowym i wgrywanie ich do sterownika. W tym celu po kliknięciu ikony „New Project” wybieramy z listy (pokazanej na rysunku 22) odpowiedni typ procesora. W przypadku stanowiska dydaktycznego jest to MicroLogix 1400 Series B.



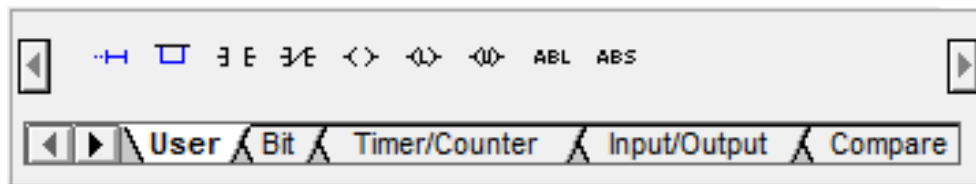
Rys. 22. Okno wyboru typu procesora

Po zatwierdzeniu można przystąpić do właściwego tworzenia programu. Proces ten odbywa się w oknie pokazanym na rysunku 23.

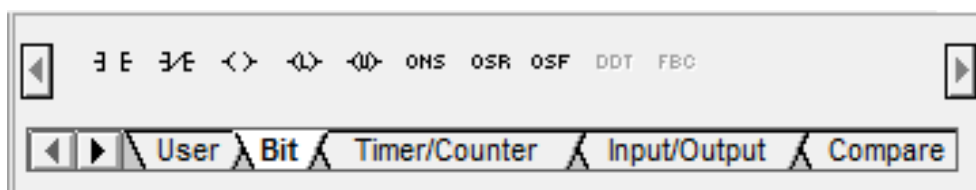


Rys. 23. Okno tworzenia nowego projektu w programie RSLogix 500

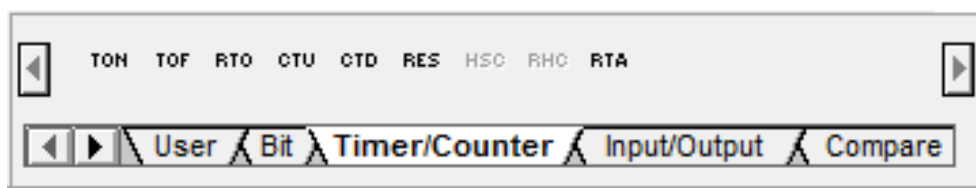
aby stworzyć nowy algorytm w programie RSLogix 500 języku drabinkowym należy korzystać z symboli graficznych (pokazanych na rysunkach 24 - 26) przeciągając je do głównego okna programu.



Rys. 24. Symbole nowej sieci i rozgałęzienia



Rys. 25. Podstawowe symbole styków i cewek



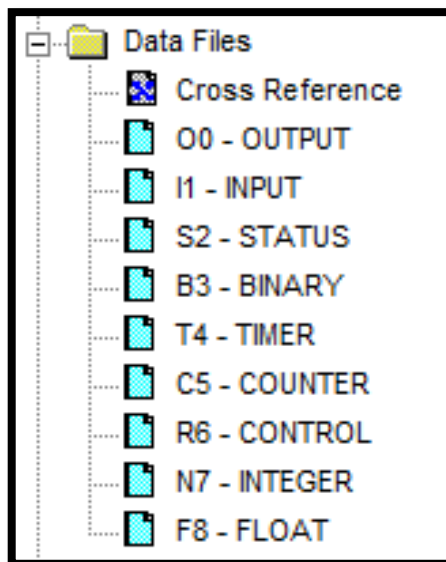
Rys. 26. Symbole liczników i układów czasowych

W pisaniu programu istotnym jest sposób adresowania wejść i wyjść. Robi się to według schematu: [23]

**Xd:s.w/b**

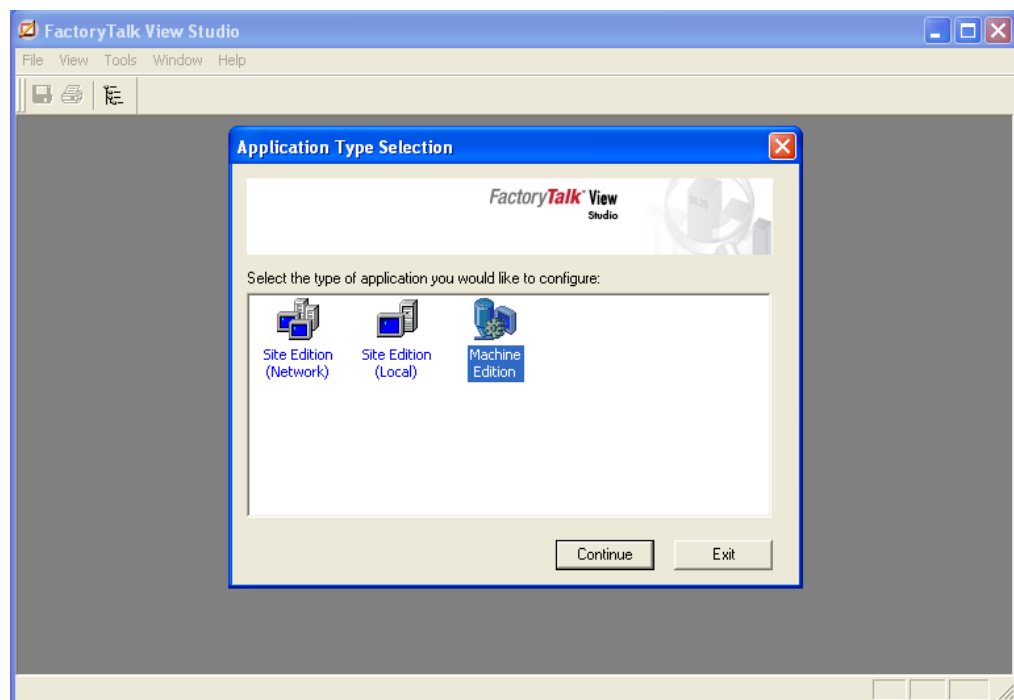
Gdzie:

- **X** - typ adresu może być oznaczony jako: **I** - wejścia (input), **O** - wyjścia (output)
- **d** - numer typu danych zgodnie z widoczną w rysunku 27 numeracją:  
0 –wejścia, 1 - wyjścia ( przy adresowaniu symboli styków pole to możemy pominąć)
- **s** – numer slotu: dla wbudowanych wejść - wyjść wartość 0 ( 0 - możemy pominąć)
- **b** – numer bitu: liczba od 1 do 15



Rys. 27. Drzewo wyboru typu danych

Program FactoryTalk View Studio służy do tworzenia interfejsu użytkownika wykorzystując panel operatorski. Proces zakładania nowego projektu polega najpierw na wyborze typu aplikacji, jej przeznaczenia i środowiska współpracy. Okno wyboru zaprezentowane zostało na rysunku 28.



Rys. 28. Okno wyboru typu aplikacji w programie FactoryTalk View

W przypadku stanowiska dydaktycznego wybrano tryb Machine Edition. Tryb ten posłuży do wykonania projektu, który poprzez sieć Ethernet będzie bezpośrednio komunikował się ze sterownikiem PLC. [22]



W ustawieniach projektu należy dostosować rozmiar ekranu do określonego panelu operatorskiego. PANELVIEW PLUS COMPACT 600 2711PC-T6C20D wymaga opcji PVPlus 400/600 (320x240).

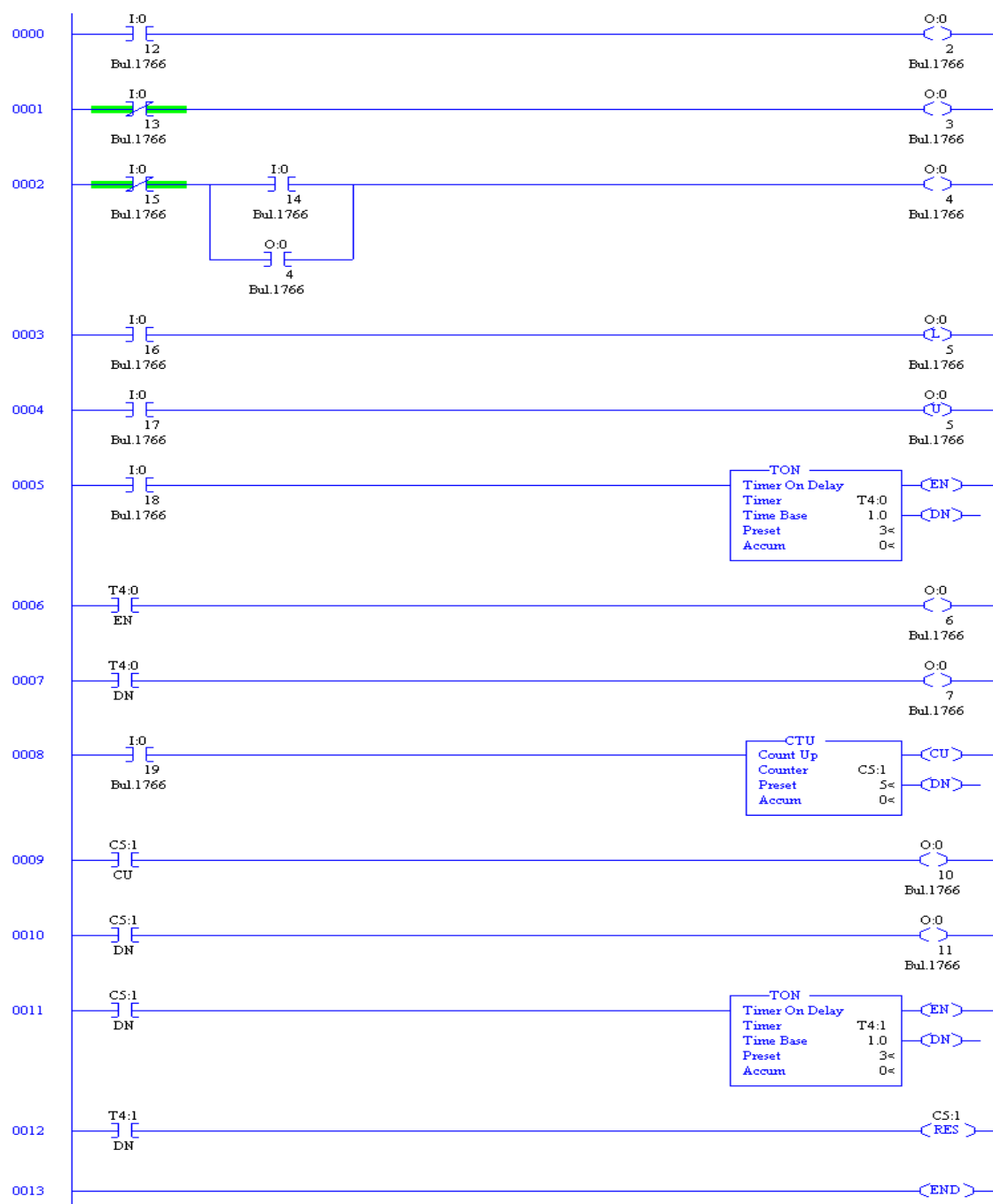
Najważniejszym elementem ekranu panelu operatorskiego będą przyciski funkcyjne, których naciśnięcie będzie wpływać bezpośrednio na pracę sterownika. Tworząc projekt interfejsu możliwe jest wykonanie wielu ekranów wyświetlanych później na panelu. Dodatkowo należy umieścić na nich odpowiednie przyciski, które będą służyć do przemieszczania się pomiędzy poszczególnymi ekranami.

Program FactoryTalk View Studio umożliwia także śledzenie na panelu operatorskim wszystkich zmian parametrów zachodzących w sterowniku. W tym celu elementom umieszczonym na ekranie przypisuje się warunek, który po spełnieniu inicjuje akcję na ekranie związaną z danym obiektem. Program ponadto otwiera przed użytkownikiem bardzo duże możliwości graficzne.

## 7. Przykładowe programy

W RSLogix 500 napisano programy, których zadaniem jest zaprezentowanie możliwości i sposobu działania sterownika MicroLogix 1400. Poniżej zamieszczono przykłady tych programów (napisane w języku drabinkowym).

Zadaniem pierwszego z programów jest prezentacja podstawowych elementów języka drabinkowego, takich jak styki, cewki, timery oraz liczniki. Na rysunku 29 pokazano kolejne instrukcje programu.



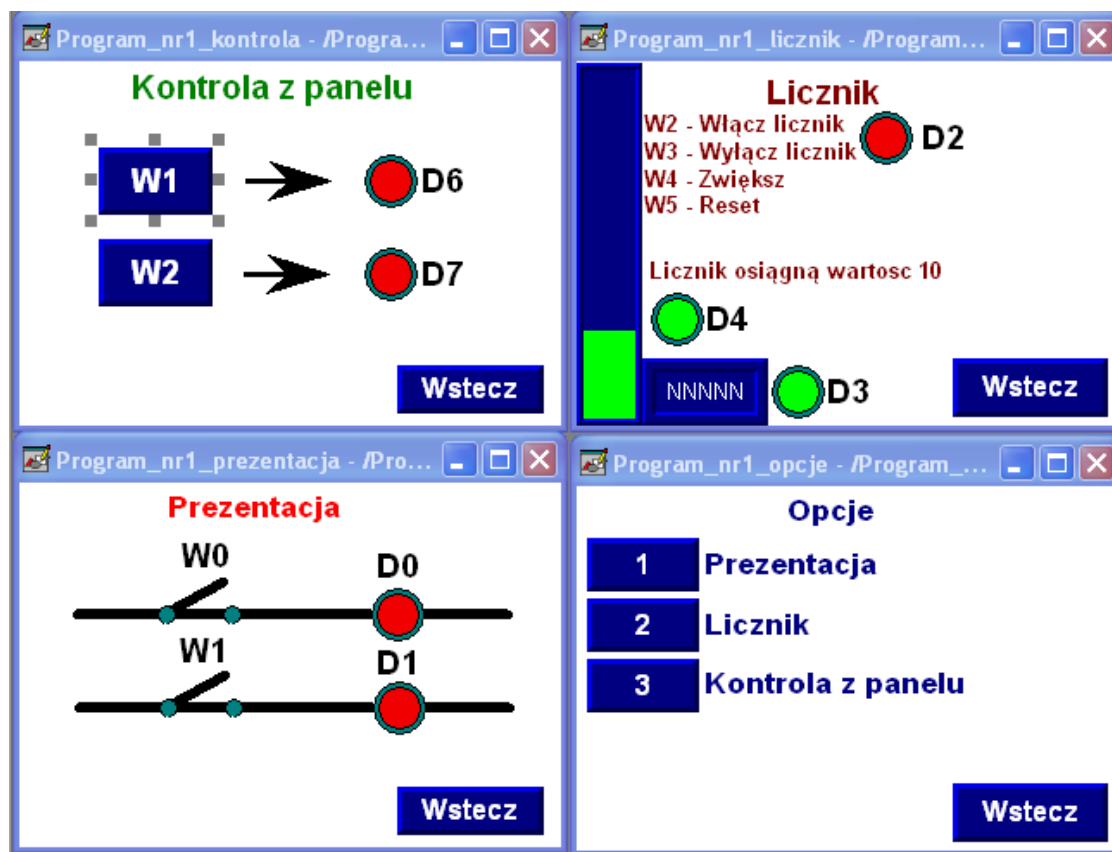
Rys. 29. Schemat przykładowego programu

Poszczególne linie w programie spełniają określone zadania:

- 0000 – 0001 – prezentacja styków normalnie zwartych i rozwartych
- 0002 – 0004 – ukazanie dwóch sposobów realizacji wyjścia z podtrzymaniem
- 0005 – 0007 – prezentacja użycia timera
- 0008 – 0013 – przedstawienie użycia licznika + timera

Zadaniem kolejnego programu jest ukazanie sposobu działania czujnika i przekaźnika. Podstawowym celem programu jest zliczanie impulsów elektrycznych, pochodzących z czujnika a następnie wyświetlanie ich liczby na ekranie panelu. Dzięki temu programowi użytkownik także może sterować (włączać/wyłączać) przekaźnikiem za pomocą przełączników lub przycisków umieszczonych na panelu operatorskim.

Ostatni program służy do demonstracji bardziej zaawansowanych funkcji panelu operatorskiego. Użytkownik wgrywając tenże program do sterownika PLC może prześledzić działanie wszystkich elementów stanowiska. Rysunek 30 ukazuje przykładowe ekrany z panelu operatorskiego, które mają za zadanie np. prezentację zdarzeń sterownika, kontrolę sterownika za pośrednictwem panelu, wizualizację danych.



Rys. 30. Przykładowe projekty ekranów panelu operatorskiego

## **8. Podsumowanie**

W pracy przedstawiono budowę, parametry oraz zastosowanie programowalnych sterowników logicznych, oraz omówiono różnego typu języki programowania tych urządzeń. Analiza ta stanowiła wstęp do prezentacji stanowiska dydaktycznego ze sterownikiem MicroLogix 1400 model 1766 – L32 BXB.

Gotowe stanowisko dydaktyczne składa się ze sterownika MicroLogix, panelu operatorskiego i układów symulujących stan wejść i wyjść sterownika. W pracy opisano proces wykonania, a także przebieg procesu konfiguracji stanowiska. Zawarto też szczegółowy opis sposobu wykonania programów demonstracyjnych o charakterze dydaktycznym, opracowanych w języku drabinkowym.

Jeden z rozdziałów pracy przedstawia gotowe programy, które można wgrać bezpośrednio do sterownika i prześledzić ich działanie.

Załącznik do pracy zawiera szczegółową dokumentację elektryczną stanowiska.

## 9. Literatura

- [1] Broel – Plater Bogdan, *Układy wykorzystujące sterowniki PLC. Projektowanie algorytmów sterowania*, Warszawa 2008.
- [2] Broel – Plater Bogdan, *Sterowniki programowalne. Właściwości i zasady stosowania*, Szczecin 2000.
- [3] Kamiński Krzysztof, Sikora Marek, *Podstawy wizualizacji w układach sterowania z PLC*, Gdynia 2009.
- [4] Łebkowski Andrzej, Dziejicki Krzysztof, Pomirski Janusz, *Mikroprocesorowe systemy sterowania – sterowniki programowalne, karty przetwornikowe, mikrokontrolery*, Gdynia 2009.
- [5] Mikulczyński Tadeusz, *Automatyzacja procesów produkcyjnych. Metody modelowania procesów dyskretnych i programowania sterowników PLC*, Warszawa 2006.
- [6] *Sterowniki mikroprocesorowe. Skrypt uczelniany dla studentów Wydziału Elektrycznego do wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i projektowych z przedmiotu „elektrotechnika”*, praca pod red. Z. Świdra, Rzeszów 2002.
- [7] Śnieżek Marek, Halang Wolfgang, *Bezpieczny programowalny sterownik logiczny*, Rzeszów 1998.
- [8] [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1761-um003\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1761-um003_-en-p.pdf) - strona internetowa zawierająca dokumentację techniczną sterownika MicroLogix 1000.
- [10] [http://www.racontrols.pl/dokumentacja/DokumentacjePL/1763-pp001\\_-pl-p.pdf](http://www.racontrols.pl/dokumentacja/DokumentacjePL/1763-pp001_-pl-p.pdf) - strona internetowa zawierająca dokumentację techniczną sterownika MicroLogix 1100.

- [11] [http://www.racontrols.com.pl/download/datasheets/Sterowniki\\_Micrologix.pdf](http://www.racontrols.com.pl/download/datasheets/Sterowniki_Micrologix.pdf) - strona internetowa zawierająca dokumentację techniczną całej rodziny sterowników MicroLogix.
- [12] [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1764-um001\\_-en-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1764-um001_-en-p.pdf) - strona internetowa zawierająca dokumentację techniczną sterownika MicroLogix 1500.
- [13] [http://www.plcs.net.pl/downloads/ab/1766-um001\\_-en-p.pdf](http://www.plcs.net.pl/downloads/ab/1766-um001_-en-p.pdf) - strona internetowa zawierająca dokumentację techniczną sterownika MicroLogix 1400.
- [14] [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1766-pp001\\_-pl-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1766-pp001_-pl-p.pdf) - strona internetowa zawierająca dokumentację techniczną sterownika MicroLogix 1400.
- [15] H. Maes, *Rozmowa z kadrą zarządzającą Rockwell Automation*, rozmowę przeprowadził Z. Piątek [online] [dostęp dn. 21.12.2011], dostępny w Internecie: <http://automatykab2b.pl/wywiady/2302-rozmowa-z-kadra-zarzadzajaca-rockwell-automation>
- [16] <http://www.pur.l.pl/pur2/plc.htm> - strona internetowa zawierająca informacje na temat języków programowania sterowników PLC.
- [17] [http://www.elmark.com.pl/general/magazyn/2010\\_nis\\_011.pdf](http://www.elmark.com.pl/general/magazyn/2010_nis_011.pdf) - strona internetowa zawierająca dokumentację techniczną panelu operatorskiego PANELVIEW PLUS COMPACT 600 2711PC-T6C20D.
- [18] [http://www.hanel-electrotechnics.com.pl/CE/ZASILACZE\\_CMC10-75p.pdf](http://www.hanel-electrotechnics.com.pl/CE/ZASILACZE_CMC10-75p.pdf) - strona internetowa zawierająca informacje dotyczące zasilaczy CMC.
- [19] [https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/uoEC5525\\_Data\\_E.pdf](https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/uoEC5525_Data_E.pdf) - strona internetowa zawierająca informacje dotyczące czujnika Carlo Gavazzi.
- [20] <http://www.relpol.pl/pl/Oferta/Nasza-oferta/Przekazniki> - strona internetowa poświęcona przekaźnikom Relpol.

- [21] [http://www.racontrols.pl/pdf/Systemy\\_sterowania/Oprogramowanie/oprogramowanie\\_RSLogix.pdf](http://www.racontrols.pl/pdf/Systemy_sterowania/Oprogramowanie/oprogramowanie_RSLogix.pdf) - strona internetowa zawierająca informacje na temat oprogramowania RSLogix 500.
- [22] <http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/cms-sg001-pl-p.pdf> - strona internetowa zawierająca informacje na temat oprogramowania Factory Talk View Studio
- [23] Instrukcja do ćwiczenia ze sterownikiem PLC Micrologix 1200 firmy Allen-Bradley w Pracowni Komputerowych Systemów Sterowania i Układów Napędowych UMK w Toruniu, oprac. A. Wawrzak, Toruń 2010.

## **10. Załączniki**

1. Schemat połączeń elektrycznych stanowiska dydaktycznego.