Włodzimierz Solnik
Zbigniew Zajda

Komputerowe sieci przemysłowe Uni-Telway i magistrala rozszerzenia TSX

Wrocław 2005
Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

Recenzenci
Zbigniew BANASZAK
Ryszard ROJEK

Opracowanie redakcyjne
Aleksandra WAWRZYNKOWSKA

Projekt okładki
Włodzimierz SOLNIK
Zbigniew ZAJDA

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

OFICYNA WYDAWNICZA POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

ISBN 83-7085-901-1

Drukarnia Oficyny Wydawniczej Politechniki Wrocławskiej. Zam. nr 304/2005.

Spis treści

Wykaz stosowanych skrótów i oznaczeń 4
1. Wprowadzenie 5
2. Sieć sterowników serii TSX Modicon z wykorzystaniem magistrali rozszerzenia 8
2.1. Sieć sterowników TSX 07 Nano 8
2.1.1. Sterownik TSX 07 Nano 8
2.1.2. Konfigurowanie sieci 9
2.1.3. Przykładowe zadania testowe. 12
2.2. Sieć sterowników TSX 37 Micro i TSX 07 Nano 18
2.2.1. Sterownik TSX 37 Micro. 18
2.2.2. Konfigurowanie sieci 24
2.2.3. Wykorzystanie magistrali rozszerzenia do komunikacji z modułami analogowymi TSX AMN 28
2.2.4. Przykładowe zadania testowe 30
2.3. Uruchamianie i monitorowanie pracy sieci 41
2.3.1. Sieć sterowników TSX 07 Nano 41
2.3.2. Sieć sterowników TSX 37 Micro i TSX 07 Nano 43
3. Sieć Uni-Telway 46
3.1 Sieć Uni-Telway a model OSI. 46
3.2. Warstwa fizyczna 46
3.3. Warstwa łącza danych 51
3.4. Warstwa sieciowa 53
3.5. Warstwa aplikacji 56
3.6. Ramka komunikacyjna protokołu Uni-Telway. 57
3.7. Funkcje komunikacyjne 58
4. Przykładowe realizacje sieci Uni-Telway 66
4.1. Wymiana informacji między sterownikiem TSX 07 Nano i panelem operatorskim 66
4.2. Wymiana informacji w sieciach ze sterownikami TSX 37 Micro i TSX 57 Premium 70
4.2.1. Wymiana informacji z wykorzystaniem funkcji READ_VAR i WRITE_VAR. 70
4.2.2. Wymiana informacji z wykorzystaniem funkcji SEND_REQ 98
4.3. Uruchamianie i monitorowanie pracy sieci Uni-Telway 109
5. Zakończenie 113
Literatura 114
Załącznik. Opis stanowiska do testowania wymiany informacji w sieciach sterowników TSX Modicon 115

Wykaz stosowanych skrótów i oznaczeń

AC (*Alternating Current*) – prąd przemienny
ASI (*Actuator Sensor Interface*) – nazwa własna sieci przemysłowej
AUX (*Auxiliary*) – oznaczenie gniazda dodatkowego
CP (*Communications Processor*) – moduł komunikacyjny
CPU (*Central Processing Unit*) – jednostka centralna
DC (*Direct Current*) – prąd stały
DGND (*Data Ground*) – masa sygnałowa danych
Ethernet – nazwa własna sieci lokalnej (unormowana w 1983 r. – IEEE 802.3)
Ex – oznaczenie urządzeń iskrobezpiecznych
GND (*Ground*) – masa
Grafcet – firmowa nazwa języka funkcji sekwencyjnych
I/O (*Inputs*/*Outputs*) – wejścia/wyjścia
IL (*Instruction List*) – język listy instrukcji do programowania PLC
IEC (I*nternational Electrotechnical Commission*)
LD (*Ladder Diagram*) – język drabinkowy do programowania PLC
LAN (*Local Area Network*) – sieć lokalna
MMI (*Man Machine Interface*) – urządzenia pośredniczące w komunikacji między człowiekiem a urządzeniem
ISO/OSI (*International Organization for Standardization*/*Open System Interconnection*)
PCMCIA (*The Personal Computer Card International Association*) – nazwa standardu wykonania modułu urządzeń elektronicznych
PID (*Proportional – Integral – Derivative*) – proporcjonalno-całkująco-różniczkujący
PLC (*Programmable Logic Controller*) – sterownik swobodnie programowalny
RS485 (*Recommended Standard*) – standard transmisji szeregowej
ST (*Structured Text*) – język strukturalny do programowania PLC
TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) – nazwa protokołu transmisji
TER – oznaczenie gniazda terminala
WRD (*word*) – słowo
wizard – przyjmująca się nazwa nakładek programowych wspomagających użytkownika dużych programów narzędziowych
CCX, PL7, Modbus, PCX, TSX, Uni-TE, Uni-Telway, X-Way – znaki firmowe Schneider Automation
Modicon, Telemecanique, XBT – znaki firmowe Schneider Electric

1. Wprowadzenie

Od kilkunastu już lat standardem w realizacji systemów automatyzacji w obiektach zajmujących duże powierzchnie jest wykorzystanie komputerowych sieci przemysłowych do przesyłania informacji między stacjami obiektowymi (sterowniki swobodnie programowane) oraz stacjami dyspozytorskimi (komputery z oprogramowaniem i możliwością wizualizacji stanu procesu). Jeśli odległości między elementami obiektu są rzędu setek metrów, to zebranie informacji niezbędnej do prowadzenia procesu przez operatora jest konieczne. Cel ten można osiągnąć na wiele sposobów – od systemów w pełni scentralizowanych, z jednym wydajnym procesorem i modułami wejść/wyjść, po systemy rozproszone, gdzie rozproszeniu mogą podlegać zasoby obliczeniowe i zadania sterowania lub/i akwizycja danych (oddalone wejścia/wyjścia).

Używany w literaturze angielskojęzycznej termin *fieldbus*, tłumaczony jako sieć przemysłowa, miejscowa lub polowa jest terminem ogólnym i nie oznacza żadnego konkretnego protokołu ani topologii. Sieć przemysłową tworzy zestaw urządzeń do zbierania i przetwarzania informacji oraz magistrale z protokołami wymiany informacji, umożliwiającymi współpracę tych urządzeń. Celem działania takich sieci jest monitorowanie stanu procesu i sterowanie nim. Przetwarzanie informacji odbywa się na różnych poziomach systemu automatyzacji procesu – od przetworników pomiarowych, po planowanie produkcji i analizę kosztów.

Sieci klasyfikuje się najczęściej ze względu na ich topologię, sposób dostępu do fizycznego kanału przesyłania danych oraz zakres usług informacyjnych (według znanego modelu ISO/OSI sieci komputerowych ogólnego przeznaczenia). Większość sieci przemysłowych wykorzystuje dwie lub trzy pierwsze warstwy modelu i ewentualnie elementy warstwy siódmej (aplikacji).

Wielu producentów opracowało w ciągu wielu lat dziesiątki różnych technologii wymiany informacji. Problem standaryzacji sieci przemysłowych nabierał znaczenia wraz z pojawianiem się coraz większej liczby rozwiązań firmowych. Blisko 20 lat temu IEC (*International Electrotechnical Commission*) podjęła próbę opracowania jedynego, uniwersalnego standardu sieci przemysłowej, który spełniałby podstawowe wymagania dotyczące technologii wymiany informacji. Prace trwały jednak kilkanaście lat i doprowadziły do rozwiązania mocno spóźnionego nie tylko w stosunku do potrzeb, ale i stanu techniki. W czasie tych prac na rynku dostępnych rozwiązań firmowych trwała już

walka konkurencyjna dużych światowych producentów – jak Siemens (Profibus), Rockwell Automation (ControlNet), czy Fisher-Rosemount (Foundation Fieldbus) – mocno broniących swoich interesów handlowych. W takiej sytuacji propozycja IEC nie znalazła poparcia producentów oraz użytkowników i upadła. Następne próby tworzenia standardu poszły inną drogą. Postanowiono przyjąć standard różnorodny, który mógłby pełnić wiele funkcji i być stosowany w wielu dziedzinach. Takie rozwiązanie znalazło poparcie, co nie może dziwić, gdyż jego praktyczna realizacja sprowadzała się do wpisania bardziej rozwiniętych technologii firmowych jako profili standardowych, takich jak: Technical Specification TS61158, ControlNet, Profibus, P-NET, Foundation Fieldbus High Speed Ethernet, SwiftNet, WorldFIP, Interbus. Tak powstał w 1999 roku standard IEC 61158 (EN50170) *Digital data communication for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems,* którego części noszą tytuły:

- IEC 61158-3. *Data link service definitions.* Definicje usług poziomu liniowego (łącza danych).
- IEC 61158-4. *Data link protocol specification.* Specyfikacja protokołu warstwy liniowej (łącza danych).
- IEC 61158-5. *Application layer service definition.* Definicje usług warstwy aplikacyjnej.
- IEC 61158-6. *Application layer protocol specification.* Specyfikacja protokołu warstwy aplikacyjnej.

Wcześniej powstały dwie pierwsze części:

- IEC 61158-1. *Overview and guidance for the IEC61158 series*. Przegląd i przewodnik po serii IEC 61158.
- IEC 61158-2. *Physical layer specification and service definition*. Specyfikacja warstwy fizycznej i definicja usług.

Warto wspomnieć, że proces głosowania nad przyjęciem standardu opierał się na zasadzie „wszystko albo nic". Argumenty przeciwników umieszczania pod jednym tytułem wielu znacznie różniących się technologii były liczne i poważne, a najważniejsze wątpliwości budziły pytania:

- Po co tworzyć standard, który ze względu na objętość jest dla zwykłego użytkownika nie tylko niemożliwy do zrozumienia, ale nawet do zwykłego przeczytania?
- Dlaczego obiecywano jeden standard z opisem jednej technologii komunikacyjnej, a zaproponowano ich cały wachlarz?

Stronnicy proponowanego rozwiązania uważali, że obszary zastosowań sieci przemysłowych są tak rozległe, a stawiane im wymagania tak różnorodne, że nie można rozmawiać poważnie o jednej, międzynarodowej koncepcji takiej sieci. Możliwe byłoby tylko przyjęcie bardzo ogólnej, nikomu nieprzydatnej koncepcji lub wybranie jednej z istniejących technologii, co musiałoby doprowadzić do zarzutu braku obiektywizmu komisji, a w rezultacie do jeszcze gwałtowniejszej rywalizacji producentów bez nadziei na cywilizowaną współpracę między producentami w celu rozwijania i ujednolicania technologii wymiany informacji na przyszłość.

Dalekosiężnym celem zwolenników standardu jest opracowanie specjalizowanych funkcji tzw. warstwy użytkownika, które umożliwiłyby wymianę informacji z wykorzystaniem niekompatybilnych obecnie protokołów w ramach realizacji jednego zadania.

Wśród wielu działających w systemach automatyki sieci przemysłowych jest sieć Uni-Telway, wprowadzona na rynek przed wielu laty przez firmę Telemechanique i wykorzystywana również dla obecnie produkowanych i popularnych na polskim rynku sterowników serii TSX Modicon. Realizacja tej sieci z wykorzystaniem złącz terminalowych sterownika jest tania i prosta. Uzupełnieniem możliwości wymiany informacji między sterownikami TSX 07 Nano i TSX 37 Micro jest tzw. magistrala rozszerzenia TSX.

Książka jest przeznaczona dla studentów kierunku *Automatyka i robotyka*, a także dla inżynierów automatyków, którzy chcą szybko zapoznać się z problematyką przesyłania informacji w sieci Uni-Telway. Pomocna będzie też dla studiujących na kierunkach: *Elektronika i telekomunikacja*, *Elektrotechnika*, *Zarządzanie i inżynieria produkcji* oraz *Informatyka*, o specjalnościach związanych z automatyką i informatyką przemysłową.

2. Sieć sterowników serii TSX Modicon z wykorzystaniem magistrali rozszerzenia

2.1. Sieć sterowników TSX 07 Nano

2.1.1. Sterownik TSX 07 Nano

Rodzina sterowników TSX 07 Nano składa się z czterech grup urządzeń:

- sterowniki bez możliwości rozszerzenia (10, 14, 16, 20, 24 I/O),
- sterowniki z portem rozszerzenia (10, 16, 24 I/O),
- sterowniki ze zintegrowanym wejściem analogowym w miejsce portu rozszerzenia (10, 16 i 24 I/O),
- bloki rozszerzenia I/O (dyskretne – TSX 07 EX z 16 lub 24 I/O oraz analogowe – TSX AMN o trzech wejściach i jednym wyjściu).

Dodatkowymi elementami są przetworniki standardowych sygnałów analogowych na częstotliwość i odwrotnie (TSX AEN i TSX ASN). Program użytkowy może zawierać do 1000 instrukcji. Pamięć danych zawiera: 256 słów wewnętrznych, 64 słowa danych i 128 bitów. Sterownik umożliwia wykorzystanie między innymi 32 bloków czasowych, 16 liczników rewersyjnych, 4 rejestry, 4 programatory „krzywkowe”(drums).

Produkowane są sterowniki o zasilaniu 24 V DC lub 100–240 VAC, z wejściami binarnymi w standardzie 24 V DC lub 115 V AC i wyjściami binarnymi przekaźnikowymi (2 A) lub tranzystorowymi (0,5 A). Na płycie czołowej umieszczone są:

- selektor funkcji sterownika,
- jeden lub dwa potencjometry, których ustawienie jest przetwarzane na liczbę 0–255 pamiętaną w słowach systemowych %SW112 i %SW113,
- zaciski magistrali rozszerzenia z możliwością wyboru realizowanego protokołu (*PLC Extention* lub *Modbus Slave*),
- zaciski do podłączenia zintegrowanego wejścia analogowego (w miejsce zacisków portu rozszerzenia),
- złącze portu RS 485 z możliwością wyboru protokołu (UNI-TELWAY master/slave lub ASCII). Wyboru ASCII lub Uni-Telway Slave dokonuje się zwierając zaciski 5 i 7 złącza.

Adresowanie wejść/wyjść:

%	**I** lub **Q**	**0** lub **1**	.	x
symbol	**I** – wejście **Q** – wyjście	**0** – sterownik bazowy lub slave **1** – rozszerzenie I/O	kropka	**x** – numer wejścia lub wyjścia. Numeracja zaczyna się od 0.

Program i dane są umieszczone w pamięci RAM podtrzymywanej bateryjnie przez 30 dni. Zaleca się po uruchomieniu przepisanie zawartości pamięci RAM do pamięci typu EEPROM. W przypadku uszkodzenia baterii lub braku zasilania sterownika trwającego dłużej niż 30 dni, po włączeniu sterownika zawartość EEPROM-u przepisywana jest automatycznie do pamięci RAM.

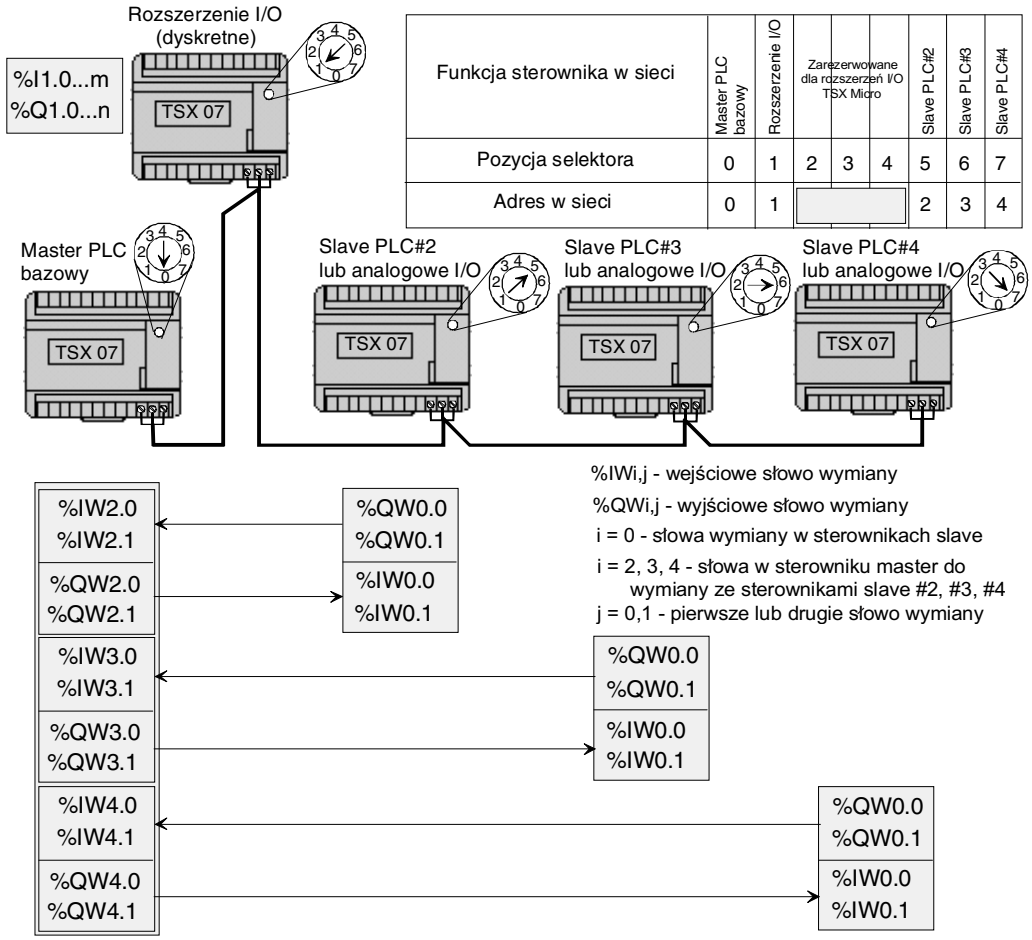
W programie narzędziowym PL7_07 służącym do przygotowywania programów użytkownika dla sterowników TSX 07 dostępne są następujące zmienne:

- szesnastobitowe słowa wewnętrzne o adresach %MW0–%MW255,
- stałe definiowane jako liczby z zakresu od –32768 do +32767 umieszczone w programie lub jako zawartość komórki o adresach %KW0–%KW63 zadawane w menu *Configuration* programu PL7_07,
- słowa systemowe o adresach %SW0–%SW127,
- słowa bloków funkcjonalnych np. wartości zadane bloków czasowych (%TMx.P) czy wartość bieżąca częstościomierza (%FC.V),
- słowa wymiany na magistrali rozszerzenia (jak na rys. 2.1 oraz 2.16),
- binarne wejścia i wyjścia,
- bity wewnętrzne %M0–%M128,
- bity systemowe %S0–%S128,
- bity wydzielone ze słów: AW:Xi, gdzie AW – adres słowa, i – numer bitu w słowie 0–15, np. %MW5:X7, %SW100:X3, %KW2:X0,
- łańcuchy bitów wejściowych i wyjściowych, np. %I0:5 – pięć pierwszych bitów wejściowych sterownika bazowego, %Q1:7 – siedem pierwszych bitów wyjściowych rozszerzenia I/O,
- łańcuchy bitów systemowych (%Si:L) i wewnętrznych (%Mi:L), gdzie *i* wielokrotność liczby 8, a $0 < L < 17$, np. %M8:16 oznacza łańcuch kolejnych 16 bitów, poczynając od bitu %M8,
- tablice słów AW:L, gdzie: AW – adres pierwszego słowa, L – liczba słów w tablicy np. %MW23:20 – kolejnych 20 słów, poczynając od słowa %MW23.

2.1.2. Konfigurowanie sieci

Najprostszy sposób realizacji wymiany informacji między sterownikami TSX 07 Nano polega na wykorzystaniu sieci z magistralą rozszerzenia i uproszczonym protokołem Modbus. Każdy sterownik wyposażony w port rozszerzenia może pełnić rolę sterownika

bazowego lub rozszerzenia I/O albo rolę mastera lub slave'a. Maksymalnie rozbudowaną sieć pokazano na rysunku 2.1. Sieć taka pozwala realizować systemy automatyki rozproszonej z równoległą realizacją zadań na czterech sterownikach (do 120 wejść/wyjść). Odległość między skrajnymi węzłami sieci nie powinna przekraczać 200 m. Rolę rozszerzenia I/O może pełnić sterownik TSX 07 lub rozszerzenie TSX 07 EX. Każdy z węzłów slave można zastąpić modułem wejść/wyjść analogowych. Wymiana informacji następuje wtedy poprzez słowa wymiany.



Funkcja sterownika w sieci	Master PLC bazowy	Rozszerzenie I/O	Zarezerwowane dla rozszerzeń I/O TSX Micro			Slave PLC#2	Slave PLC#3	Slave PLC#4
Pozycja selektora	0	1	2	3	4	5	6	7
Adres w sieci	0	1				2	3	4

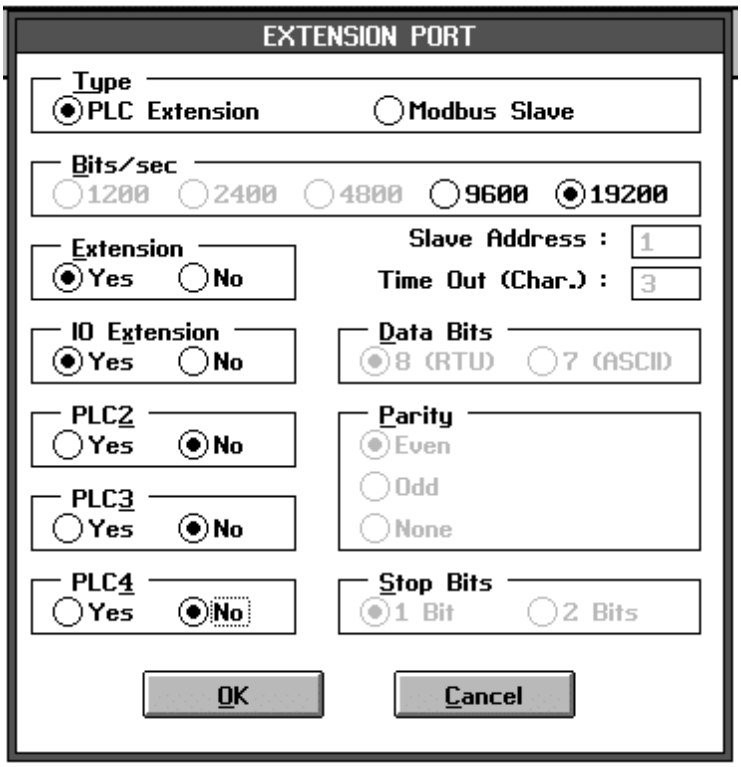
Rys. 2.1. Maksymalna konfiguracja sieci sterowników TSX 07 Nano z magistralą rozszerzenia

Sieć realizowana jest poprzez złącza RS485 i wykorzystuje skręconą parę przewodów w ekranie. Można używać kabli oferowanych przez producenta lub wykonać je we własnym zakresie zgodnie z dokumentacją. Wyboru funkcji sterownika w sieci dokonuje się poprzez ustawienie selektora w odpowiedniej pozycji: 0 – sterownik bazowy

lub master, 1 – rozszerzenie I/O, 5, 6 i 7 – slave'y o adresach odpowiednio #2, #3, #4. Sterownik pracujący w trybie rozszerzenia I/O służy zwiększeniu liczby wejść/wyjść sterownika bazowego. W sieci może być tylko jedno rozszerzenie I/O. Sterowniki pracujące w trybie slave nie mogą posiadać rozszerzenia.

Do wymiany informacji w sterownikach pracu jących w trybie master zarezerwowane są dwa słowa wejściowe i dwa słowa wyjściowe dla każdego z trzech możliwych do podłączenia sterowników slave (rys. 2.1). W sterownikach, dla których wybrano tryb pracy slave do komunikacji w sieci zarezerwowane są dwa słowa wejściowe %IW0.0 i %IW0.1 oraz dwa słowa wyjściowe %QW0.0 i %QW0.1. Zawartość tych słów jest automatycznie wymieniana w sieci bez udziału programisty w cyklu innym niż cykl wykonywania programu w sterowniku. Zawartość przesyłanych słów jest dostępna także bitowo.

Praca sterowników w sieci z magistralą rozszerzenia wymaga skonfigurowania złącza rozszerzenia w sterowniku bazowym (master). Odbywa się to za pomocą programu PL7_07 w menu *Configuration/Extension Port*. Należy wybrać protokół *PLC Extension*, prędkość transmisji oraz wskazać węzły obecne w sieci. Wybór opcji *Extention = YES* dotyczy tylko sygnalizacji obecności rozszerzenia I/O (świecąca ciągle dioda I/O – rys. 2.38). Konfiguracja ta jest przesyłana do sterownika wraz z programem użytkowym.



Rys. 2.2. Okno konfiguracji portu rozszerzenia

2.1.3. Przykładowe zadania testowe

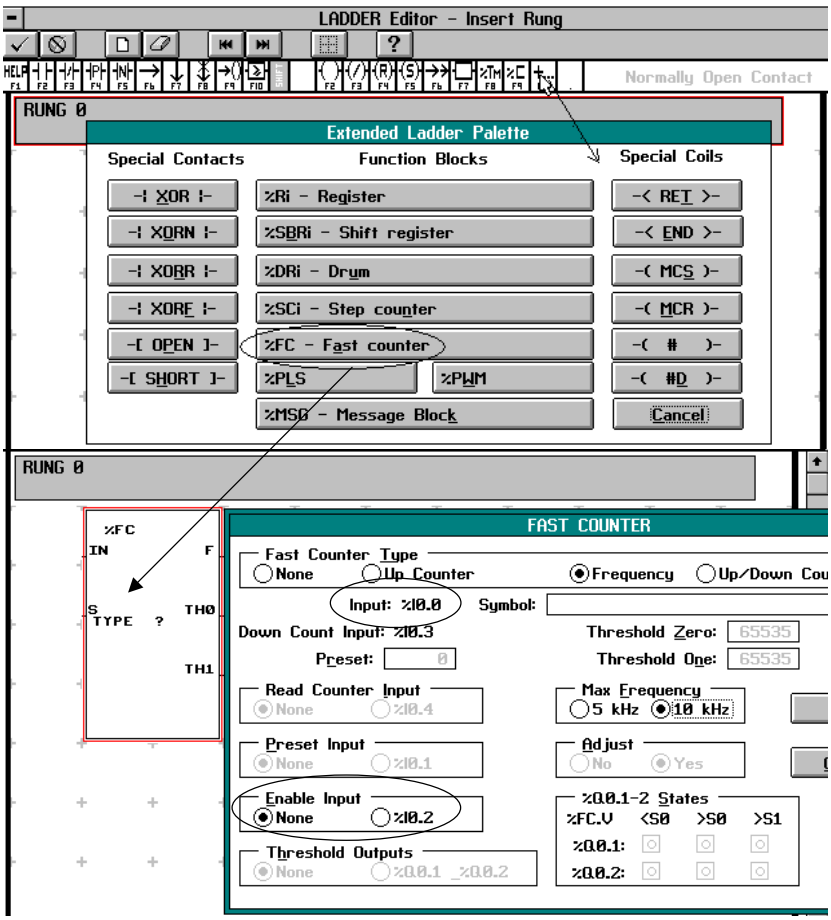
Przykład 2.1

W celu realizacji sieci rozszerzenia złożonej z dwóch sterowników TSX 07: bazowego i rozszerzenia I/O należy ustawić selektory odpowiednio na „0” i „1”. Następnie należy podać konfigurację sieci w programie aplikacyjnym jak na rys. 2.2 .

Zadanie polega na uaktywnieniu częstościomierza w sterowniku bazowym sygnałem na wejściu binarnym kasety rozszerzenia oraz ustawianiu wyjścia w rozszerzeniu sygnałem na wejściu sterownika bazowego.

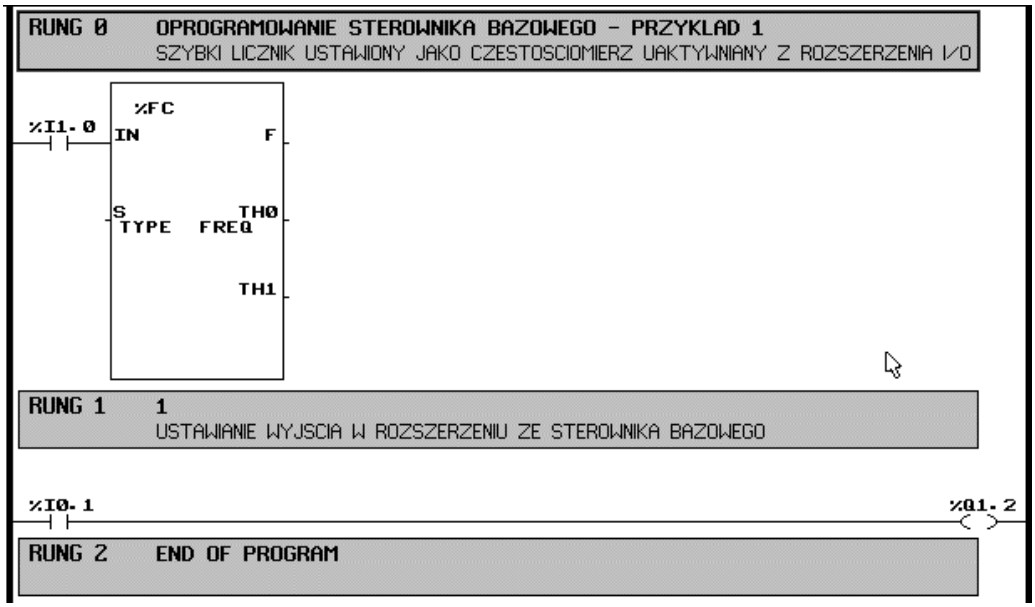
Programowanie sterownika bazowego

W roli częstościomierza wykorzystano odpowiednio skonfigurowany blok szybkiego licznika (rys. 2.3). Czas bazowy częstościomierza zadaje się poprzez ustawienie bitu



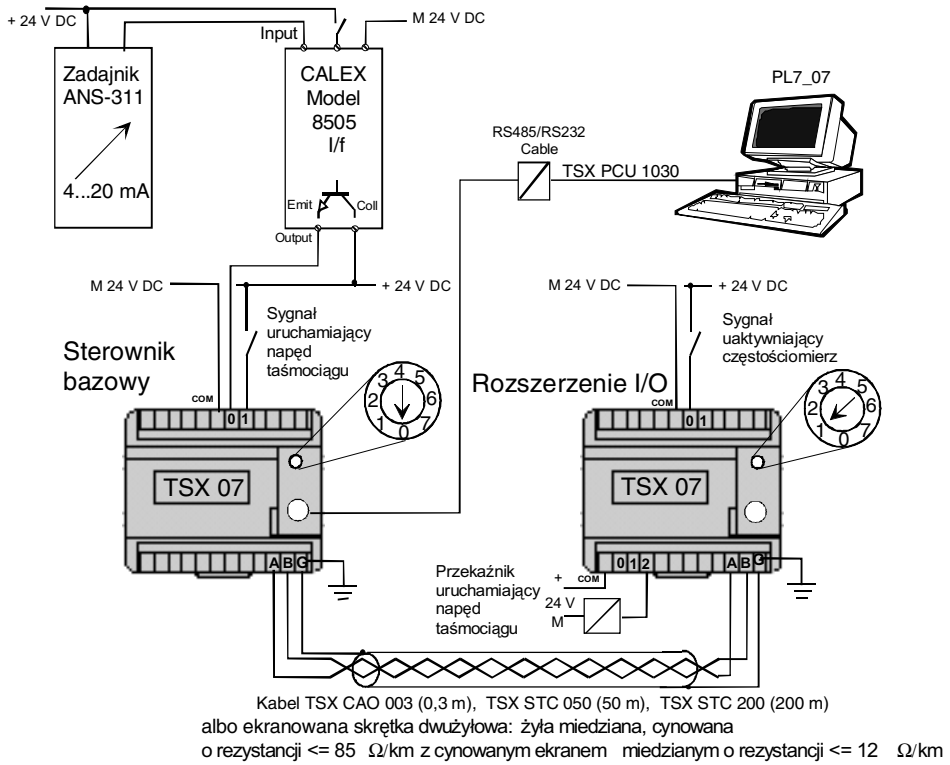
Rys. 2.3. Konfigurowanie częstościomierza w programie PL7-07

%SW111:X2 (**0** – 1 s, **1** – 100 ms). Wejście zliczające częstościomierza ma ustalony adres %I0.0, zaś wejście uaktywniające IN zgodnie z przykładowym programem %I1.0, a nie %I0.2 proponowane jako domyślne (podczas konfiguracji wybrać None). Program sterownika pokazano na rys.2.4. Po zakończeniu edycji program należy przesłać do sterownika wybierając z menu PLC/Transfer/ PC→PLC. Uruchomienie następuje po wybraniu *PLC/Run* i dla obserwacji bieżącej stanu programu *PLC/Connect* (podłączenie online) i *PLC/Toggle Animation* (animacja obrazu). Prawidłowa praca sieci rozszerzenia sygnalizowana jest świeceniem żółtych diod *Com*. Czerwona dioda I/O w sterowniku bazowym, świecąca światłem ciągłym, sygnalizuje obecność rozszerzenia I/O. Dioda I/O migająca sygnalizuje, że sterownik pełni funkcję rozszerzenia.



Rys. 2.4. Oprogramowanie sterownika realizującego zadanie z przykładu 2.1

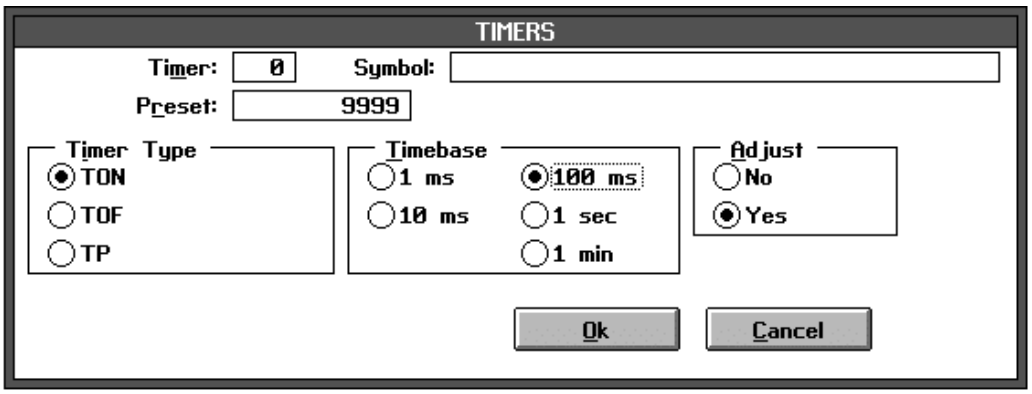
Program testowano w układzie pokazanym na rys. 2.5. Przykład ilustruje dodatkowo, jak można wykorzystywać sygnały analogowe, gdy sterownik nie ma wejść analogowych. Przetwornik prąd–częstotliwość zamieniający standardowy sygnał prądowy na ciąg impulsów o częstotliwości 0–5 kHz podpięto na wejście szybkiego licznika w roli częstościomierza. Testowanie stanu wyjść można przeprowadzić na podstawie obserwacji stanu diod sygnalizacyjnych lub urządzeń sterowanych sygnałami na tych wyjściach. W przykładowym zadaniu sterowano pracą podajnika taśmowego.



Rys. 2.5. Układ do testowania wymiany informacji opisanej w przykładzie 2.1

Przykład 2.2

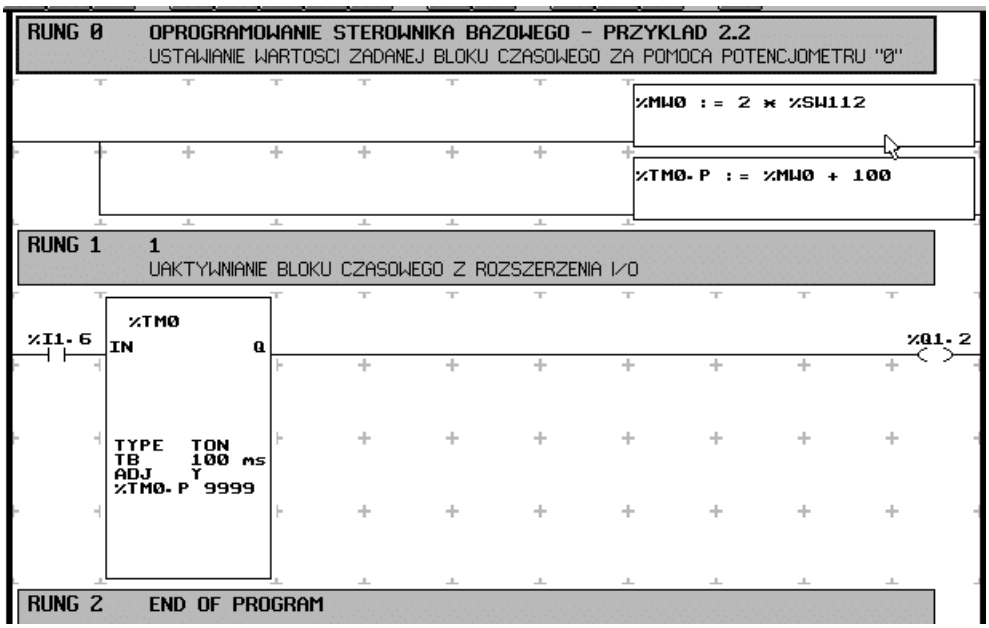
W sieci „sterownik–rozszerzenie” sygnał na wejściu rozszerzenia uruchamia blok czasowy z opóźnionym zadziałaniem skonfigurowany jak na rys. 2.6. Ustawienie



Rys. 2.6. Konfigurowanie bloku czasowego w programie PL 7-07

Adjust = Yes oznacza dopuszczenie zmiany wartości zadanej opóźnienia z terminala w czasie działania sterownika.

Czas opóźnienia w przykładzie wyznaczany jest z uwzględnieniem wartości ustawionej na potencjometrze „0” na płycie czołowej sterownika. Położenie potencjometru przetwarzane jest na wartość z zakresu 0–255, która jest dostępna w słowie systemowym %SW112. Po ustawionym czasie opóźnienia uaktywniane jest wyjście w rozszerzeniu I/O. Czas odmierzany przez timer: (100–610)·100 ms.

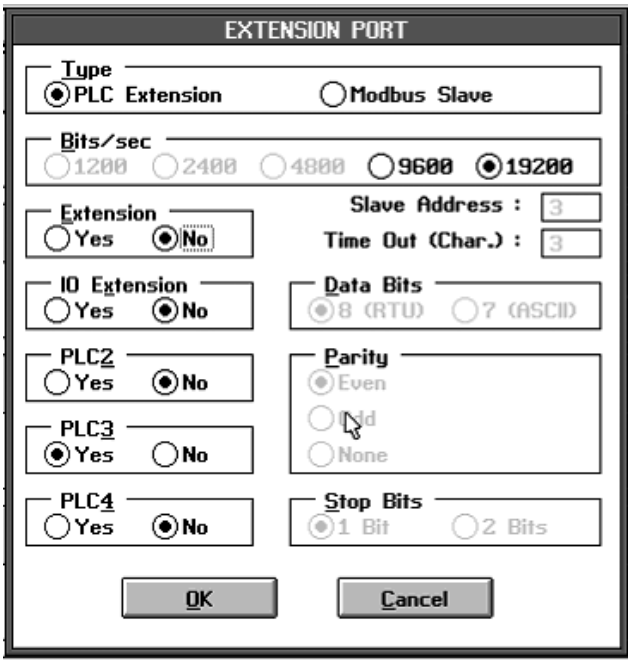


Rys. 2.7. Oprogramowanie sterownika realizującego zadanie z przykładu 2.2

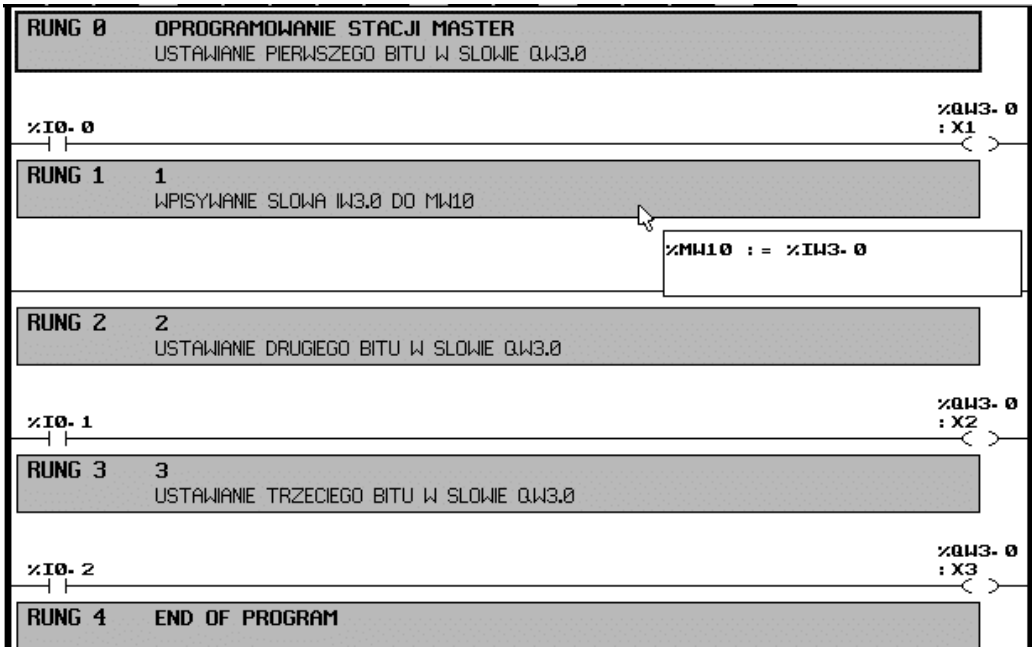
Przykład 2.3

W sieci złożonej ze sterownika master i sterownika slave zrealizowano zadanie polegające na uruchomieniu częstościomierza w sterowniku slave sygnałem na wejściu sterownika master z przekazywaniem do sterownika master wartości zmierzonych oraz uaktywnianiu z wejść sterownika master wyjść w sterowniku slave. W celu realizacji wymiany danych w sieci złożonej z dwóch sterowników TSX 07: mastera i slave’a o adresie #3 należy ustawić selektory odpowiednio na „0” i „6”. Następnie należy podać konfigurację sieci w programie aplikacyjnym dla sterownika master jak na rys. 2.8. Parametry bloku licznika FC ustawić jak w przykładzie 2.1.

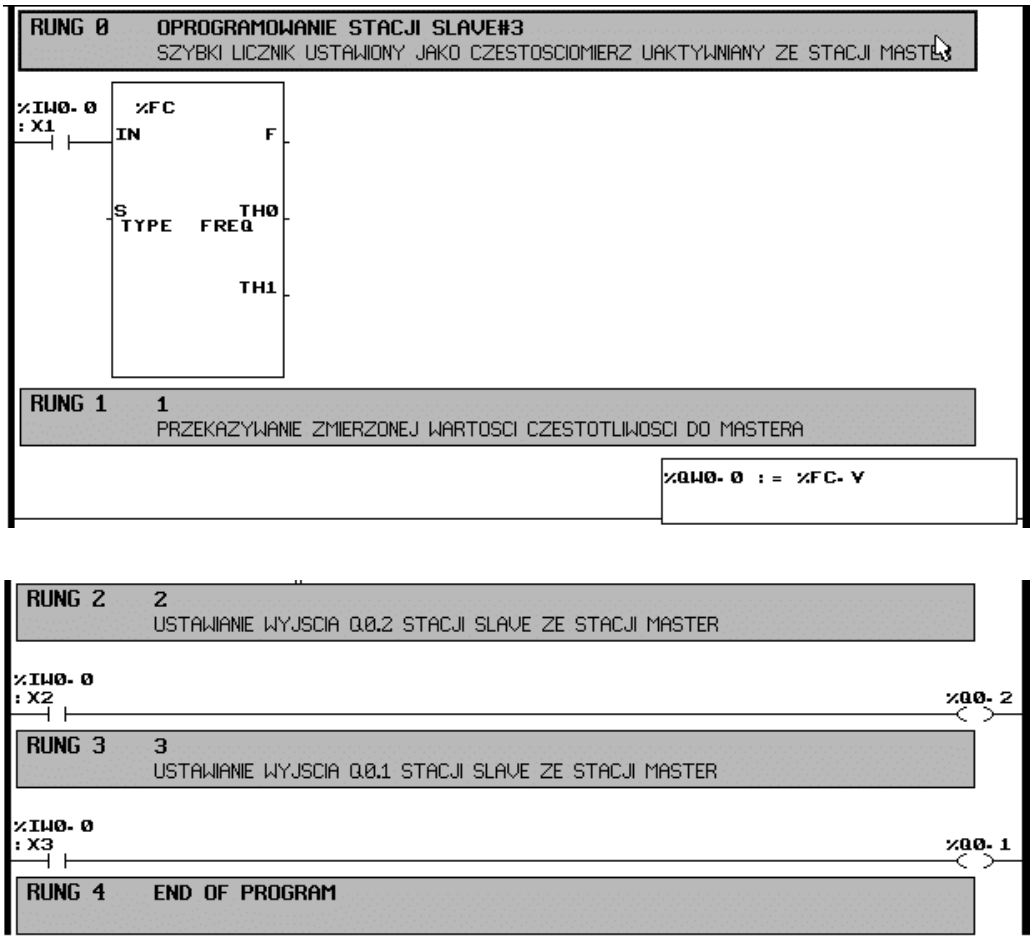
Po przesłaniu oprogramowania do sterowników i uruchomieniu sterowników wykorzystujących do komunikacji magistralę rozszerzenia jest możliwość śledzenia bieżących wartości bitów i słów w oknie *Data Editor* (z menu *View*). Przykładowe okno pokazano na rys. 2.11.



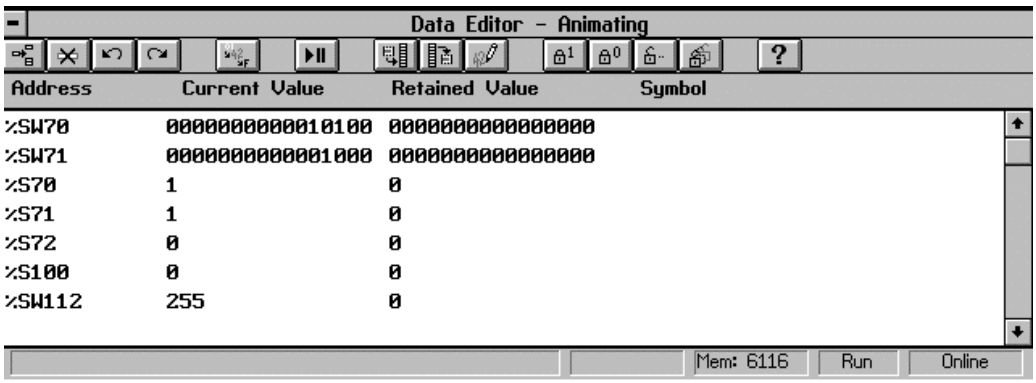
Rys. 2.8. Konfiguracja portu rozszerzenia dla sterownika master



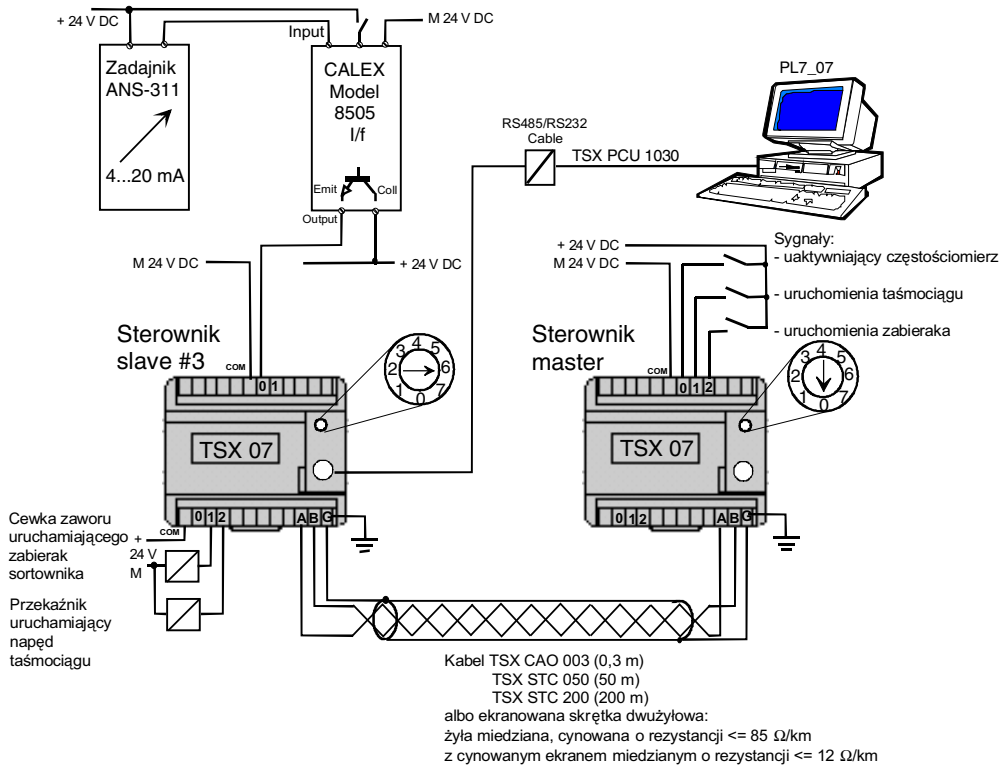
Rys. 2.9. Oprogramowanie sterownika master realizującego zadanie z przykładu 2.3



Rys. 2.10. Oprogramowanie sterownika slave realizującego zadanie z przykładu 2.3



Rys. 2.11. Przykładowe okno *Data Editor* dla przykładu 2.3

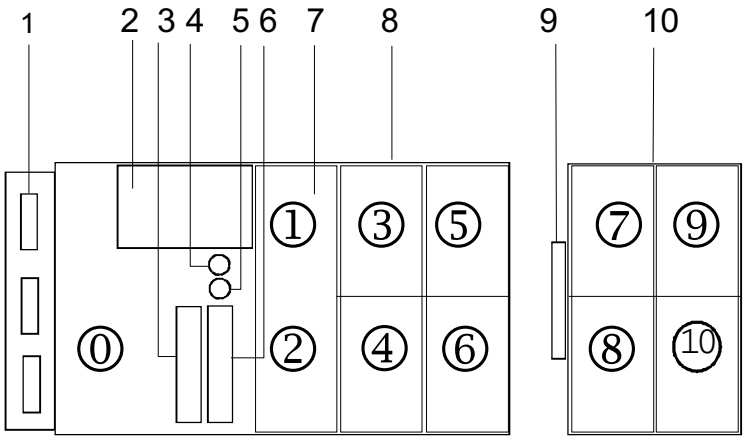


Rys. 2.12. Układ do testowania wymiany informacji opisanej w przykładzie 2.3

2.2. Sieć sterowników TSX 37 Micro i TSX 07 Nano

2.2.1. Sterownik TSX 37 Micro

Sterownik TSX 37 Micro produkowany jest w pięciu wersjach (37 05, 37 08, 37 10, 37 21 i 37 22), z czego dwie pierwsze składają się wyłącznie z kasety podstawowej (bazowej) bez możliwości rozszerzenia. Trzy wersje o wyższych numerach dają możliwość podłączenia w wersji najbardziej rozwiniętej 248 sygnałów binarnych (bez oddalonych wejść/wyjść wykorzystujących magistralę rozszerzenia). Składają się z kasety podstawowej (bazowej) dwu- lub trzygniazdowej oraz dwugniazdowej kasety rozszerzenia. W gniazdach można umieszczać moduły w formacie standardowym lub połówkowym. Pierwsze gniazdo przewiduje jedynie moduł standardowy lub zawiera taki moduł zintegrowany z jednostką centralną. Istnieją także inne ograniczenia, np. gniazdo o adresie 4 jest jedynym gniazdem, w którym można umieszczać moduły komunikacyjne: magistrali rozszerzenia (TSX STZ 10) lub sieci AS-I (TSX ASZ 10). Program użytkowy w zależ-



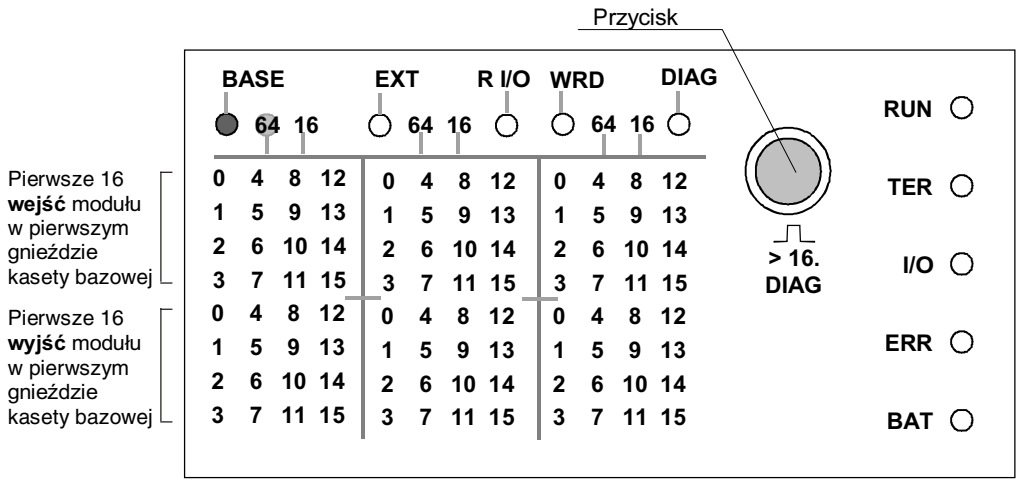
Rys. 2.13. Bazowa kaseta sterownika TSX 37-21/22 z kasetą rozszerzenia TSX RKZ 02
1 – złącza zintegrowanych wejść/wyjść analogowych i zliczających, 2 – panel wyświetlacza, 3 – gniazdo karty pamięci dodatkowej w formacie PCMCIA, 4 – gniazdo terminala do programowania, 5 – gniazdo interfejsu operatorskiego, 6 – gniazdo modułu komunikacyjnego (PCMCIA), 7 – gniazdo zarezerwowane dla modułów o formacie standardowym, 8 – trójgniazdowa kaseta bazowa (pozycje 1–6), 9 – łączówka do połączenia z kasetą bazową sterownika, 10 – kaseta rozszerzeń z dwoma gniazdami (pozycje 7–10)

ności od wykonania może liczyć maksymalnie od 4 do 28,1 tysięcy instrukcji binarnych języka drabinkowego. Podstawowa pamięć RAM ma rozmiar 14 lub 20K słów, zaś dodatkowa pamięć na kartach PCMCIA – 32 lub 64K słowa.

Wyświetlacz (2) może przekazywać informacje o stanie sterownika, stanie wejść/wyjść sterownika i jego zmiennych wewnętrznych, wynikach diagnostyki wejść/wyjść, modułów i inne. Panel wyświetlacza (rys. 2.14) tworzą:

- pięć diod statusowych umieszczonych po prawej stronie, informujących o pracy sterownika,
- pięć diod statusowych w górnej części, informujących o trybie wyświetlania,
- trzy pola po 32 diody odpowiadające gniazdom kasety bazowej lub rozszerzenia sterownika, informujące o stanie wejść/wyjść dwustanowych oraz uszkodzeniach kanałów lub modułów. Ponadto każde pole wyposażone jest w dwie diody dodatkowe, oznaczone „64” i „16” informujące, która z części kanałów jest wyświetlana, jeśli do gniazda włożono moduł o liczbie wejść lub wyjść przekraczającej 16.

Panel wyświetlacza jest także wyposażony w przycisk, który umożliwia zmiany trybu wyświetlania i/lub zakresu wyświetlanych danych. Gdy świeci się dioda BASE, wtedy każde z 32 diodowych pól wyświetla stan wejść/wyjść odpowiadającego mu modułu umieszczonego w gnieździe kasety bazowej. Podświetlona liczba oznaczająca numer kanału sygnalizuje stan 1. Jeśli liczba wejść lub/i wyjść w module przekracza 16, to dioda „64” sygnalizuje, że wyświetlana jest młodsza szesnastka, zaś podświetlenie „64”



Rys. 2.14. Przykładowy wygląd wyświetlacza sterownika TSX 3722

i „16” oznacza, że dla otrzymania numeru aktywnego kanału należy do świecącej się liczby dodać 16. Dioda EXT sygnalizuje, że wyświetlany jest stan wejść/wyjść modułów w kasecie rozszerzenia, zaś R I/O, że wyświetlane są informacje związane z siecią AS-I (jeśli jest wykorzystywana). Dioda WRD sygnalizuje wyświetlanie zmiennych wewnętrznych lub stanu wejść/wyjść w kasetach oddalonych TSX 07 Nano, natomiast DIAG oznacza, że wyświetlane są informacje diagnostyczne.

Tryb diagnostyczny wywołuje się przez dłuższe przytrzymanie (ponad 1 s) przycisku na wyświetlaczu. Sygnalizacja uszkodzeń na trzech polach polega na szybkim migotaniu diody podświetlającej numer uszkodzonego kanału, gdy uszkodzone jest pojedyncze wejście/wyjście lub powolnym migotaniu wszystkich diod danego modułu, jeśli uszkodzony jest moduł. Krótkie naciśnięcie przycisku powoduje przejście do wyświetlania kolejnych uszkodzeń. Długie naciśnięcie – powrót do wyświetlania stanu wejść/wyjść.

Kolejność wyświetlania wejść/wyjść zależy od konfiguracji sterownika. Jeśli sterownik posiada tylko kasetę bazową, to krótkie naciskanie nie przynosi żadnych rezultatów, a w sterowniku z rozszerzeniem i modułami pełnowymiarowymi o 64 wejść/wyjść w rozszerzeniu – kolejno wyświetlane są baza → rozszerzenie (pierwsze 16 wejść i 16 wyjść) → rozszerzenie (następne 16 wejść i 16 wyjść) → baza itd. Ze stanu diod statusowych w górnej części sterownika można odczytać, co jest wyświetlane aktualnie.

Aby przejść do wyświetlania informacji o stanie oddalonych wejść/wyjść (tryb R I/O) w stacjach slave sieci AS-I, należy wcisnąć przycisk w module komunikacyjnym TSX ASZ 10. Długie naciśnięcie przycisku na panelu wyświetlacza powoduje przejście do diagnostyki sieci AS-I (stwierdzanie obecności węzłów slave).

Praca wyświetlacza w trybie WRD wymaga ustawienia bitu systemowego %S69, co spowoduje zapalenie diody WRD. O tym, co i jak będzie wyświetlane na wyświetlaczu decyduje zawartość trzech słów systemowych: %SW67, %SW68 i %SW69.

Zawartość słowa **%SW67** jest następująca:

Typ obiektu (bity 0–3)	Na czterech bitach kodowany jest typ wyświetlanych obiektów: • 0: %MWi (ustawienie domyślne) • 1: %SWi, • 2: %KWi, • 8: %Mi, • 9: %Si, • A: %Xi, • B: %I oraz %Q ze sterowników TSX 07 Nano.
Sposób obrazowania (bit 4)	Ustawienie decyduje o formie wyświetlanej zawartości słów: • 0: binarnie, • 1: heksadecymalnie (ustawienie domyślne).
Kierunek przesuwania wyświetlanej informacji (bit 5)	Ustawienie decyduje o przesuwaniu wyświetlanej informacji w tablicy słów lub grupie bitów: • 0: w kierunku rosnących indeksów (adresów) – ustawienie domyślne, • 1: w kierunku malejących indeksów (adresów).
Wyświetlanie bajtów bardziej i mniej znaczących (bity 7 i 6)	Ustawienie określa sposób wyświetlania słowa w trybie hex: • 00: kombinacja zabroniona (powoduje ustawienie bitu 15 – błąd), • 01: ciągłe wyświetlanie bajtu mniej znaczącego, • 10: ciągłe wyświetlanie bajtu bardziej znaczącego, • 11: naprzemienne wyświetlanie bardziej i mniej znaczącego bajtu, ze zmianą co 2 s (ustawienie domyślne).
Błąd (bit 15)	Bit ustawiany na 1, gdy: • numer słowa przekracza wartość wynikającą z deklaracji w programie konfiguracyjnym, • wybrano heksadecymalny sposób obrazowania informacji o bitach, • bity 7 i 6 ustawiono na 00. Aktywacja bitu błędu sygnalizowana jest zapaleniem górnych 16 diod na panelu 32-diodowym pod diodą WRD.

Starszy bajt słowa **%SW68** zawiera indeks maksymalny, zaś młodszy – indeks bieżący wyświetlanej informacji (ustawienie domyślne – 0F00). Ich znaczenie zależy od wybranego typu wyświetlanych obiektów:

Obiekty typu słowo (%MWi, %SWi, %KWi)

Słowa, które mogą być wyświetlane, grupowane są w tablice po maksimum 16 słów, z których pierwsze ma indeks 0, zaś ostatnie 15. Podczas przedstawiania wartości słów w postaci heksadecymalnej wyświetlany jest także indeks bieżący. Zawartość jednego lub obu bajtów wybranego słowa (w zależności od ustawienia bitów 7 i 6 w słowie %SW67) obrazowana jest jako dwie duże cyfry, utworzone z cyferek podświetlonych diodami, na dwóch pierwszych polach wyświetlacza.

W trybie binarnym każda grupa 16 diod w dwóch pierwszych panelach wyświetlacza obrazuje wartość jednego z czterech kolejnych słów. Bieżący indeks jest wtedy indeksem słowa, którego wartość jest wyświetlana w górnej części pierwszego panelu. Kolejne wartości są wywoływane poprzez wciskanie przycisku na panelu wyświetlacza. Przeglądanie odbywa się w kierunku zadeklarowanym przez ustawienie bitu 5 w słowie %SW67.

Obiekty bitowe (%Mi, %Si, %Xi)

Bity wyświetlane są zawsze w grupach po 64 na diodach w pierwszym i drugim panelu wyświetlacza. Nie ustawia się dla nich indeksu maksymalnego. Indeks bieżący wskazuje kolejną grupę 64 bitów. Na przykład dla bitów stanów etapu Xi w języku Grafcet, indeks 0 odpowiada bitom o numerach 0–63, zaś indeks 1 bitom o numerach 64–127.

Obiekty typu zdalne wejścia/wyjścia (%I, %Q)

Wejścia/wyjścia dwóch kolejnych sterowników TSX 07 Nano na magistrali rozszerzenia są obrazowane na dwóch pierwszych panelach wyświetlacza. Górnych 16 diod wyświetla stan wejść, zaś 16 dolnych – stan wyjść. Na dolnych 16 diodach trzeciego panelu wyświetlany jest indeks bieżący, równy młodszemu adresowi sterownika, którego stan jest wyświetlany na pierwszym polu. Każde wciśnięcie przycisku na panelu wyświetlacza powoduje zmianę indeksu o 1 w kierunku zadeklarowanym przez ustawienie bitu 5 w słowie %SW67.

Słowo **%SW69** zawiera adres pierwszego słowa do wyświetlania (ustawienie domyślne – 0000).

Po zimnym starcie sterownika słowa systemowe %SW67, %SW68, %SW69 ustawiane są na wartości domyślne. Tryb WRD uaktywniany jest przez ustawienie bitu %S69 na 1. Deaktywacja (%S69 = 0) i ponowne ustawienie trybu WRD nie powoduje zmiany zawartości tych słów.

Do tworzenia programów aplikacyjnych dla sterownika TSX 37 Micro opracowano trzy programy narzędziowe: PL7 Micro (tylko TSX 37), PL7 Junior (TSX 37 i TSX 57), PL7 Pro (jak PL7 Junior + możliwość bloków funkcyjnych użytkownika DFB + PL7 ProDyn do sterowania, diagnostyki, wizualizacji procesu i obsługi sterownika).

Zmienne jednobitowe: stan wejść i wyjść fizycznych %Iy,x oraz %Qy,x, stany wewnętrzne %Mi (i = 0–255), bity systemowe %S0–%S127, bity stanu wyjść bloków funkcyjnych (np. TMi.O), bity wydzielone ze słów (np. %MW15:X5).

Adresowanie wejść/wyjść sterownika:

%	**I** lub **Q**	**X,W** lub **D**	**y**	**.**	**x**
symbol	**I** – wej. **Q** – wyj.	format: **X** – bit (można pominąć) **W** – słowo **D** – słowo podwójne	**y** – numer pozycji modułu w kasecie	kropka	**x** – numer wejścia lub wyjścia; numeracja zaczyna się od 0.

Z każdym gniazdem związane są dwie pozycje pokazane na rys. 2.13. Moduł standardowy zajmuje i fizycznie, i w adresowaniu dwie pozycje, moduł w standardzie połówkowym zajmuje jedną pozycję.

Przykładowe adresowanie:

- dla modułu standardowego 64 I/O (32 wejścia + 32 wyjścia) umieszczonego w gnieździe z numerami pozycji 1 i 2 adresy są następujące: %I1.0 –%I1.31, %Q2.0–%Q2.31
- dla modułu standardowego o 32 wejściach binarnych umieszczonego w gnieździe z numerami pozycji 5 i 6 adresy są następujące: %I5.0 –%I5.15, %I6.0–%I6.15,
- dla modułu połówkowego o 8 wyjściach, zajmującego pozycję o numerze 7 adresy są następujące: %I7.0–%I7.7,
- dla modułu połówkowego o czterech wejściach analogowych, umieszczonego w gnieździe na pozycji 3 adresy są następujące: %IW3.0–%IW3.3,
- dla ośmiu zintegrowanych wejść analogowych %IW0.2–%IW0.9.

Adresowanie słów wewnętrznych, stałych i systemowych:

%	**M, K** lub **S**	**B,W,D** lub **F**	**x**
symbol	słowo: **M** – wewnętrzne **K** – stała **S** – systemowe	format: **B** – bajt **W** – słowo **D** – słowo podwójne **F** – zmiennoprzecinkowy	**x** – numer słowa

Dostępna dla użytkownika pamięć wewnętrzna sterownika jest podzielona na dwa obszary: pamięć o organizacji bitowej o pojemności 1280 bitów oraz pamięć słów 16-bitowych. Pojemność pamięci słów zależy od modelu sterownika i zastosowanych kart pamięci dodatkowych. Rozdział pamięci oznacza, że bity wewnętrzne %Mi nie wchodzą w skład słów wewnętrznych %MWj. Słowo stanowi podstawę organizacji pamięci.

Te same bajty wchodzą w skład słów, słów o podwójnej precyzji oraz słów zmiennoprzecinkowych. Nakładanie się na siebie adresowanych obiektów, zilustrowane na rysunku 2.15, może sprawiać trudność mniej doświadczonym programistom.

<table>
<tr><td>Bajty</td><td>%MB0</td><td>%MB1</td><td>%MB2</td><td>%MB3</td><td>%MB4</td><td>%MB5</td><td>%MB6</td><td>%MB7</td></tr>
<tr><td>Słowa</td><td colspan="2">%MW0</td><td colspan="2">%MW1</td><td colspan="2">%MW2</td><td colspan="2">%MW3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Słowa o podwójnej precyzji lub zmiennoprzecinkowe</td><td colspan="4">%MD0 lub %MF0</td><td colspan="4">%MD2 lub %MF2</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="4">%MD1 lub %MF1</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

Rys. 2.15. Ilustracja sposobu nakładania się obiektów adresowanych w sterownikach serii TSX

Przykłady

W skład %MD0 wchodzą słowa %MW0 (mniej znaczące bity) i %MW1 (bardziej znaczące bity). Słowo %MW1 stanowi równocześnie mniej znaczącą część %MD1. Na słowo %MWi składają się bajty $\%MB_j$ i $\%MB_{j+1}$ (gdzie $j = 2i$). Stałej o podwójnej precyzji %KD345 odpowiadają słowa %KW345 i %KW346. Słowu zmiennoprzecinkowemu %MF15 odpowiadają słowa %MW15 i %MW16.

Użycie w programie zmiennej o adresie np. %MD5 wyklucza więc w zasadzie używanie zmiennych %MW5 i %MW6, chyba że robimy to z pełną świadomością w celu zmiany zawartości słowa %MD5.

Poza wymienionymi obiektami w programie można użyć także:

- słowa zawierające parametry konfiguracyjne i wartości bieżące bloków funkcyjnych np. TMi.V, TMi. P – odpowiednio wartości: bieżąca i zadana *i*-tego bloku czasowego ($i = 0–63$), %Ci.V, %Ci.P – odpowiednio wartości: bieżąca i zadana *i*-tego licznika ($i = 0–31$),
- tablice bitów np. %M100:12,
- tablice słów np. %MW20:9,
- łańcuch znaków %MB0:15.

2.2.2. Konfigurowanie sieci

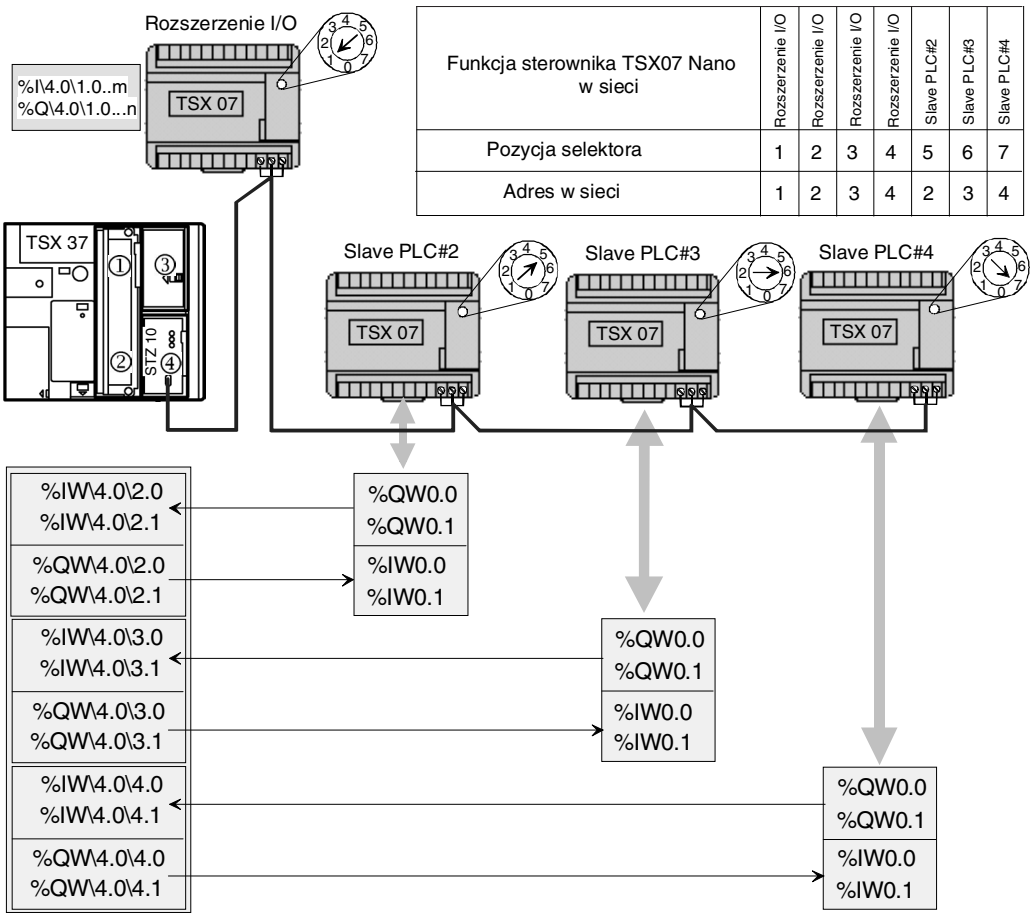
Sieć na magistrali rozszerzenia można realizować także z wykorzystaniem sterownika TSX 37 Micro, który pełni funkcję sterownika bazowego (mastera). W sieci takiej może uczestniczyć tylko jeden sterownik TSX 37 Micro i tylko w tej roli. Rolę rozszerzeń I/O i węzłów slave pełnią sterowniki TSX 07 Nano. Sieć może zawierać maksymalnie pięć węzłów z następującymi ograniczeniami: do trzech węzłów slave i do czterech rozszerzeń I/O. Sieć taka, oprócz zasobów własnych sterownika master, pozwala wykorzystać do 96 wejść/wyjść oddalonych. Maksymalna rozpiętość w sieci między skrajnymi węzłami wynosi 200 m. Na rysunku 2.16 przedstawiono maksymalnie rozbudowaną sieć zawierającą jedno rozszerzenie I/O i trzy sterowniki w roli slave'wów. Funk-

cję węzła master pełni zawsze moduł komunikacyjny o formacie połówkowym STZ 10, w sterowniku TSX 37 umieszczany wyłącznie w gnieździe 4.

Na płycie czołowej modułu znajduja się trzy diody sygnalizujące stan pracy modułu (RUN – poprawna praca modułu, ERR – błąd w module, COM – aktywność linii komunikacyjnych).

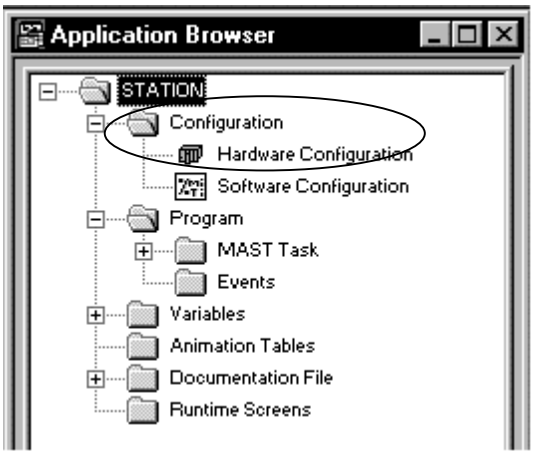
Pozostałe węzły konfiguruje się poprzez ustawienie selektora w sterowniku TSX 07 w pozycji wskazanej na rysunku 2.16.

Wymiana informacji z węzłami typu slave odbywa się podobnie jak w sieciach złożonych ze sterowników TSX 07. Grupa znaków \4.0\ w adresach słów wymiany związana jest z tym, że w kasecie sterownika TSX 37 do instalowania modułu komunikacyjnego przewidziane jest tylko gniazdo nr 4. Cyfra znajdująca się po tej grupie znaków zawiera adres tego węzła slave, z którym wymiana odbywa się poprzez dane słowo.



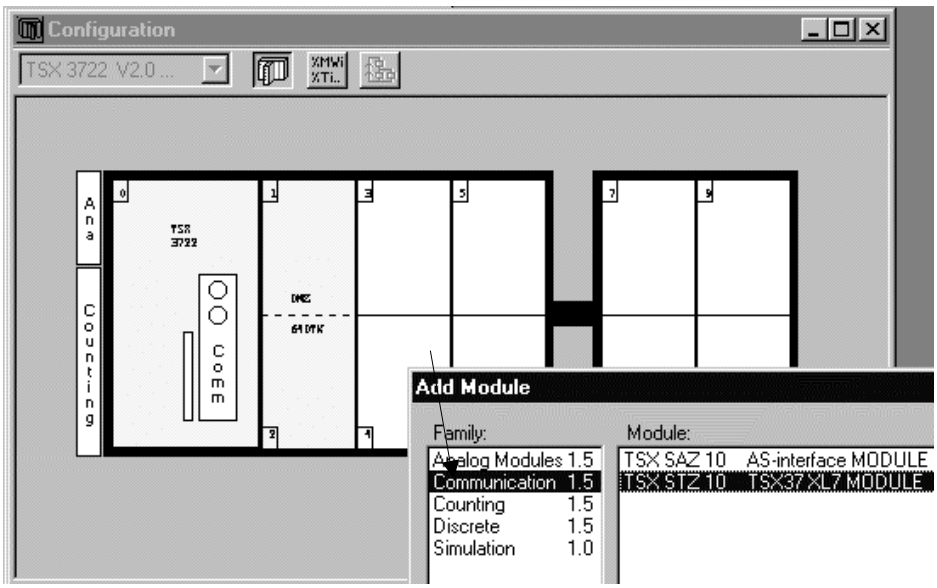
Funkcja sterownika TSX07 Nano w sieci	Rozszerzenie I/O	Rozszerzenie I/O	Rozszerzenie I/O	Rozszerzenie I/O	Slave PLC#2	Slave PLC#3	Slave PLC#4
Pozycja selektora	1	2	3	4	5	6	7
Adres w sieci	1	2	3	4	2	3	4

Rys. 2.16. Schemat maksymalnej konfiguracji sieci na magistali rozszerzenia z udziałem węzłów slave



Rys. 2.17. Konfigurowanie urządzenia

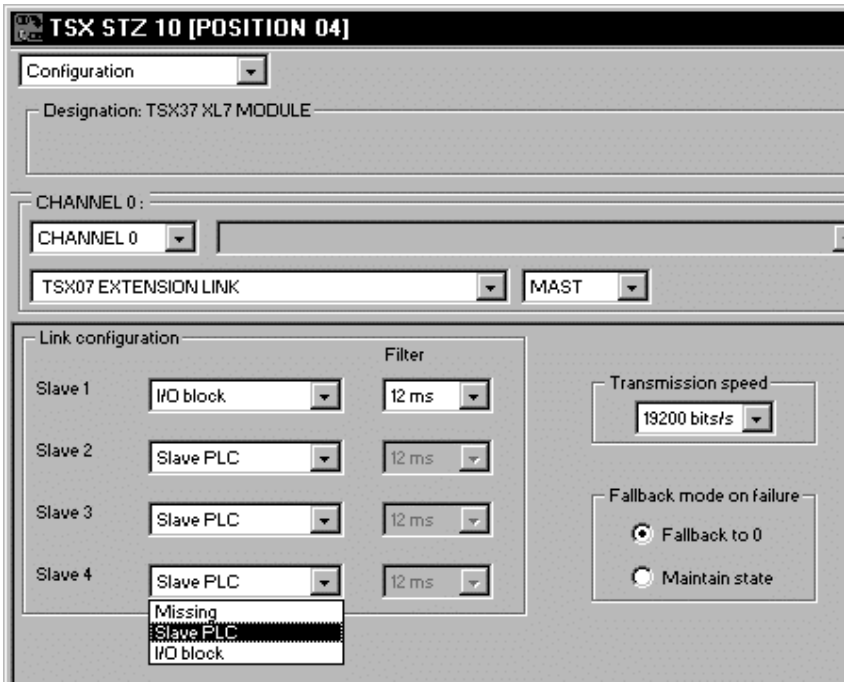
Praca sterowników w sieci wykorzystującej magistralę rozszerzenia ze sterownikiem TSX 37 w roli mastera wymaga skonfigurowania modułu komunikacyjnego TSX STZ 10 za pomocą programu PL7 Pro. Odbywa się to podczas konfigurowania urządzenia z wykorzystaniem opcji *Configuration/Hardware Configuration* (rys. 2.17). Gdy dochodzi do podania modułu umieszczonego w slocie 4, należy wybrać moduł TSX STZ 10 (TSX 37 XL7 MODULE), jak na rys. 2.18.



Rys. 2.18. Ilustracja wyboru modułu komunikacyjnego

Następnym krokiem jest zdefiniowanie wszystkich pozostałych węzłów sieci. Aby tego dokonać, należy po wybraniu modułu i potwierdzeniu tego wyboru, kliknąć prawym klawiszem myszy w polu pozycji 4 i wybrać z menu *Open Module*. Przygotowanie pozostałych węzłów do pracy w sieci wymaga wybrania pełnionej funkcji na selektorze, jak podano w tablicy na rys. 2.16.

Pojawia się wtedy okno jak na rys. 2.19 i dla każdego węzła dokonujemy wyboru spośród trzech możliwości: brak (*Missing*), sterownik slave (*Slave PLC*), rozszerzenie I/O (*I/O block*).



Rys. 2.19. Konfigurowanie modułu TSX STZ 10

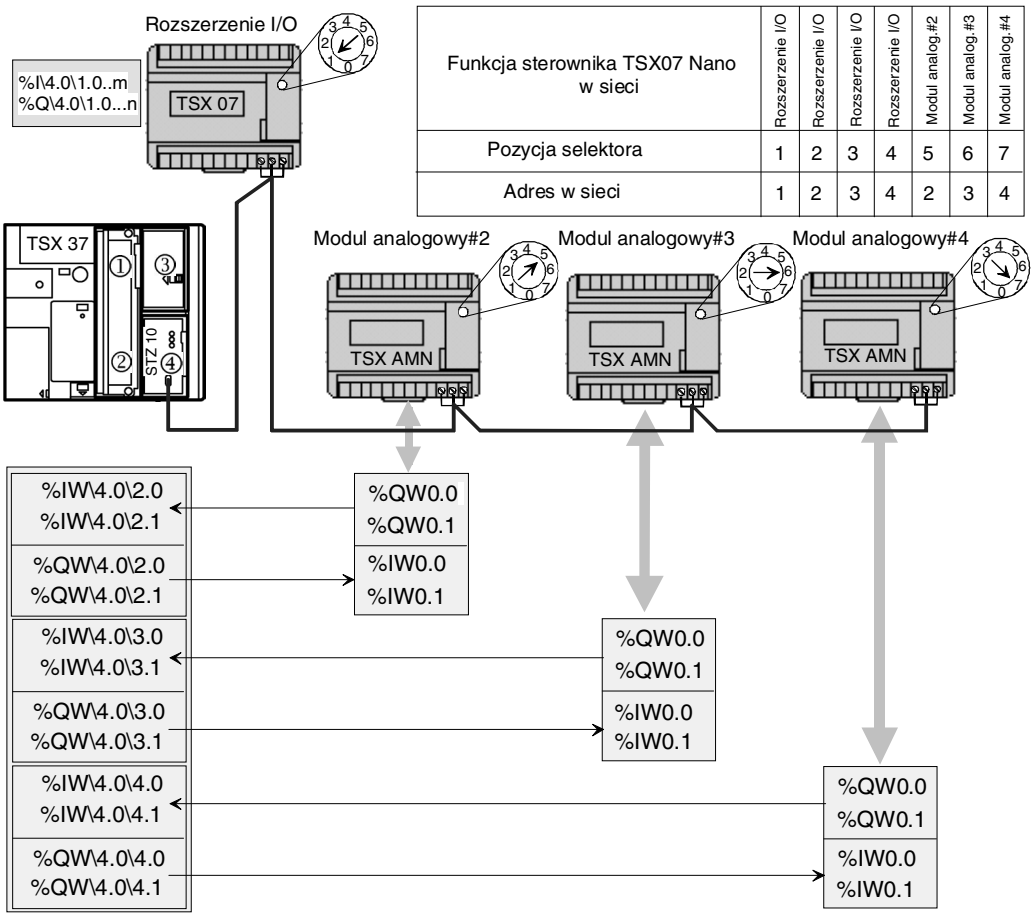
W przypadku wyboru rozszerzenia można jeszcze wybrać stałą czasową filtru (3 lub 12 ms). Oprócz tego należy wybrać zadanie, w którym wykorzystywany będzie moduł (*MAST* – zadanie główne, *FAST* – zadanie szybkie) oraz szybkość transmisji w sieci (taką samą jak w pozostałych węzłach sieci).

Nieprawidłowości w pracy sieci można monitorować za pomocą bitu systemowego %S70, który ustawiany jest na 1 po każdym cyklu wymiany informacji (patrz p. 2.3).

2.2.3. Wykorzystanie magistrali rozszerzenia do komunikacji z modułami analogowymi TSX AMN

Oprócz modułów rozszerzenia I/O dla sygnałów binarnych można wykorzystywać także moduły oddalonych wejść/wyjść analogowych TSX AMN o maksymalnie trzech wejściach i jednym wyjściu. Do magistrali rozszerzeń bazowego sterownika TSX 07 Nano lub modułu komunikacyjnego STZ10 sterownika TSX 37 Micro można dołączyć maksymalnie trzy moduły analogowe. Komunikacja odbywa się za pomocą wymiany tych samych słów, które wykorzystywane są w transmisji ze sterownikami w roli stacji slave. Adresowanie modułów jest też identyczne (rys. 2.20).

Moduł może wykorzystywać do trzech kanałów wejściowych i jeden kanał wyjściowy. Słowa wymiany modułu zawierają dla każdego kanału parametry konfiguracyjne,



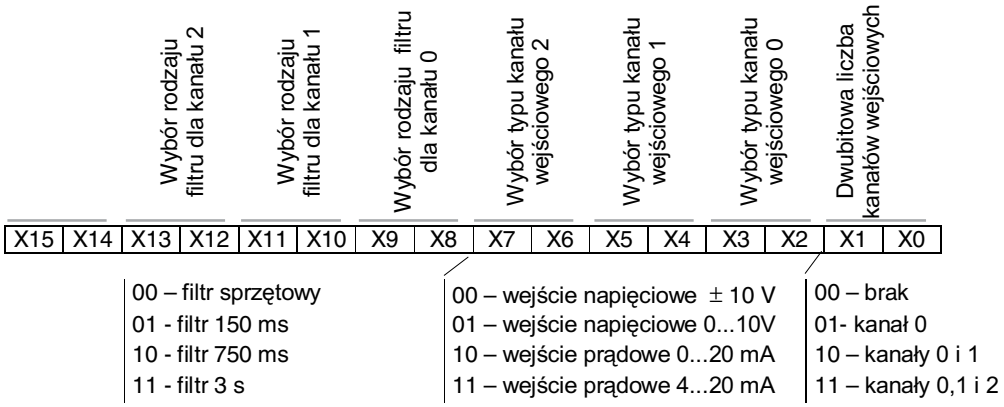
Funkcja sterownika TSX07 Nano w sieci	Rozszerzenie I/O	Rozszerzenie I/O	Rozszerzenie I/O	Rozszerzenie I/O	Modul analog.#2	Modul analog.#3	Modul analog.#4
Pozycja selektora	1	2	3	4	5	6	7
Adres w sieci	1	2	3	4	2	3	4

Rys. 2.20. Maksymalna konfiguracja sieci na magistrali rozszerzenia z udziałem modułów analogowych TSX AMN

wartości oraz bity statusu. Rozdzielczość kanału zerowego wynosi zawsze 12 bitów, zaś kanału drugiego 8 bitów. Rozdzielczość dla pierwszego kanału wejściowego zależy od liczby skonfigurowanych kanałów i wynosi 12 bitów, jeśli wykorzystywane są kanały wejściowe 0 i 1 lub 8 bitów, gdy skonfigurowano kanały 0, 1 i 2.

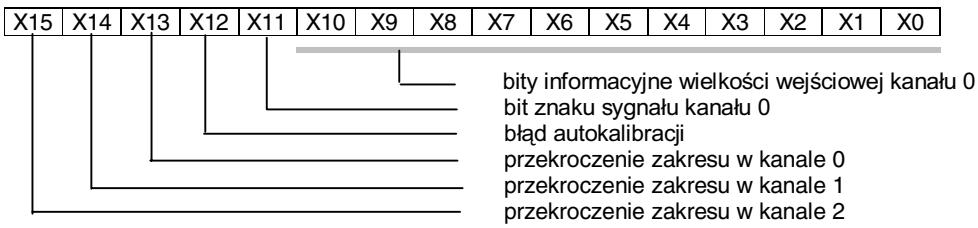
Słowa wyjściowe %QW\4.0\i.0 oraz %QW\4.0\i.1 zawierają parametry konfiguracyjne dla wszystkich kanałów wejściowych oraz wartość analogową dla kanału wyjściowego.

Zawartość słowa %QW\4.0\i.0 jest następująca:

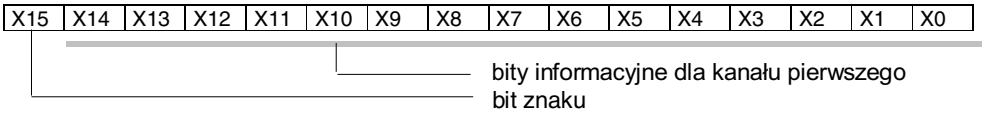


Numeryczna wartość dla kanału wyjściowego określana jest na 15 bitach słowa %QW\4.0\i.1. Najstarszy bit tego słowa jest bitem znaku.

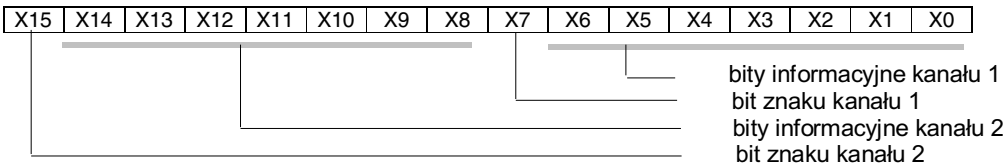
Słowa wejściowe %IW\4.0\i.0 i %IW\4.0\i.1 zawierają bity statusowe oraz wartości cyfrowe sygnałów w kanałach wejściowych modułów. Ponieważ transmisja polega na przesłaniu dwóch słów 16-bitowych, rozdzielczość wejściowych kanałów analogowych zależy od tego, ile kanałów jest wykorzystywanych. Słowo %IW\4.0\i.0 zawiera 12-bitową informację o wartości w kanale 0 (bit znaku + 11 bitów informacyjnych) oraz cztery bity statusowe, rozmieszczone następująco:



Słowo %IW\4.0\i.1 wykorzystywane jest do transmisji wartości w kanale 1 lub w kanałach 1 i 2, w zależności od zadanej liczby kanałów wejściowych (bity X0 i X1 w słowie %QW\4.0\i.0). Jeśli skonfigurowane są kanały 0 i 1, wartość wejściowa kanału 1 transmitowana jest w formie:



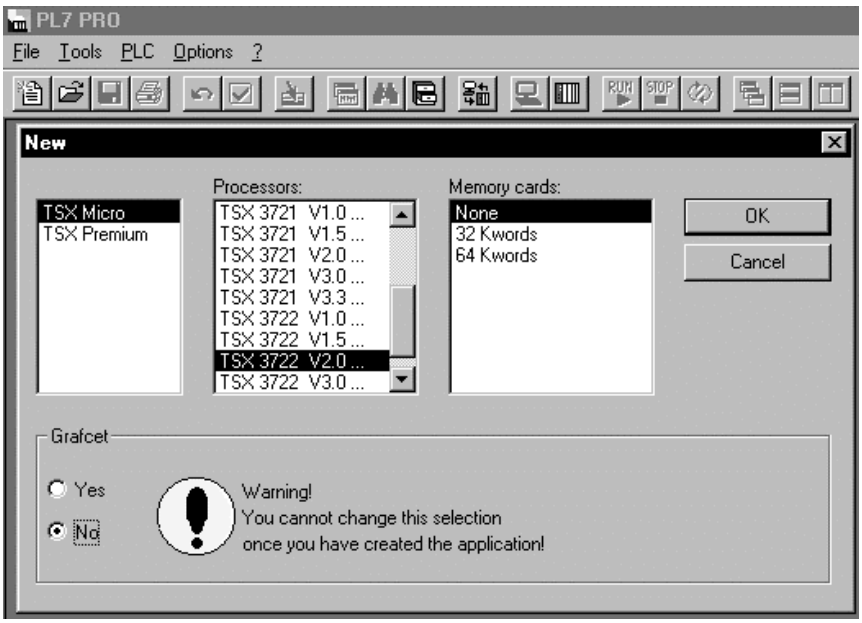
Gdy skonfigurowano kanały 0, 1 i 2, zawartość słowa %IW\4.0\i.1 jest następująca:



Ponieważ w języku PL7 wszystkie zmienne są przetwarzane w postaci 16-bitowej, trzeba do takiej postaci przekształcić programowo wartość zmierzoną w kanale 0 oraz wartości zmierzone w kanałach 1 i 2, jeśli oba są wykorzystywane. W przypadku wykorzystywania tylko kanału 0 i 1 wartość zmierzona w kanale 1 jest gotowa do dalszego przetwarzania.

2.2.4. Przykładowe zadania testowe

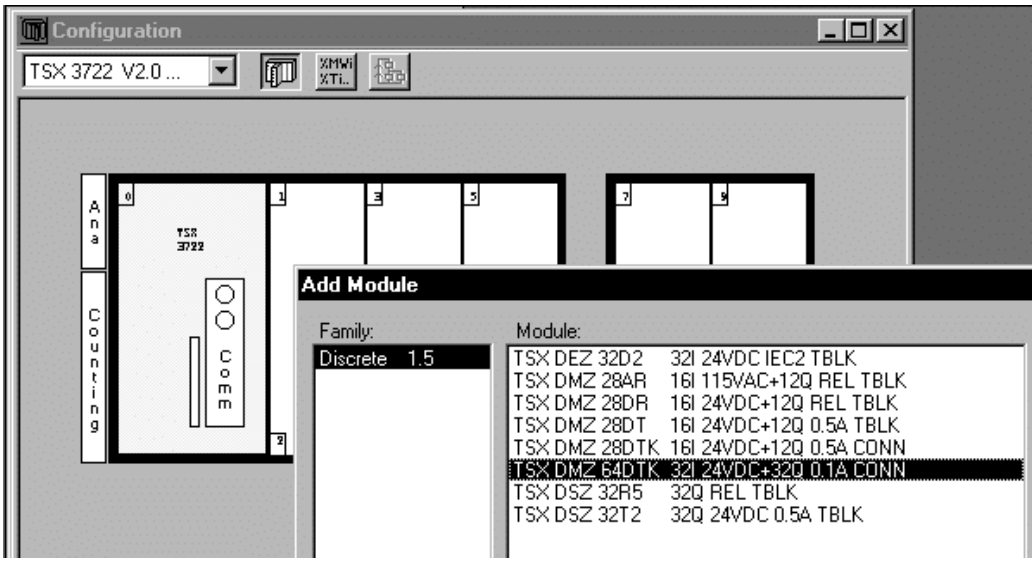
Zadania testowe wykonywano korzystając z programu PL7 Pro v.3.4. Tworzenie nowego zadania rozpoczyna się od wybrania z menu *File/New*. Otwiera się wówczas okno jak na rys. 2.21.



Rys. 2.21. Wybór jednostki centralnej i języka programowania

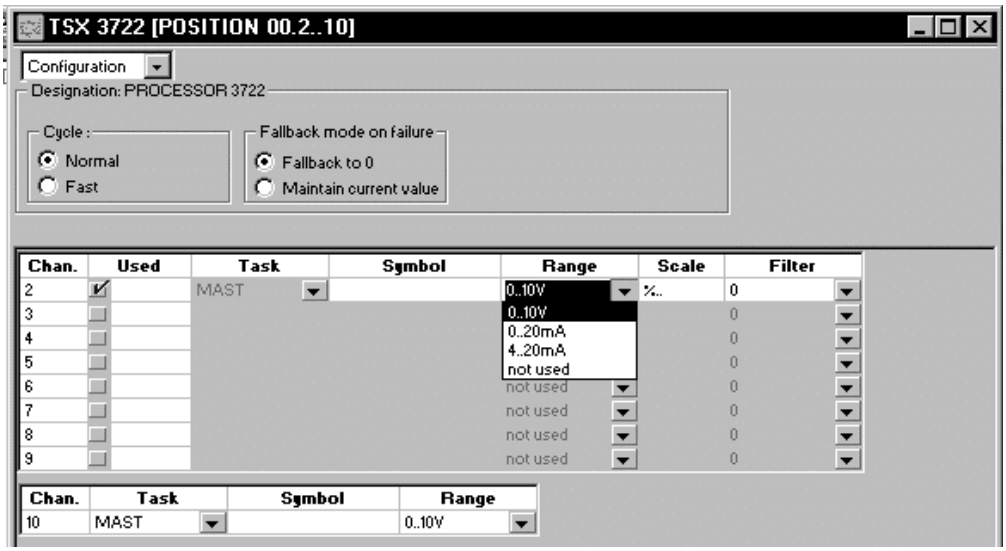
W oknie tym dokonuje się wyboru typu jednostki centralnej sterownika, rozszerzenia pamięci oraz zaznaczenia, czy będziemy korzystać z języka Grafcet. Wybór opcji *Yes* w ostatnim polu oznacza, że wykorzystywany będzie wyłącznie język Grafcet. Inne języki programowania sterowników są dostępne, gdy wybrano opcję *No*.

Potwierdzenie wyboru jednostki centralnej otwiera okno jak na rys. 2.17 i po wybraniu *Configuration/Hardware Configuration* pojawia się okno jak na rys. 2.22. Kolorem żółtym (na rysunku szarym) oznaczone są elementy zdefiniowane. W oknie tym podaje się obsadę kasety sterownika. Po kliknięciu w wybrany slot otwiera się okno wyboru. Gniazda 1 i 2 zajmuje moduł wejść/wyjść binarnych TSX DMZ 64 DTK (rys. 2.22).



Rys. 2.22. Okna konfiguracji sprzętowej i wyboru modułu wejść/wyjść binarnych

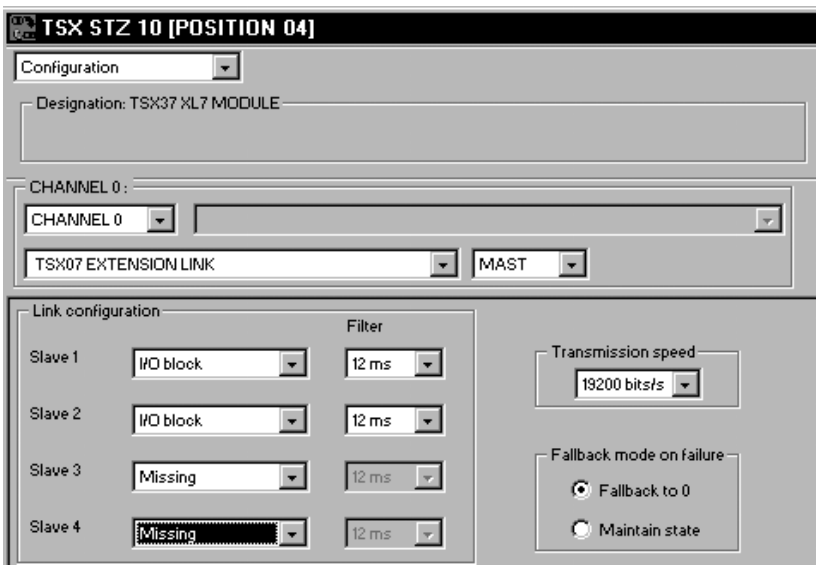
W celu konfiguracji zintegrowanego modułu wejść/wyjść analogowych należy wejść w opcję ustawienia poprzez kliknięcie myszką w prostokąt *Ana* (rys. 2.22). W oknie konfiguracyjnym (rys. 2.23) ustawia się odpowiednie parametry. Bez modułu adaptacyjnego możliwe jest wybranie tylko zakresów napięciowych.



Rys. 2.23. Okno ustawiania parametrów kanału analogowego

Przykład 2.4

W celu realizacji sieci (rys. 2.27) złożonej z mastera (TSX3722 v.2.0 Micro) i dwóch rozszerzeń I/O (TSX07 21 2428 Nano) należy podczas konfiguracji umieszczonego w gnieździe 4 modułu komunikacyjnego zdefiniować węzły sieci w sposób pokazany na rys. 2.24 oraz ustawić selektory w rozszerzeniach I/O na „1” i „2”. Po potwierdzeniu



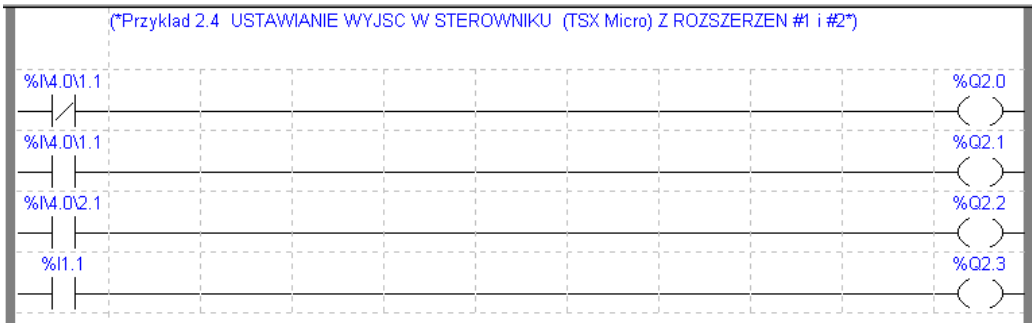
Rys. 2.24. Konfiguracja sieci z dwoma rozszerzeniami I/O

konfiguracji sprzętu program wraca do okna *Application Browser,* gdzie należy przejść do edycji programu wybierając *Program/MAST Task/Main,* a następnie wybrać język programowania spośród trzech możliwych: strukturalnego (ST), drabinkowego (LD) i listy instrukcji (IL).

Zadanie polega na uaktywnieniu trzech wyjść binarnych sterownika master sygnałami wejściowymi odpowiednio z mastera, rozszerzenia I/O#1 i rozszerzenia I/O#2. Stany wyjść należy monitorować w oknie programu wizualizacyjnego ProDyn zintegrowanego z PL7 Pro.

Programowanie sterownika bazowego

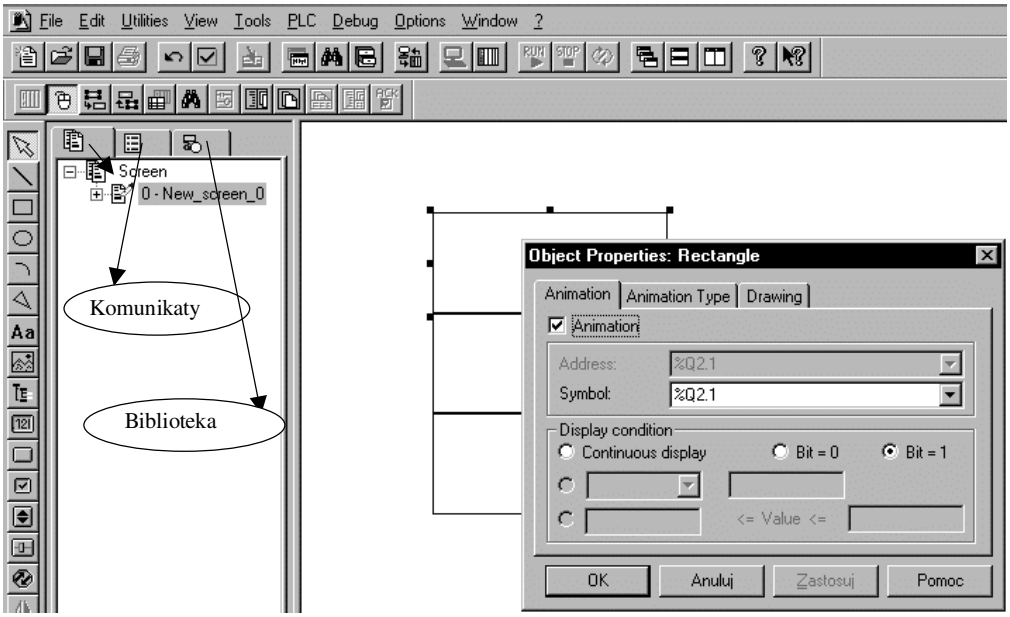
Na rysunku 2.25 pokazano program dla sterownika bazowego.



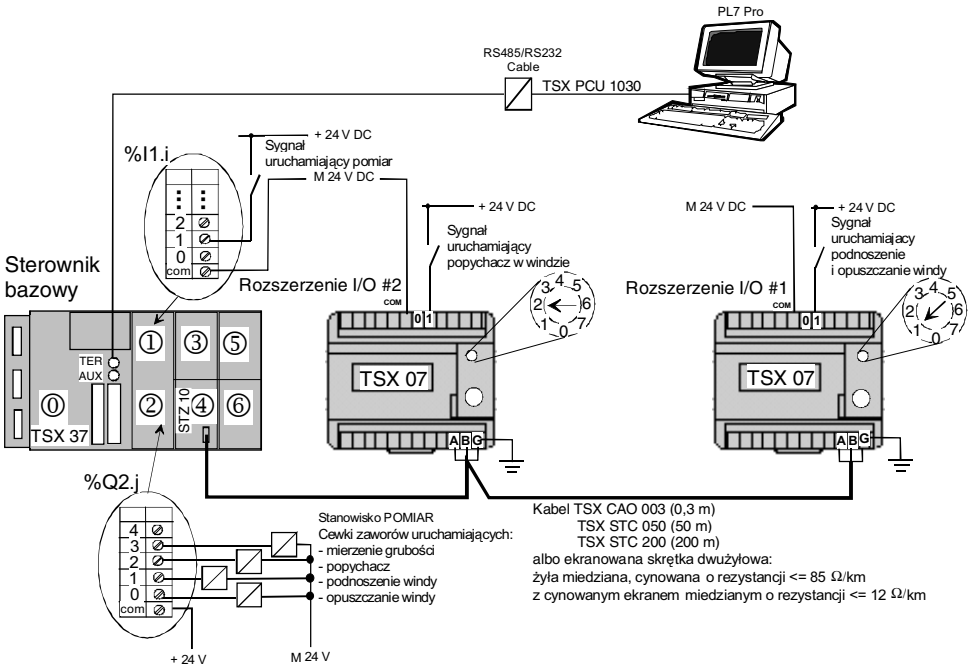
Rys. 2.25. Program dla sterownika bazowego (przykład 2.4)

Przejście do edycji ekranu monitorowania stanów wyjść odbywa się poprzez okno *Application Browser* (rys. 2.17). Należy wybrać *Runtime Screens/Screen/New.* Aby rozpocząć edycję ekranu, należy go uaktywnić przez kliknięcie w obszar okna monitorowania. Jeśli brakuje narzędzi, należy je przywołać: *View/Editor Toolbar* i *View/Utility Toolbar.* W przykładzie sześciu prostokątom przypisano stany czterech zmiennych wyjściowych, decydujące o kolorze odpowiednich obiektów (rys. 2.26). Każdy z trzech widocznych na rysunku prostokątów stworzony został przez nałożenie na siebie dwóch obiektów. W oknie *Object properties* można określić zmienną i jej stan, przy którym obiekt jest widoczny w wybranym kolorze (opcja *Drawing*). Przykładowo, gdy wartość zadeklarowanej zmiennej %Q2.1 wynosi 1, widzimy prostokąt zielony, a gdy wartość zmiennej wynosi 0, widzimy dokładnie w tym samym miejscu prostokąt czerwony. Stwarza to w sumie wrażenie, że jest to jeden prostokąt o zmieniających się kolorach.

Po zakończeniu edycji programu i okna wizualizacji stanu przesyła się aplikację z programatora do sterownika. W tym celu nalezy wybrać *PLC/Transfer Program/ PC→PLC.* Przesyłanie odbywa się w trybie *Stop i Offline.* Po przesłaniu należy uruchomić sterownik (*PLC/Run*), wejść w tryb *Online (PLC/Connect)* i obserwować działanie programu otwierając w *Application Browser* odpowiednie okno wizualizacyjne z prostokątami



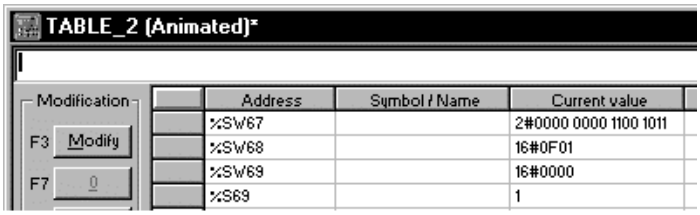
Rys. 2.26. Przypisanie wyjścia binarnego zaznaczonemu obiektowi



Rys. 2.27. Układ do testowania sieci w przykładzie 2.4

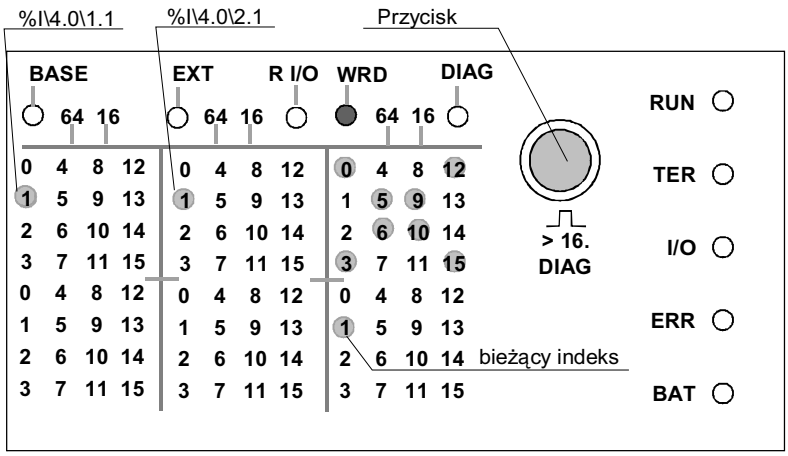
(*Runtime Screens*) lub okno z programem (wybierając opcje *Program/ MAST Task/ Main*, a następnie *Utilities/Animate*).

Podczas testowania i normalnej pracy sieci do wizualizacji stanów wejść i wyjść rozszerzeń #1 i #2 można wykorzystać opisany wcześniej panel wyświetlacza sterownika TSX 37 Micro. W tym celu trzeba uaktywnić bit %S69 i ustawić odpowiednio słowo %SW67 (rys. 2.28). Zawartość słów i bitów systemowych można odczytać z tzw. tablicy animacyjnej. Tworzy się ją wybierając komendy *Utilities/Initialize Animation Table,* a wywołuje po uruchomieniu transmisji, komendami *Application Browser/Animation Table.* Zmiany wartości mogą być dokonywane w programie lub poprzez modyfikacje w tablicy animacyjnej. Znaczenie zawartości słów systemowych opisano w punkcie 2.2.1.



Rys. 2.28. Zawartość bitu i słów systemowych przy wyświetlaniu wejść/wyjść TSX 07 Nano (rozszerzenia I/O) w trybie WRD

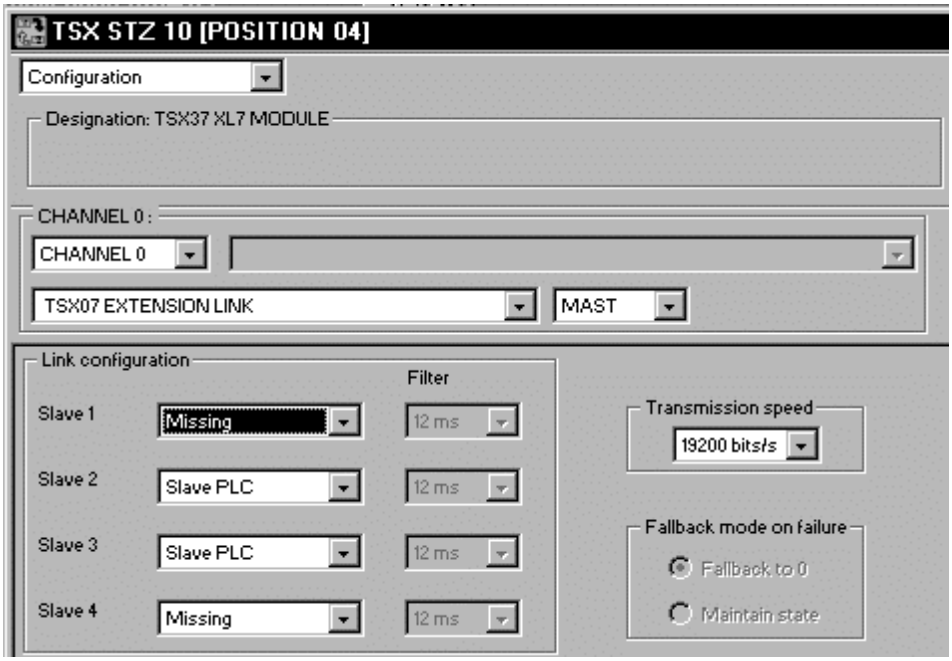
Na wyświetlaczu (rys. 2.29) w górnej części pola trzeciego pojawia się znak X sygnalizujący wyświetlanie wartości zmiennych bitowych, natomiast w dolnej części wartość indeksu wybieranego kolejno przyciskiem na panelu wyświetlacza. Na polach pierwszym i drugim wyświetlane są zawartości wejść (część górna) oraz wyjść (część dolna) dwóch rozszerzeń o kolejnych adresach. Indeks wskazuje adres rozszerzenia, którego dotyczy pierwsze pole wyświetlacza.



Rys. 2.29. Widok panelu wyświetlacza sygnalizującego stan wejść/wyjść rozszerzeń #1 i #2

Przykład 2.5

W celu realizacji sieci (rys. 2.35) złożonej z mastera (TSX3722 v.2.0 Micro) podłączonego do stanowiska POMIAR i dwóch sterowników slave (TSX07 21 2428 Nano) należy, podczas konfiguracji umieszczonego w gnieździe 4 modułu komunikacyjnego, zdefiniować węzły sieci w sposób pokazany na rys. 2.30 oraz ustawić selektory w sterownikach slave na „5" i „6". Po potwierdzeniu konfiguracji sprzętu program wraca do okna *Application Browser,* gdzie należy przejść do edycji programu wybierając *Program/MAST Task/Main,* a następnie wybrać język programowania.

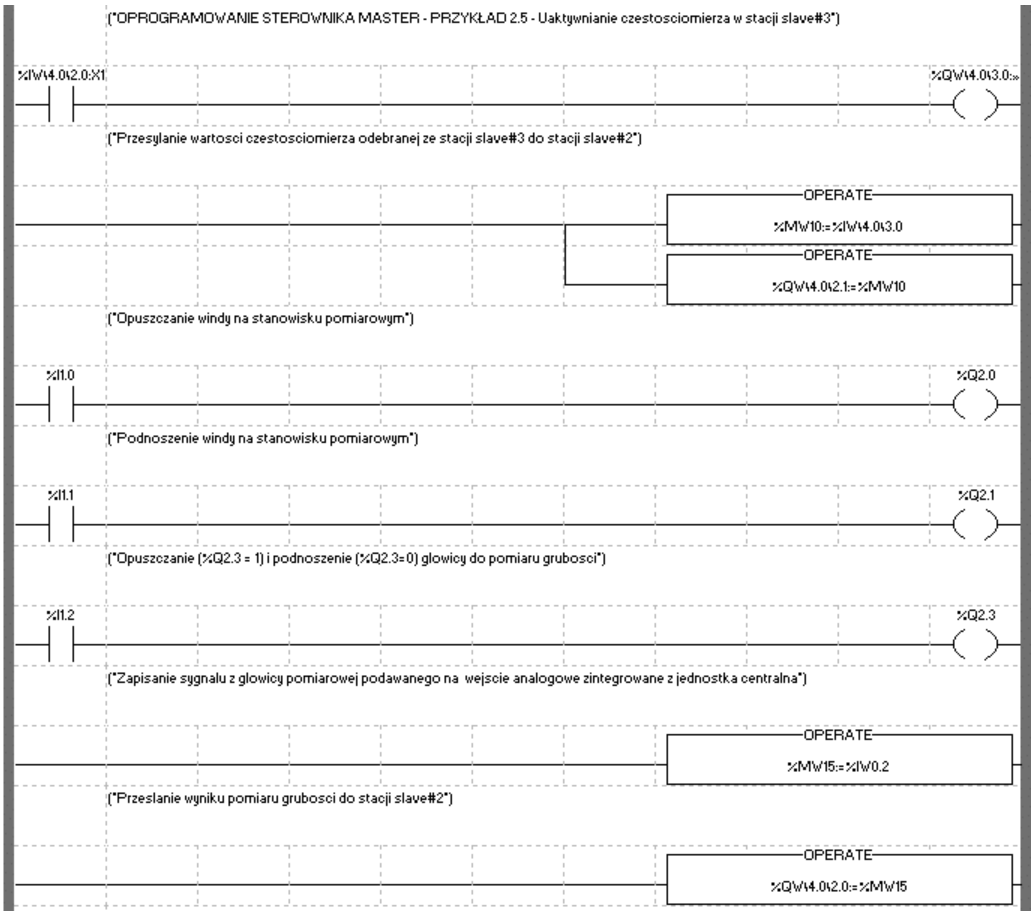


Rys. 2.30. Konfiguracja sieci z dwoma węzłami slave

Zadanie polega na uaktywnieniu częstościomierza w sterowniku slave #3 sygnałem na wejściu binarnym sterownika slave #2. Wartość bieżącą częstościomierza należy przesłać do stacji slave #2. Jeżeli częstotliwość jest większa od zadanej wartości, to należy uaktywnić wyjście binarne. Na stanowisku POMIAR należy zmierzyć grubość krążka wykorzystując zintegrowane wejścia analogowe sterownika TSX 3722 Micro, przesłać wynik do slave #2 oraz wyświetlić na ekranie wizualizacyjnym podprogramu ProDyn. Stacje slave powinny mieć możliwość zmiany trybu pracy (*RUN/STOP*) przez zmianę stanu na wejściu binarnym.

Programowanie sterowników

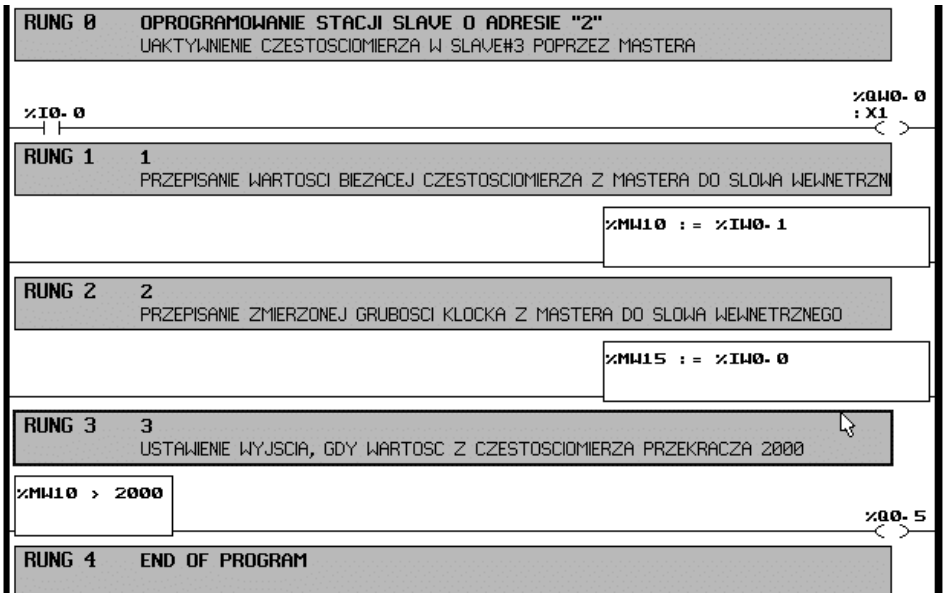
Na rysunku 2.31 pokazano program dla sterownika master, a na kolejnych – programy dla sterowników slave.



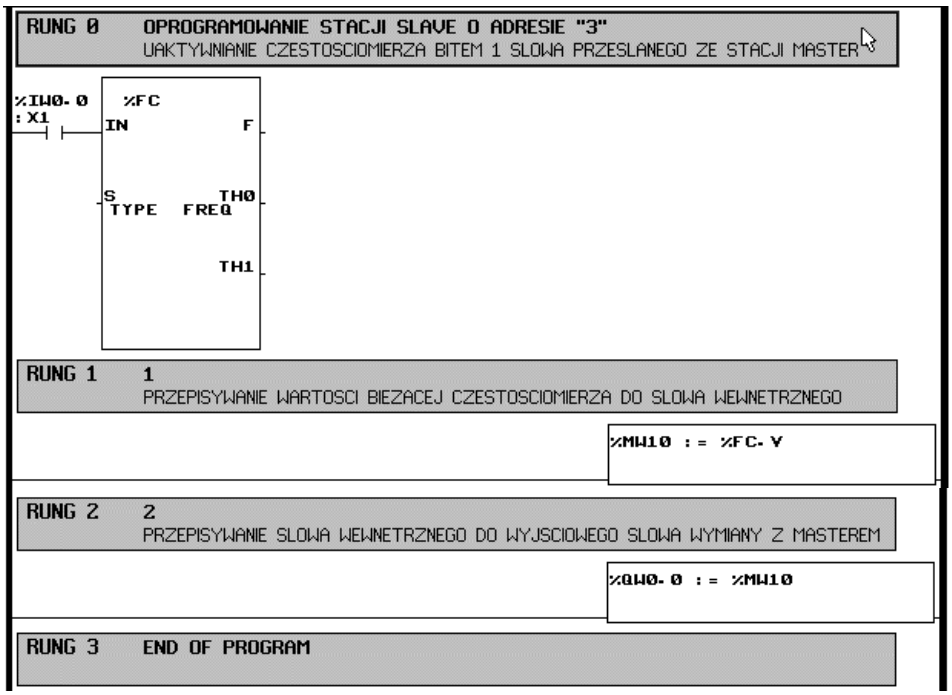
Rys. 2.31. Program dla sterownika master

Przejście do edycji ekranu monitorowania stanów wyjść odbywa się poprzez okno *Application Browser* (rys. 2.17). Należy wybrać *Runtime Screens/Screen/New*. W przykładzie proponuje się wyświetlanie zmierzonej grubości elementu (rys. 2.34). Należy pamiętać, że przetwornik A/C przetwarza napięcie 0–10 V ze stanowiska pomiarowego na liczbę binarną z zakresu 0–1000 i ta liczba jest wyświetlana, jeśli nie dokona się przeliczenia na jednostki fizyczne. Aby rozpocząć edycję ekranu, trzeba go uaktywnić przez kliknięcie w obszar. Jeśli na ekranie brakuje do tego narzędzi, należy je przywołać: *View/ Editor Toolbar* i *View/ Utility Toolbar.*

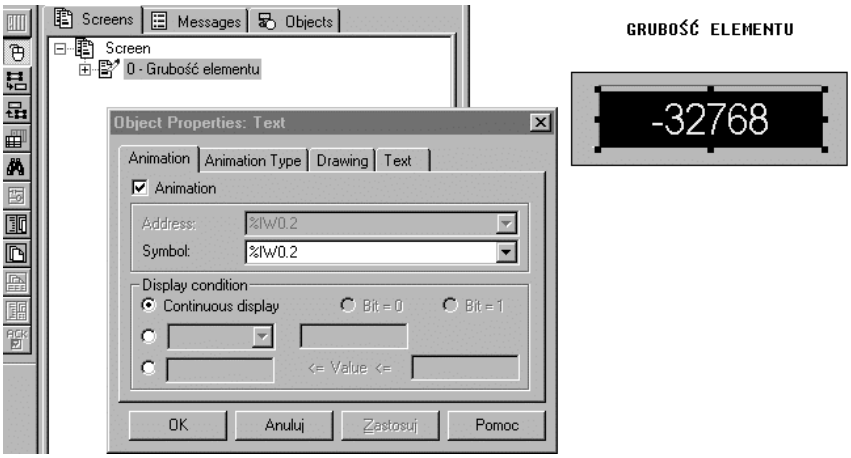
Po zakończeniu edycji programu i okna wizualizacji stanu należy przesłać aplikację z programatora do sterownika, uruchomić sterownik i obserwować działanie programu otwierając odpowiednie okno wizualizacyjne. Związane z tym czynności opisano dokładnie w przykładzie 2.4. Aby sprawdzić poprawność działania komunikacji, można



Rys. 2.32. Program dla sterownika slave #2

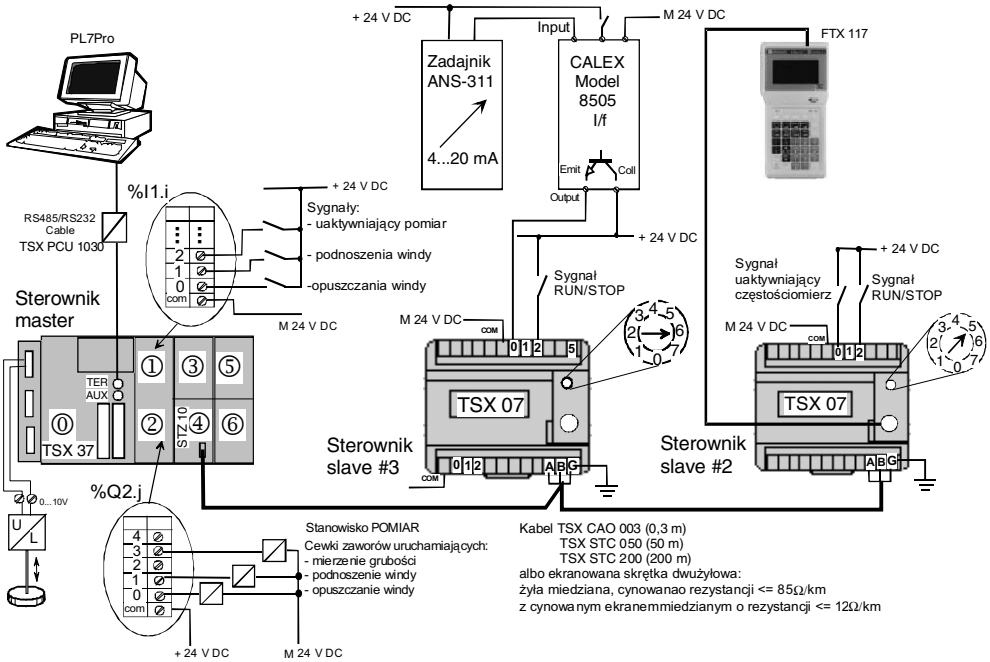


Rys. 2.33. Program dla sterownika slave #3



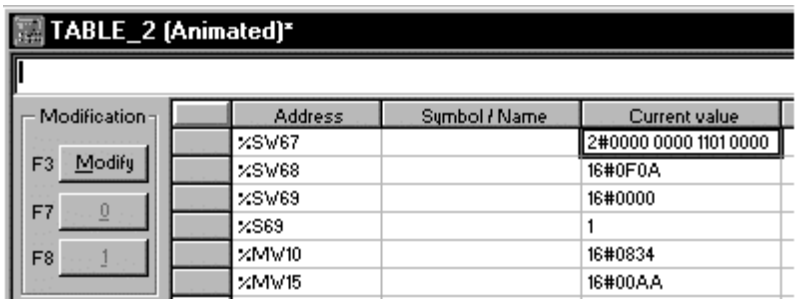
Rys. 2.34. Edycja ekranu wizualizacyjnego w programie ProDyn zintegrowanym z PL7 Pro

podłączyć do złącza TER w stacji slave #2 terminal FTX 117. W wybranym przełącznikiem trybie pracy TSX (tryb online) należy wskazać *Edit/3Dat* (edytor danych), a następnie podać adresy słów, których wartość ma być wyświetlona (np. %MW10 – bieżąca częstotliwość i %MW15 – grubość klocka). Przykładowy układ do testowania sieci pokazano na rys. 2.35.



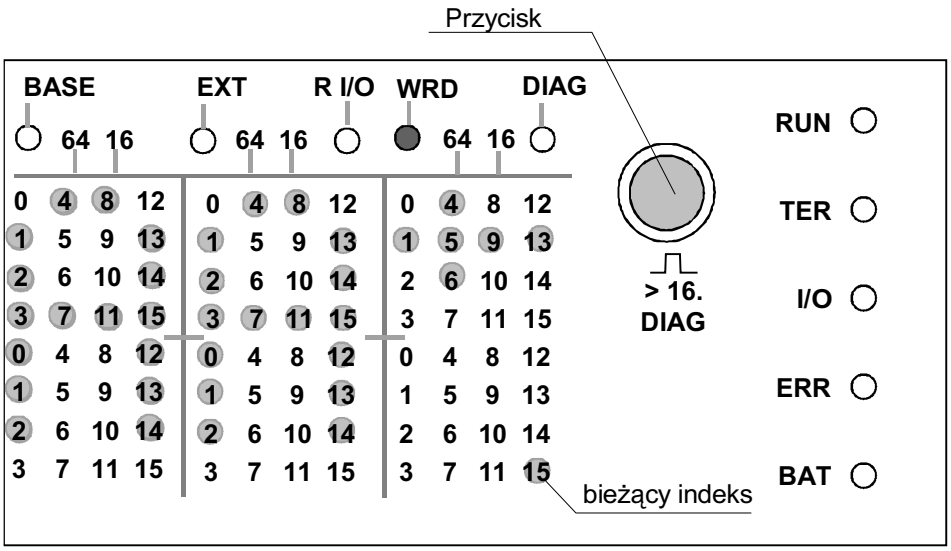
Rys. 2.35. Przykładowy układ testowania sieci dla przykładu 2.5

Aby wykorzystać panel wyświetlacza do pokazania zawartości słów wewnętrznych sterownika TSX 37 Micro, należy wybrać tryb WRD. Wymaga to ustawienia bitu i słów systemowych jak na rys. 2.36 (patrz p. 2.2.1).



Rys. 2.36. Zawartość bitu i słów systemowych przy wyświetlaniu słów wewnętrznych sterownika TSX 37 Micro w trybie WRD

Przykładowy wygląd wyświetlacza pokazano na rys. 2.37. Na polu pierwszym i drugim wyświetlane są młodszy i starszy bajty słowa wewnętrznego, wybranego przyciskiem na panelu wyświetlacza (zmiana indeksu), na przemian co dwie sekundy. W przykładzie słowo %MW15 zawiera heksadecymalną wartość pomiaru grubości klocka.



Rys. 2.37. Widok panelu wyświetlacza wskazującego wartość młodszego bajtu słowa %MW15

2.3. Uruchamianie i monitorowanie pracy sieci

2.3.1. Sieć sterowników TSX 07 Nano

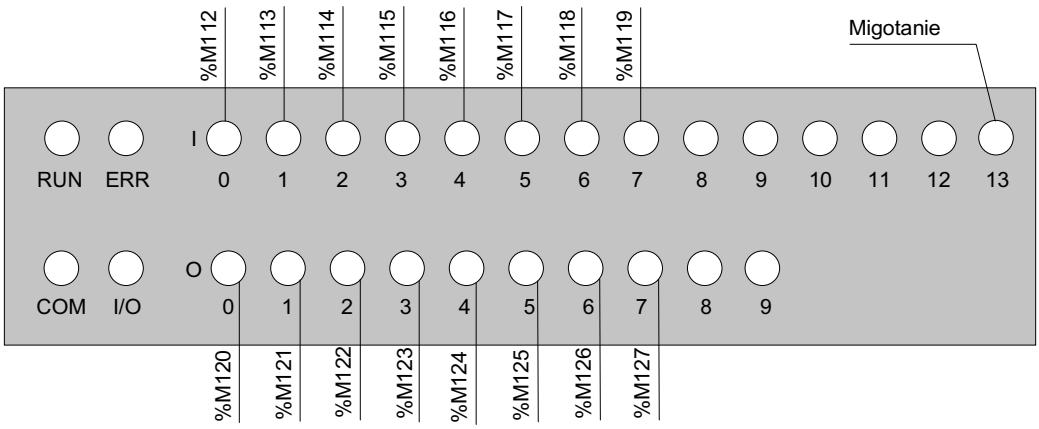
Na rysunku 2.38 pokazano pole wyświetlacza sterownika TSX 07 Nano (24 I/O), sygnalizującego stan urządzenia. Cztery diody umieszczone z lewej strony sygnalizują:

RUN (zielona)	wykonywanie programu aplikacyjnego (świecenie ciągłe), zatrzymanie programu (migotanie), niewykonywalny program aplikacyjny (brak świecenia).
ERR (czerwona)	błędy wewnętrzne urządzenia (świecenie ciągłe), niewykonywalny program aplikacyjny; również podczas przesyłania programu do sterownika (migotanie).
COM (żółta)	poprawna komunikacja (świecenie),
I/O (czerwona)	błąd I/O lub obecność rozszerzenia I/O (jeżeli tak wybrano w konfiguracji) – świecenie ciągłe, tryb pracy „rozszerzenie I/O” – migotanie.

Jeżeli bit systemowy %S69 ustawiony jest na 0 (ustawienie domyślne), to pozostałe diody wyświetlacza sygnalizują stan wejść (diody górne) i wyjść (dolne) o adresach:

- %I0.0–%I0.13, %Q0.0–%Q0.9 w sterowniku bazowym lub stacji master,
- %I1.0–%I1.13, %Q1.0–%Q1.9 w rozszerzeniu I/O #1.

Ustawienie na „1” bitu systemowego %S69 powoduje sygnalizację na pierwszych ośmiu górnych i dolnych diodach stanów bitów wewnętrznych o adresach %M112–%M127 oraz migotanie diody I13. Umożliwa to sygnalizację w sterowniku bazowym lub stacji



Rys. 2.38. Pole sygnalizacyjne sterownika TSX 07 Nano (24 I/O)

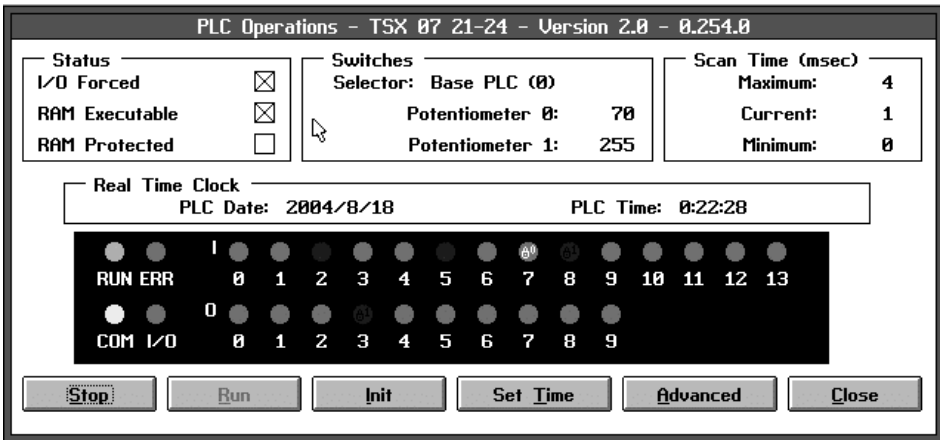
master stanów wybranych wejść/wyjść rozszerzenia lub stacji slave, lub do sygnalizacji wartości bitów systemowych lub bitów słów systemowych służących do monitorowania pracy sieci sterowników.

Nieprawidłowości w pracy sieci mogą być monitorowane poprzez bity i słowa systemowe pokazanych w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Bity i słowa systemowe związane z kontrolą pracy sterowników w sieci

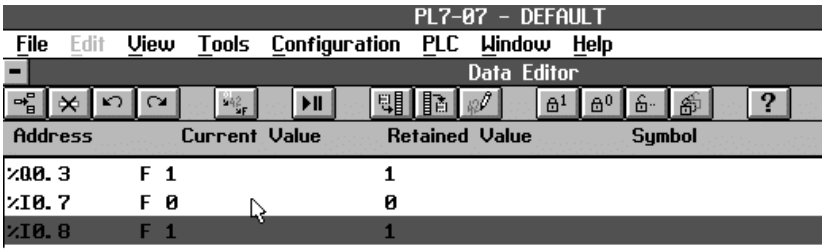
Adres	Funkcje	Opis
%S70	Odświeżanie wymiany słów	Dla sterownika bazowego ustawiany na 1, natychmiast po zakończeniu cyklu transmisji słów wymiany IW/QW ze sterownikami slave. Dla każdego ze sterowników slave ustawiany na 1 po zakończeniu transmisji słów wymiany ze sterownikiem master. Bit może być zerowany programowo lub poprzez terminal.
%S71	Wymiana danych poprzez magistralę rozszerzenia	0 – brak wymiany danych na magistrali rozszerzenia, 1 – na magistrali rozszerzenia odbywa się wymiana danych.
%S72	Połączenia sterowników	0 – sterownik bazowy komunikuje się z innymi sterownikami, 1 – brak komunikacji. Może być ustawiany w programie lub z urządzenia programującego.
%S100	Protokół portu terminalowego	Ustawiany przez system na 0 lub 1 w zależności od typu urządzenia podłączonego do portu terminalowego: 0 – protokół UNI-TELWAY (master), 1 – protokół ASCII lub UNI-TELWAY (slave). Wybór w programie Pl7-07 przy zwartych pinach 5 i 7 gniazda TER.
%SW70	Adresy i typ PLC	Bit 4 bit 3 typ TSX07 0 0 – o 6 wejściach i 4 wyjściach (10 I/O) 0 1 – o 9 wejściach i 7 wyjściach (16 I/O) 1 0 – o 14 wejściach i 10 wyjściach (24 I/O) 0 1 – o wejściach zmiennoprądowych (16 I/O) Bity 7, 6, 5 – adres PLC kopiowany z kodera selektora. Jeżeli dołączone jest rozszerzenie I/O, to: bity 12 i 11 – typ rozszerzenia I/O (kodowany tak jak bity 4, 3), bit 13 – 1 oznacza obecność rozszerzenia I/O.
%SW71	Urządzenia na magistrali rozszerzenia	Pokazuje stan komunikacji sterownika bazowego z pozostałymi węzłami sieci na magistrali rozszerzającej: bit 1 – rozszerzenie I/O, bit 2 – slave #2, bit 3 – slave #3, bit 4 – slave #4. Ustawienie 0 oznacza brak odpowiedniego węzła, brak zasilania lub uszkodzenie. Ustawienie 1 oznacza obecność odpowiedniego urządzenia i wymianę informacji ze sterownikiem bazowym.

Program Pl7_07 także dostarcza narzędzi do monitorowania stanu sterownika. Wybranie *PLC/Operations* powoduje otwarcie okna jak na rys. 2.39, umożliwia obserwację stanu urządzenia oraz wydawanie poleceń przez operatora. Na polu sygnalizacyjnym tego okna można obserwować nie tylko to, co na polu sygnalizacyjnym urządzenia, ale także stany wejść/wyjść wymuszane (forsowane) przez operatora. Forsowanie wejść/wyjść jest przydatne podczas uruchamiania programów.



Rys. 2.39. Widok okna operacyjnego

Odbywa się ono po wywołaniu *View/Data Editor* i wykorzystaniu odpowiednich klawiszy . Na rysunku 2.40 pokazano widok okna *Data Editor* z ustawieniami sygnalizowanymi na rys. 2.39.

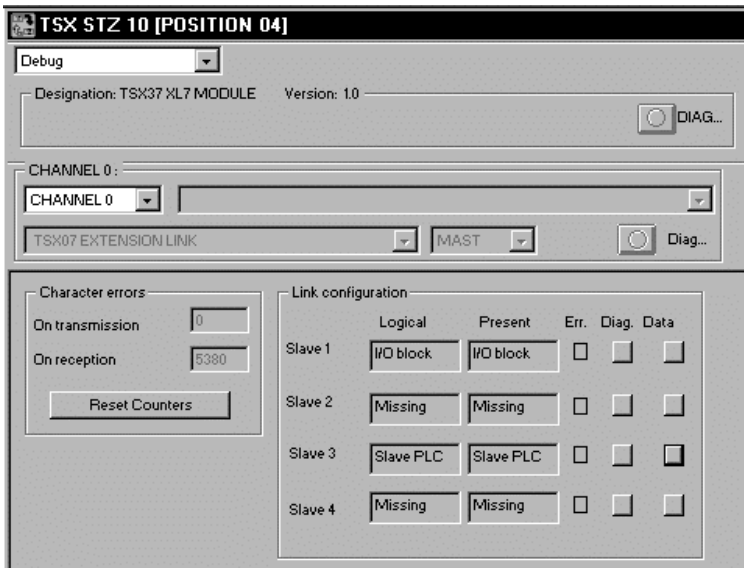


Rys. 2.40. Widok okna z forsowaniem stanu wejść/wyjść

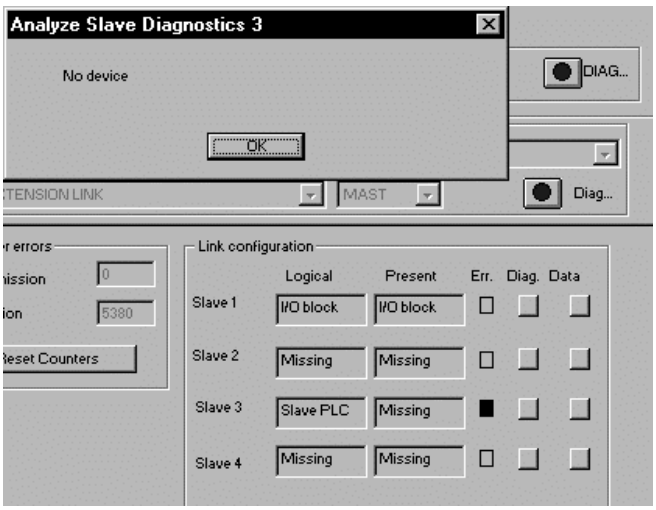
2.3.2. Sieć sterowników TSX 37 Micro i TSX 07 Nano

Do monitorowania transmisji między sterownikiem TSX 37 Micro i podłączonymi poprzez moduł TSX STZ 10 jednostkami TSX 07 Nano można wykorzystać narzędzia oferowane przez program Pl7 Pro. Należy w tym celu, po uruchomieniu komendy *PLC/Connect*, wywołać okno konfiguracji sprzętowej sterownika, a następnie modułu STZ 10.

Pojawia się wówczas okno pokazane na rys. 2.41 (w trybie *Debug*). Dwa górne poziome pola dotyczą diagnostyki modułu i kanału komunikacyjnego. W przypadku wystąpienia błędu uaktywniają się odpowiednie przyciski z sygnalizacją (*DIAG*, gdy %I4.MOD.ERR=1 i *Diag*, gdy %I4.0.ERR=1). Kliknięcie przycisku powoduje otwarcie okna z dodatkowymi informacjami. Przykładowe okno diagnostyczne, po odłączeniu stacji slave #3, pokazano na rysunku 2.42.



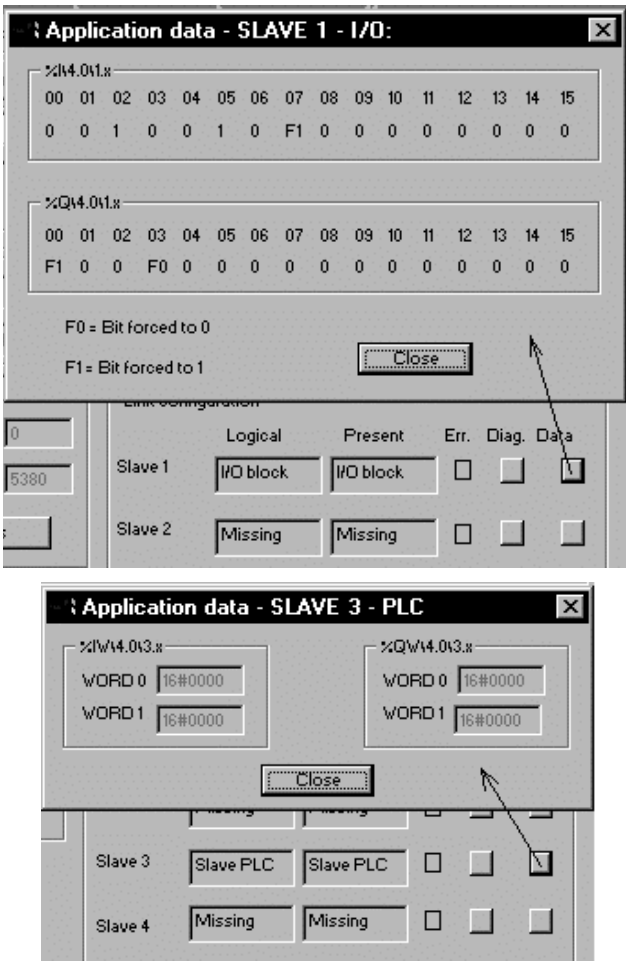
Rys. 2.41. Okno diagnostyczne modułu TSX STZ 10



Rys. 2.42. Widok okna diagnostycznego po odłączeniu stacji slave #3

Znajdujące się w dolnej części okna diagnostycznego pole *Charakter errors* służy do dostarczania informacji o ilości błędów transmisji (zawartość słowa statusowego %MW4.0.7) oraz błędów odbioru (zawartość słowa statusowego %MW4.0.8). Jeżeli wykorzystywane są słowa statusowe kanału komunikacyjnego to należy spowodować odświeżanie ich wartości umieszczając w programie funkcję READ_STS %CH4.0, zaś odświeżanie wartości słów statusowych modułu komunikacyjnego – READ_STS %CH4.MOD.

Pole *Link configuration* powtarza w kolumnie *Logical* zadeklarowaną konfigurację sieci, natomiast w kolumnie *Present* rzeczywiście podłączone urządzenia. Przyciski w kolumnie *Data* umożliwiają sygnalizację stanów wejść/wyjść rozszerzeń I/O lub wyświetlanie zawartości słów wymiany ze stacjami slave (rys. 2.43).



Rys. 2.43. Wizualizacja danych przesyłanych magistralą rozszerzenia:
a) stanów wejść/wyjść rozszerzenia I/O #1, b) słów wymiany ze stacją slave #3

3. Sieć Uni-Telway

3.1. Sieć Uni-Telway a model OSI

Sieć Uni-Telway, opracowana pierwotnie dla sterowników firmy Telemechanique, jest obecnie częścią platformy komunikacyjnej X-Way stosowanej w systemach automatyki firm wchodzących w skład grupy Schneider Electric. Jest siecią otwartą zgodną, z siedmiowarstwowym modelem referencyjnym ISO/OSI, z tym że wykorzystywane są warstwy 1, 2, 3 i 7 (rys. 3.1).

Warstwy modelu OSI		Platforma komunikacyjna X-Way				
7	Aplikacyjna	Telegram			Uni-TE	Modbus
		Wspólne słowa				
		Komunikacja *aplikacja-aplikacja*				
		Uni-TE				
6	Prezentacji	brak			brak	brak
5	Sesji	brak			brak	brak
4	Transportowa	brak			TCP	TCP
3	Sieciowa	System adresowania X-Way			IP	IP
2	Łącza danych	Master - Slave	WorldFip	ISO 8802-3 Ethernet	ISO 8802-3 Ethernet	ISO 8802-3 Ethernet
1	Fizyczna	RS 485 1,2...19,2 kb/s	WorldFip 1 Mb/s	ISO 8802-3 10 Mb/s	ISO 8802-3 10 Mb/s	ISO 8802-3 10 Mb/s
		Uni-Telway	Fipio/Fipway	Ethway	Uni -TE TCP/IP	Modbus TCP/IP

Rys. 3.1. Sieć Uni-Telway w siedmiowarstwowym modelu referencyjnym struktury komunikacyjnej ISO/OSI

3.2. Warstwa fizyczna

Standardowym łączem dla sieci Uni-Telway jest RS 485. Parametry fizyczne sieci Uni-Telway na izolowanym łączu RS 485 zebrano w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Parametry fizyczne sieci Uni-Telway z izolowanym łączem RS 485

Tryb transmisji	asynchroniczna w paśmie podstawowym
Szybkość transmisji	od 1200 bitów/s do 19 200 bitów/s
Medium	ekranowana podwójna para skręconych przewodów
Liczba urządzeń	max 28 (1 master + do 27 slave'ów)
Adresy sieciowe	98 adresów sieciowych
Długość magistrali	do 1000 m (wyłączając odgałęzienia)
Długość odgałęzień magistrali	do 20 m

Sterowniki TSX umożliwiają realizację sieci z użyciem:

a) Ośmiopinowego złącza TER i/lub AUX typu mini-DIN z rozmieszczeniem sygnałów pokazanym w tabeli 3.2. Jest to łącze szeregowe nieizolowane RS 485, co powoduje, że maksymalny zasięg sieci wynosi 10 m. Złącze to umożliwia także transmisję z protokołem znakowym (tylko w połączeniu jeden do jednego). Port TER może być użyty także do podłączenia programatora sterownika, panelu operatorskiego, drukarki lub terminala znakowego. Porty TER i AUX umożliwiają obsługę do ośmiu adresów stacji slave.

Tabela 3.2. Rozmieszczenie sygnałów na pinach złącz TER i AUX

Pin	Port terminala (TER)	Port zewnętrzny (AUX)
1	D (B)	D (B)
2	D (A)	D (A)
3	niepołączony	niepołączony
4	/DE	/DE
5	/DPT (1 = master)	/DPT (1 = master)
6	niepołączony	niepołączony
7	0 V	0 V
8	+5 V	niepołączony

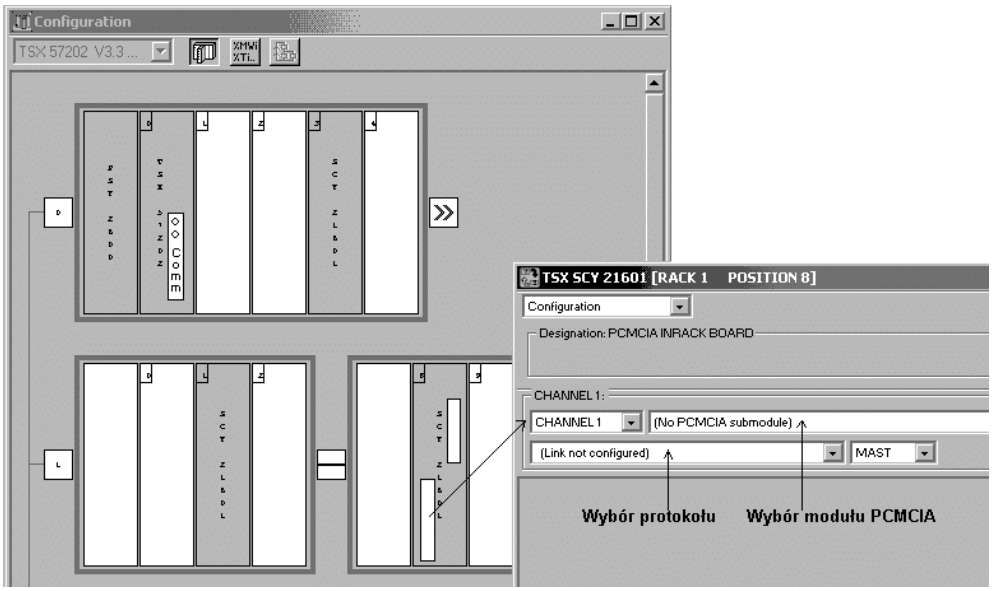
Działanie portu jest uzależnione od dwóch parametrów: stanu sygnału /DPT (0 = slave, 1 = master) ustawionego domyślnie na 1 (zmiana może nastąpić przez zworę we wtyku kabla lub ustawienie w puszcze izolującej portu terminala oznaczonej TSX P ACC 01) oraz konfiguracji programowej portu terminala zdefiniowanej na ekranie konfiguracyjnym programu narzędziowego PL7, stanowiącego oprogramowanie programatora sterowników TSX.

b) Modułów komunikacyjnych TSX SCY 21600/21601, które mogą być umieszczone we wszystkich kasetach segmentu głównego X-Bus stacji sterownika TSX Premium (rys. 4.18). Zawierają one dwa gniazda. Pierwsze z nich stanowi zintegrowany kanał

komunikacyjny z izolowanym złączem RS485 i wieloma protokołami do wyboru (Uni-Telway, MODBUS/JBUS, tryb znakowy). Drugie gniazdo służy do podłączenia karty komunikacyjnej formatu PCMCIA (The Personal Computer Card International Association).

c) Karty komunikacyjnej formatu PCMCIA, w którą można wyposażyć moduł komunikacyjny lub większość jednostek centralnych. Karta typu TSX SCP114 umożliwia transmisję danych z wykorzystaniem jednego z protokołów do wyboru (Uni-Telway, MODBUS/JBUS, tryb znakowy) przez izolowane złącze RS 485. Do czteroprzewodowej komunikacji używany jest kabel TSX SCP CX 4030.

Poza portami komunikacyjnymi TER i AUX wszystkie pozostałe umożliwiają obsługę do 98 adresów stacji slave. Na rysunku 3.2 pokazano wybór karty PCMCIA oraz protokołu transmisji podczas konfigurowania modułu komunikacyjnego TSX SCY 21601 w stacji sterownika TSX Premium z wykorzystaniem programu narzędziowego PL7 Pro.



Rys. 3.2. Konfigurowanie modułu komunikacyjnego TSX SCY 21601

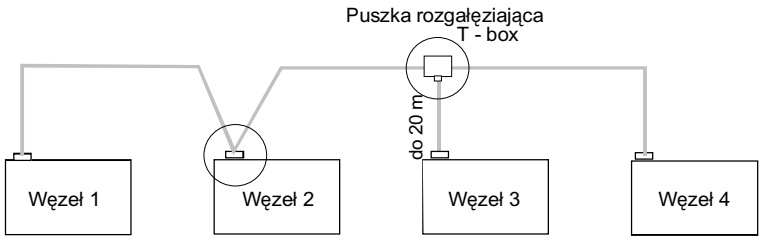
Liczba modułów komunikacyjnych obsługiwanych przez stację zależy od potrzeb i możliwości jednostki CPU, na przykład:

TSX P5710 v.1.5 do 2 modułów SCY 21600,
TSX P57102 v.3.3 do 4 modułów SCY 21601,
TSX P57202 v.3.3 do 12 modułów SCY 21601,
TSX P57402 v.3.3 do 24 modułów SCY 21601.

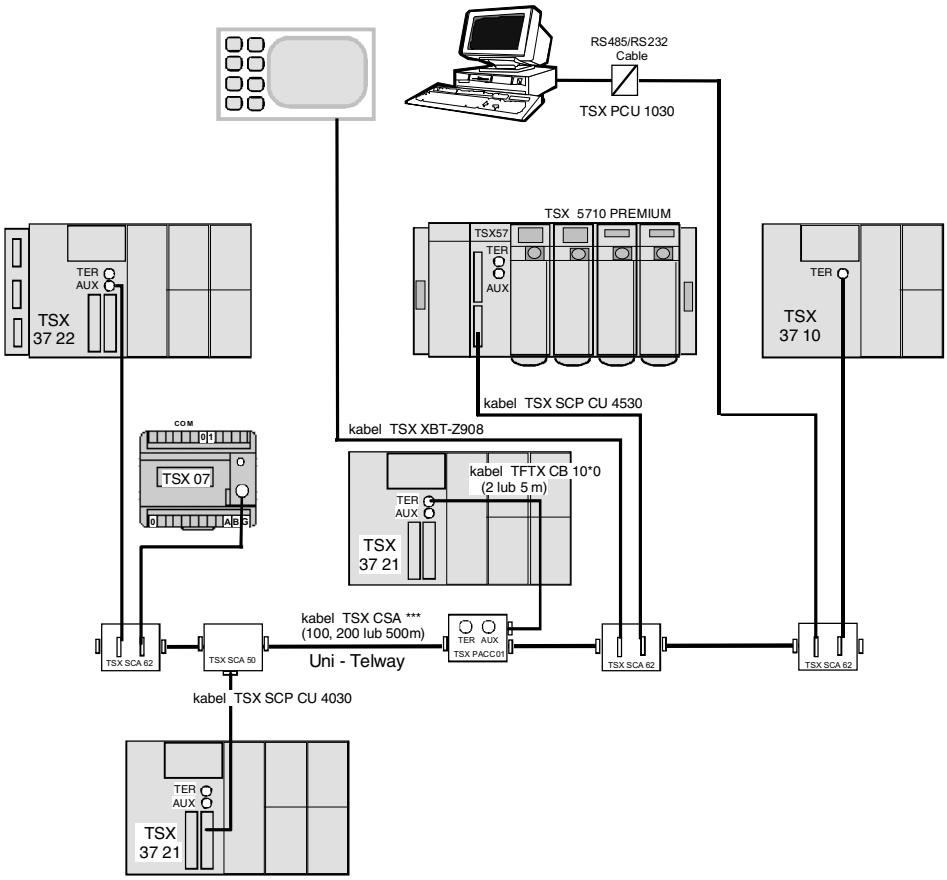
Karta PCMCIA jest wyposażona w dwie sygnalizacyjne diody LED. Górna (czerwona) ERR – sygnalizuje błąd działania, dolna (żółta) COM – aktywność linii komuni-

kacyjnych. Podczas normalnego działania dioda ERR nie świeci, zaś dioda COM migocze. Podłączenie karty PCMCIA musi się odbywać przy wyłączonym zasilaniu sterownika.

Na rysunkach 3.3 i 3.4 pokazano sposób podłączania oraz układ połączeń w przykładowej sieci Uni-Telway z firmowymi kablami i akcesoriami łączeniowymi.

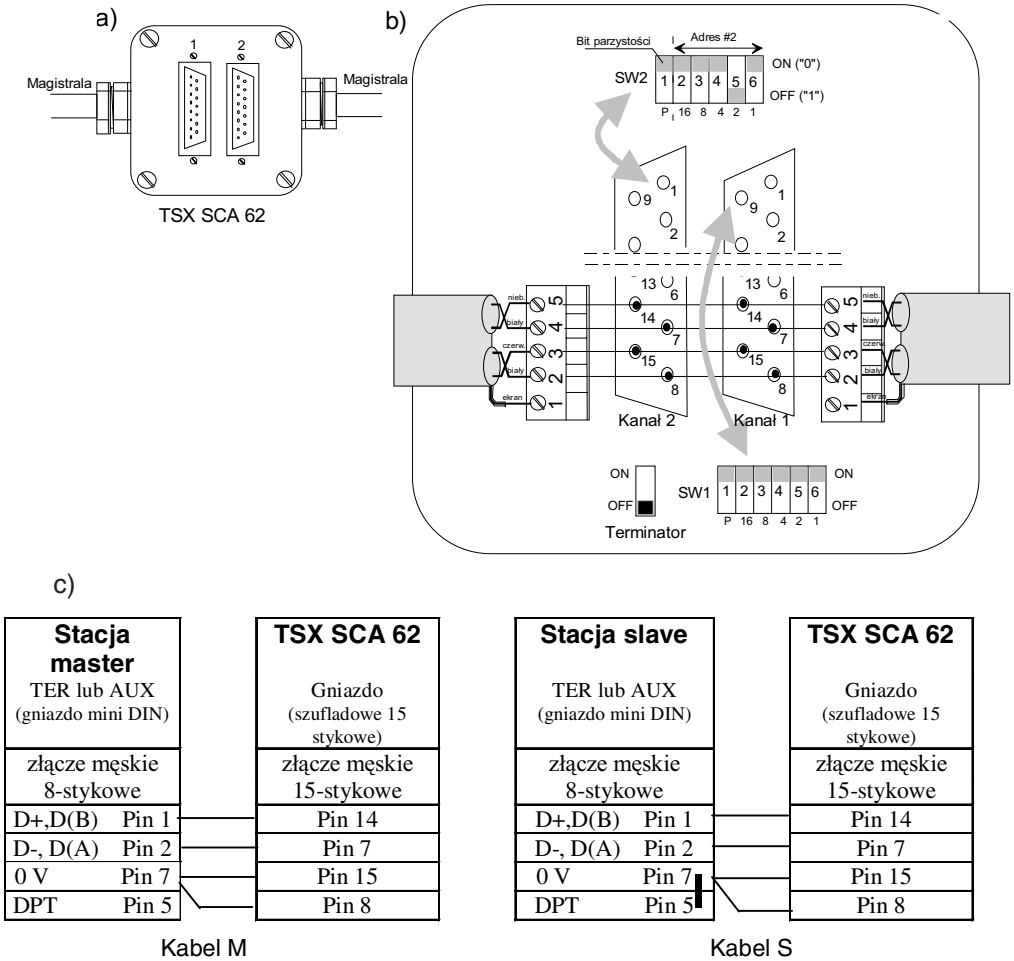


Rys. 3.3. Sposób podłączania urządzeń w sieci Uni-Telway



Rys. 3.4. Przykładowy układ połączeń sieci Uni-Telway

Połączeniowa skrzynka izolująca P ACC 01 służy do podłączania sterowników TSX Nano/Micro/Premium z wykorzystaniem ich nieizolowanych gniazd terminalowych, gdy zasięg sieci przekracza 10 m. Skrzynka posiada zintegrowany kabel połączeniowy o długości 1 m. Umożliwia także wybranie trybu działania sterownika: master (mikroprzełącznik S1 w pozycji OFF) lub slave (ON). Wybranie trybu slave jest konieczne do realizacji transmisji znakowej. Ustawienie mikrowyłącznika S2 w pozycji ON oznacza dołączenie terminatora magistrali Uni-Telway.



Rys. 3.5. Połączeniowe, pasywne dwukanałowe gniazdo abonenckie SCA 62: (a) widok ogólny, (b) sposób podłączania magistrali i rozmieszczenie mikroprzełączników do zadawania adresów sieciowych oraz dołączania terminatora, (c) kable połączeniowe gniazdo abonenckie – złącza TER lub AUX

Połączeniowa, pasywna skrzynka rozgałęźna SCA 50 (*T-box*) umożliwia realizację odgałęzienia magistrali. Ustawienie zwory w pozycji ON oznacza dołączenie terminatora magistrali Uni-Telway.

Połączeniowe, pasywne dwukanałowe gniazdo abonenckie SCA 62, służy do realizacji odgałęzień (z ograniczeniem długości do 1,5 m) oraz sprzętowego zadawania numerów sieciowych węzłów, które nie mają możliwości programowego ustawiania numerów sieciowych, np. panele operatorskie XBT, sterownik TSX17. Umożliwia też terminowanie magistrali.

Aby ustawić adres „2" dla urządzenia podłączonego do kanału 2, należy zwory zespołu mikroprzełączników SW2 w skrzynce ustawić jak na rys. 3.5. Jeśli urządzeniem tym byłby pulpit operatorski XBT wymagający podczas pracy dwóch adresów, to używałby on adresów 2 i 3 (adres 3 byłby zajęty, mimo że nie został nigdzie ustawiony).

3.3. Warstwa łącza danych

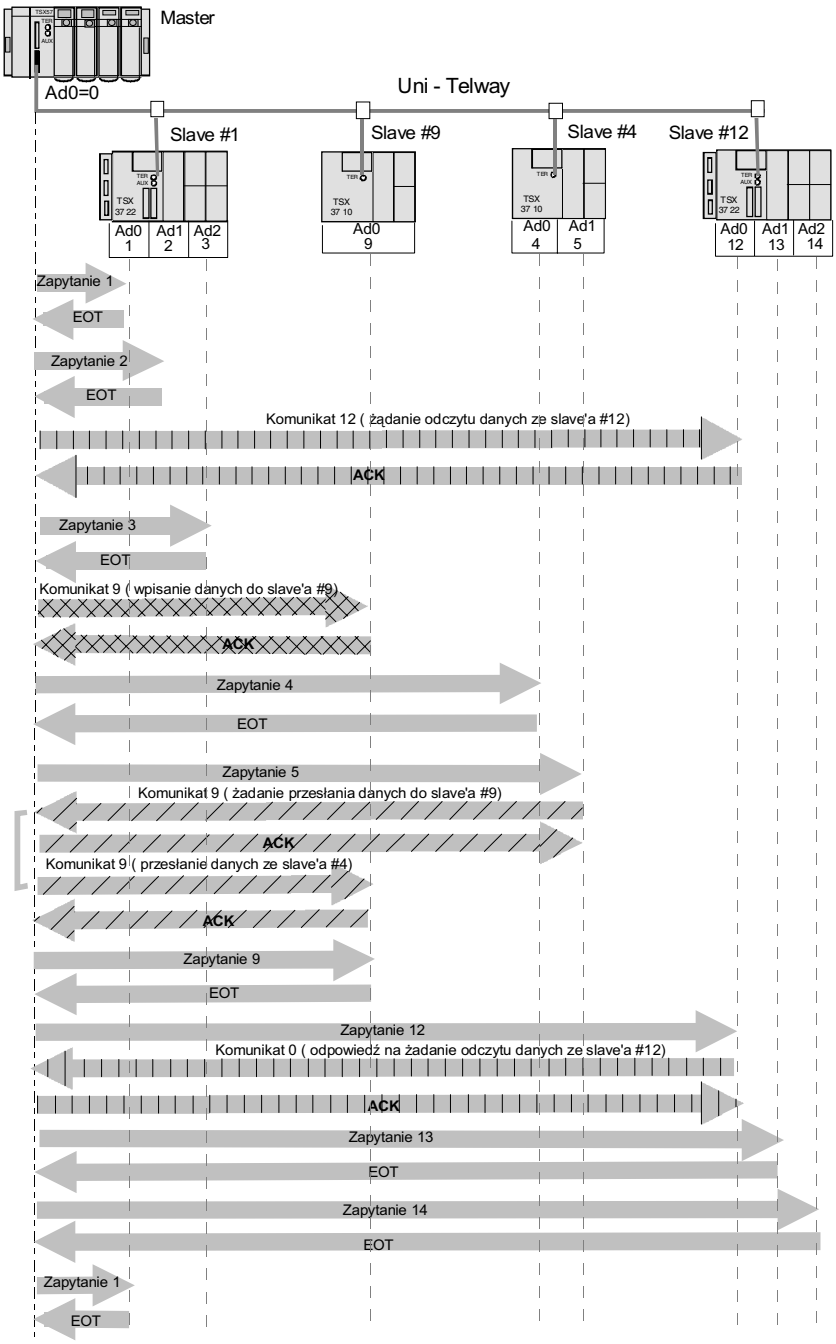
Dostęp do magistrali w sieci Uni-Telway odbywa się w trybie master–slave. Master odpytuje cyklicznie wszystkie stacje slave, których adresy zostały zadeklarowane w konfiguracji sieci (liczba adresów **n**) w kolejności rosnącej. Jedna stacja slave może wykorzystywać od jednego do trzech adresów (Ad0, Ad1, Ad2). Ramka zapytania wysyłana przez stację master składa się z trzech znaków: dwuznakowego nagłówka: DLE (10H), ENQ (05H) oraz odpytywanego adresu (jeden bajt). W odpowiedzi odpytywana stacja wysyła:

- znak EOT (04H), jeśli nie ma nic do nadania,
- komunikat przeznaczony dla stacji o innym adresie.

Jeśli po określonym czasie (time-out TO) nie nastąpi żadna odpowiedź, jednostka zostanie skreślona z listy adresów do odpytania. Wartość parametru TO zadaje się podczas kofigurowania stacji master.

Komunikaty w trybie master–slave mogą być przesyłane między każdymi dwoma uczestnikami sieci oraz w trybie rozgłoszeniowym (stacja master do wszystkich stacji slave).

Stacja master może w każdej chwili przerwać cykliczne odpytywanie (polling) i wysłać komunikat do urządzenia o dowolnym adresie. Poprawne odebranie komunikatu jest natychmiast potwierdzane pojedynczym znakiem ACK (06H). Jeśli odebrany komunikat zawiera żądanie wysłania danych przez stację slave, nastąpi to dopiero w momencie standardowego odpytywania tej stacji slave (rys. 3.6).



Rys. 3.6. Organizacja przykładowej wymiany informacji na magistrali Uni-Telway (kratka – wpisanie danych z mastera do slave'a, paski pionowe – odczytywanie przez mastera danych ze slave'a, paski ukośne – przesyłanie danych ze slave'a do slave'a)

3.4. Warstwa sieciowa

System adresowania platformy komunikacyjnej X-Way dotyczy wymiany informacji w systemach hierarchicznych. Ogólny schemat adresowania (rys. 3.7) przyjęty dla platformy komunikacyjnej X-Way zawiera dwie składowe:

• część zdalna (do komunikacji między stacjami) obejmująca:

Sieć: 0...127

Stacja: 1...63 lub 254 (FE hex) dla pojedynczej stacji

• adres lokalny (np. do komunikacji wewnątrz sieci Uni-Telway)

Brama: 0 – dostęp do systemu,
5 dostęp do modułów komunikacyjnych,
(10+*j*) hex lub (16+*j*) dostęp do *j*-tego bloku textowego.

Moduł: numer kasety i gniazda w kasecie np. 106 – oznacza szóste gniazdo w kasecie numer 1,

Kanał: numer stacji slave dla kanału 0 lub
100 (64 hex) + numer stacji slave dla kanału 1

Nieco inaczej formułowane są adresy lokalne zamieszczane w funkcjach komunikacyjnych wykorzystywanych w aplikacjach TSX Micro i Premium:

- *SYS* – stacja master adresowana przez terminal (dostęp do serwera UNI-TE stacji master),
- *kaseta–gniazdo . kanał komunikacyjny . numer stacji slave* – stacja slave

Reguły adresowania w funkcjach komunikacyjnych stacji slave będącej adresatem są następujące:

kaseta – gniazdo:

- 0 – jeżeli masterem jest stacja TSX Micro,
- 0 – 714 – jeśli masterem jest stacja TSX Premium (z procesorem w wersji 3.3). Przykładowo 502 oznacza moduł w gnieździe 02 kasety 5.

kanał komunikacyjny:

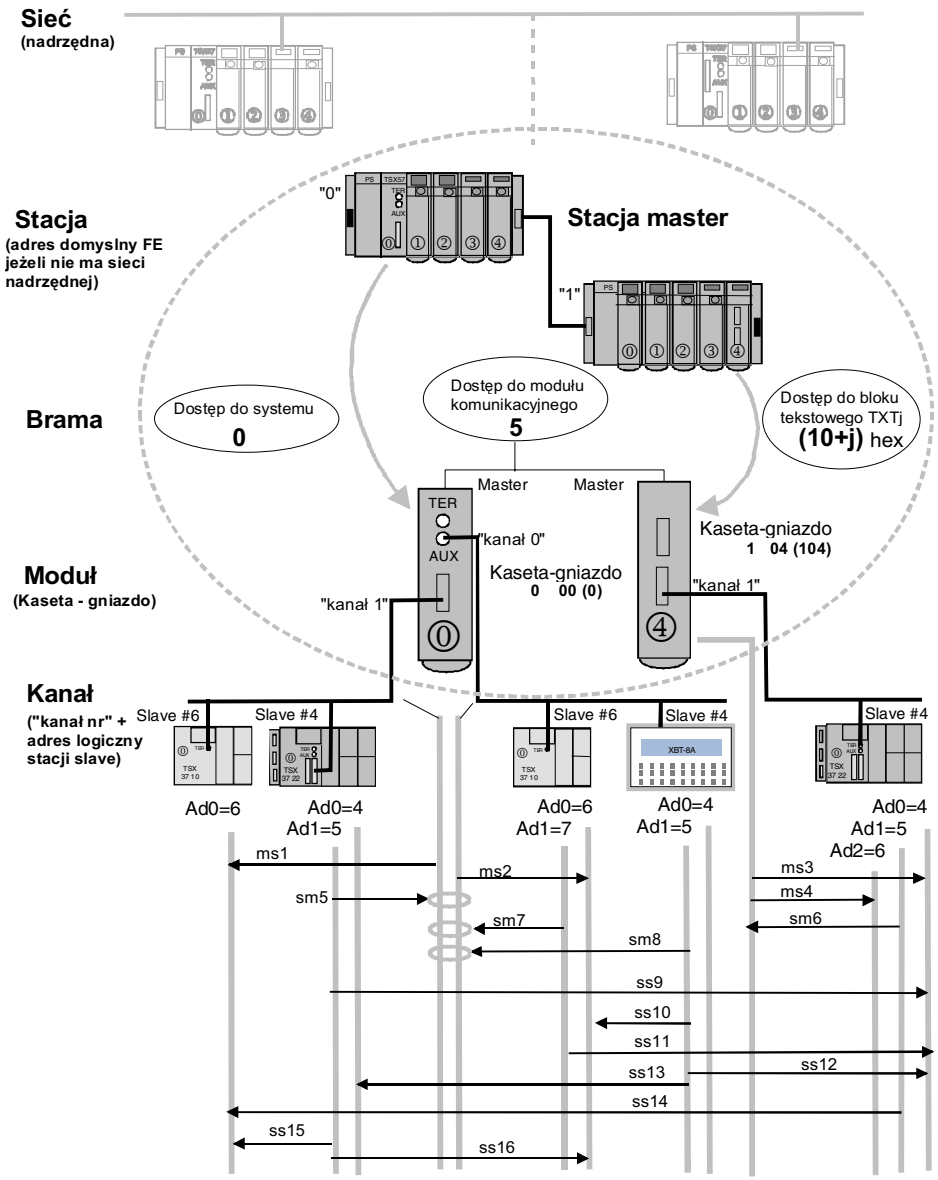
- 0 – jeżeli korzystamy z portu TER jednostki centralnej lub wbudowany kanał modułu TSX SCY 2160x,
- 1 – kanał na karcie PCMCIA.

numer stacji slave (Ad0 lub Ad2)

- 1– 8 numerów slave jeśli przyłączone są do portu TER,
- 1– 98 numerów jeśli stacje podłączone są do karty PCMCIA lub wbudowanego kanału modułu TSX SCY 2160x.

Reguły adresowania w funkcjach komunikacyjnych stacji slave będącej nadawcą różnią się tym, że numer kanału komunikacyjnego dotyczy nadawcy a nie stacji master, zaś numerem stacji slave jest zawsze Ad1.

Uwaga! Stacje do realizacji swoich funkcji wymagają od jednego do trzech adresów, wykorzystujących:



Rys. 3.7. Ogólny sposób adresowania w sieciach Uni-Telway z przykładami

- Ad0 – główny numer stacji slave, wykorzystywany, gdy stacja pełni funkcję serwera,
- Ad1 = Ad0 + 1, wykorzystywany, gdy stacja pełni również funkcję klienta,
- Ad2 = Ad0 +2, wykorzystywany w przypadku konieczności bezpośredniego dostępu do aplikacji.

Tabela 3.3. Adresowanie w przykładach przesyłania żądań jak na rys. 3.7

Oznaczenie	Adres w wywołaniu funkcji	Adres w tablicy transmisyjnej
Stacja master → stacja slave		
ms1	0.1.6	nie występuje
ms2	0.0.6	nie występuje
ms3	104.1.4	nie występuje
ms4	104.1.6	nie występuje
Stacja slave → stacja master		
sm5	0.1.5	16#FE 00 (**stacja sieć**) 16#00 00 (**moduł brama**) 16#00 00 (**00 kanał**)
sm6	0.0.5	16#FE 00 16#68 00 16#00 00
sm7	0.0.7	16#FE 00 16#00 10 (dla TXT0) 16#00 00
sm8 (panel operatorski)	0.254.0.254.0 ***sieć.stacja.brama.moduł.kanał***	
Stacja slave → stacja slave		
ss9	0.1.5	16#FE 00 16#68 05 16#00 68
ss10 (panel operatorski)	0.254.5.254.6 0.254.5.254.106 lub 0.254.5.0.6	
ss11	0.0.7	16#FE 00 16#68 05 16#00 68
ss12 (panel operatorski)	0.254.5.104.104	
ss13 (panel operatorski)	0.254.5.00.104	
ss14	0.0.5	16#FE 00 16#00 05 16#00 6A
ss15	0.1.5	16#FE 00 16#FE 00 16#FE 00 16#00 05 lub 16#FE 05 lub 16#FE 05 16#00 6A 16#00 06 16#00 6A
ss16	0.1.5	16#FE 00 16#00 05 16#00 06

Przykładowo, w komunikatach nadawanych przez stację master poprzez kanał 1 (karta PCMCIA), w module TSX SCY 21601 umieszczonym w gnieździe drugim kasety 5, adres 502.1.4 oznacza adres stacji slave #4 (serwer) o numerze głównym Ad0 = 4. Ta sama stacja slave, zwracając się z żądaniem (Ad1 = 5 – klient), podaje swój adres w postaci 0.0.5 (jeśli podłączona jest do sieci Uni-Telway przez port TER lub AUX w swojej jednostce centralnej), a dla dostępu stacji master do aplikacji adresujemy tę stację slave – 502.1.6 (Ad2 = 6).

Zamieszczone na rys. 3.7 przykłady wymiany informacji wymagają podawania adresów także w tzw. „tablicach transmisyjnych", stanowiących blok słów wewnętrznych. Wyjątkiem jest wymiana informacji inicjowana ze stacji master. Przykłady adresowania podano w tabeli 3.3 i dotyczą one funkcji omówionych w p. 3.5.

W tabeli 3.3, w miejscach gdzie przyjęto domyślny adres modułu FEhex (254), dotyczy to wyłącznie adresowania w pojedynczej sieci Uni-Telway (jeden moduł komunikacyjny skonfigurowany jako master). Jeśli jest inaczej, należy wpisać rzeczywisty adres modułu (kaseta-gniazdo). W przykładzie sm6 jako adres modułu podano zgodnie z regułą 68 hex = 104. W tym wypadku jednak, ponieważ adresowany jest dostęp do systemu (brama 0), może być w tym miejscu wartość domyślna FE hex lub inna dowolna wartość.

3.5. Warstwa aplikacji

Warstwa aplikacyjna zawiera zestaw usług wspomagających wymianę informacji między węzłami sieci wykorzystującymi protokół UNI_TE oraz usługę *komunikacja aplikacja-aplikacja* (funkcja DATA_EXCH). Dla sieci Uni-Telway i sterowników TSX 37 i 57 dostępne są następujące funkcje komunikacyjne:

- READ_VAR, WRITE_VAR (dla stacji master, a w niektórych wykonaniach także dla stacji slave),
- SEND_REQUEST, DATA_EXCH (dla stacji master i slave),

które wykonywane są asynchronicznie względem cyklu programowego. Dla komunikacji realizowanej przez kanał „0" (TER) sterowników TSX 37 v.2.0 oraz moduły TSX SCY 2160x z kartą TSX SCP114 v.1.5 można wykorzystać funkcje READ_VAR i WRITE_VAR także w programach realizowanych przez stacje slave (do wymiany informacji ze stacją master lub inną stacją slave).

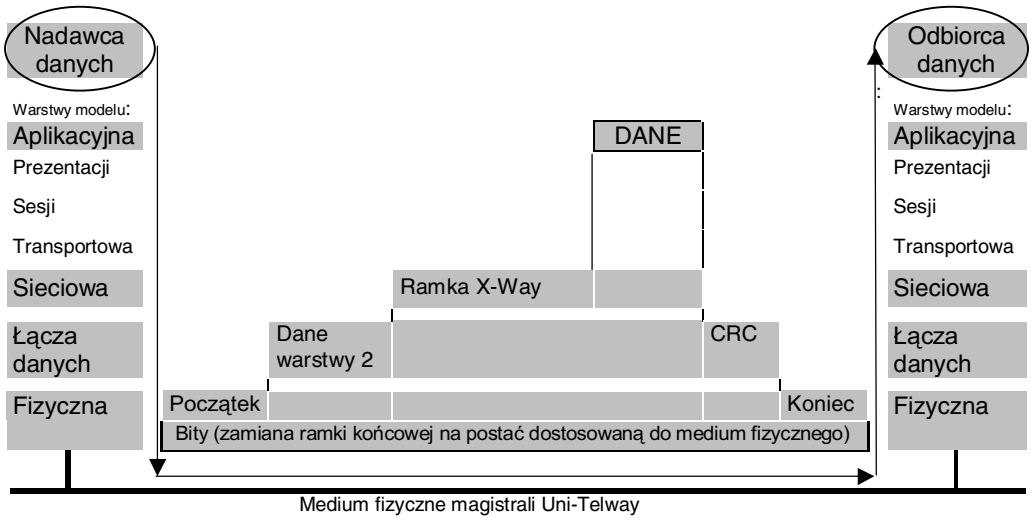
Węzły sieci obsługujące protokół UNI-TE mogą spełniać zarówno rolę ***klienta***, jak i ***serwera***. Oznacza to między innymi, że wymiana informacji między stacjami slave nie wymaga obsługi przez program aplikacyjny stacji master. Klient wysyła żądanie do serwera (np. podania wartości zmiennej, wpisania wartości zmiennej czy zatrzymania urządzenia), zaś serwer wykonuje polecenie i wysyła potwierdzenie.

Każdy fizyczny węzeł sieci może wykorzystywać do trzech kolejnych adresów logicznych (Ad0, Ad1 i Ad2) w przestrzeni adresowej magistrali, przy czym stacja master ma jeden adres zawsze równy 0. Liczba natomiast adresów przypisanych stacjom

slave zależy od wykorzystywanych w komunikacji z nimi funkcji komunikacyjnych. Adres Ad0 jest adresem systemowym stacji o statusie serwera i wykorzystywany jest w aplikacjach klientów tego serwera. Drugi adres (Ad1 = Ad0 + 1) jest adresem klienta i wykorzystywany jest w poleceniach dla serwerów. Trzeci adres (Ad2 = Ad1 + 2) jest wykorzystywany do realizacji komunikacji z użyciem funkcji DATA_EXCH.

3.6. Ramka komunikacyjna protokołu Uni-Telway

Wymiana informacji ograniczona do dwóch węzłów sieci wymaga tylko niewielkiego uzupełnienia danych przesyłanych o informacje organizujące transmisję. W przypadku wymiany informacji między dwoma dowolnymi stacjami pracującymi w różnych sieciach połączonych tzw. mostami, wymieniane dane są uzupełniane dodatkowymi informacjami przez każdą z warstw wyróżnionych w modelu referencyjnym ISO/OSI. Budowę ramki i sposób jej tworzenia ilustruje rys. 3.8.



Rys. 3.8. Kształtowanie ramki przesyłanych i odbieranych danych przez warstwy modelu referencyjnego u nadawcy i odbiorcy w stacjach sieci Uni-Telway

DANE tworzone przez warstwę aplikacji zgodnie z protokołem UNI-TE i w zależności od wersji protokołu mają następującą strukturę:

- przy przesyłaniu żądania

F9(hex)	Nr transakcji	Kod żądania	Kod kategorii	Dane „surowe”
		wersja 1.1		
wersja2.0				

- przy odpowiedzi na żądanie

F0(hex)	Nr transakcji	Potwierdzenie	Dane „surowe”
		wersja 1.1	
wersja2.0			

3.7. Funkcje komunikacyjne

Ogólna struktura funkcji komunikacyjnych jest następująca:

Function (Address, Specific parameters, Management parameters)

Function (funkcja) – nazwa realizowanej funkcji komunikacyjnej.

Address (adres odbiorcy lub nadawcy) – adres urządzenia, z którym ma być wymieniana informacja. Może to być adres bezpośredni ADR#..., lub adres bloku pamięci (6 słów), w którym zapisano adres bezpośredni (np. %MW25:6, %KW10:6).

Specific parameters (specyficzne parametry funkcji) – parametry zawierające np. kod rozkazu, adresy i rozmiar obszarów pamięci wykorzystywanych w wymianie informacji.

Management parameters (parametry organizacyjne) – adres początku bloku czterech komórek pamięci wykorzystywanych do organizacji i diagnostyki wymiany informacji.

Znaczenie poszczególnych słów bloku parametrów organizacyjnych jest jednakowe dla wszystkich asynchronicznych funkcji komunikacyjnych. Każda wykorzystywana funkcja komunikacyjna musi mieć zarezerwowany obszar pamięci parametrów organizacyjnych wyłącznie do swojego użytku. Struktura bloku pamięci jest pokazana w tabeli 3.4.

Funkcje komunikacyjne protokołu UNI-TE

Funkcja **READ_VAR** jest używana do czytania przez klienta wartości jednej lub wielu zmiennych z serwera. Rolę klienta prawie zawsze pełni stacja master. Składnia funkcji jest następująca:

READ_VAR (Adres serwera, Typ zmiennej, Indeks pierwszej czytanej zmiennej z pamięci serwera, Liczba zmiennych, Miejsce zapisu odczytanych wartości w pamięci klienta, Tablica parametrów organizacyjnych).

Ciągi znaków identyfikujące typ przesyłanych zmiennych to:

%MW – słowo wewnętrzne,
%M – bit wewnętrzny,
%S – bit systemowy,
%SW – słowo systemowe,
%KW – słowo stałe,
%KD – podwójne słowo stałe,
%MD – podwójne słowo wewnętrzne,
%TM – timer,
%MN – przerzutnik monostabilny,

%R – rejestr,
%C – licznik,
%DR – sekwenter bębnowy.

Typ zmiennej z indeksem tworzą adres pierwszej zmiennej do czytania. Liczba zmiennych wskazuje, ile kolejnych zmiennych należy odczytać.

Przykład – czytanie wartości słów wewnętrznych stacji slave przez stację master

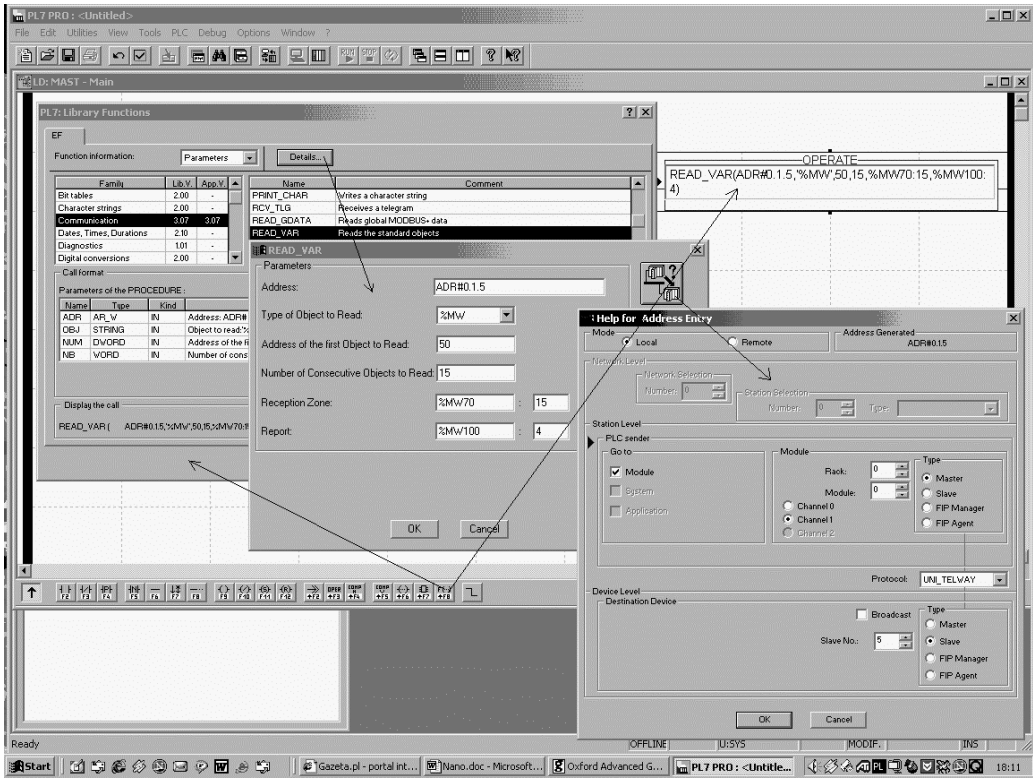
READ_VAR (ADR#0.1.5,'%MW',70,15,%MW50:15,%MW5:4)

W wyniku realizacji funkcji, umieszczonej w aplikacji stacji master, powinniśmy odczytać zawartość słów wewnętrznych %MW70–%MW84 z pamięci stacji slave (serwer) o adresie dostępu 0.1.5 i zapisać wartości tych zmiennych w obszarze %MW50–%MW64 pamięci stacji master (klient). Po poprawnym zrealizowaniu transmisji zawartość komórki pamięci o adresie %MW6 powinna wynosić (0000)hex, zaś komórki %MW8 – 30 (liczba przesłanych bajtów).

Tabela 3.4. Struktura bloku pamięci parametrów organizacyjnych transmisji

	Numer słowa	Bardziej znaczący bajt	Mniej znaczący bajt
Dane wprowadzane przez system	%MWi	Indeks wymiany Indeks wymiany danych przypisywany automatycznie przez system podczas transmisji. Może być wykorzystany do zatrzymania bieżącej wymiany funkcją CANCEL.	Bit aktywności W czasie transakcji ustawiony na 1.
	%MWi+1	Bajt kontrolny operacji Specyficzny dla każdej funkcji bajt podający rezultat działania oddalonej aplikacji. Gdy bajt kontrolny komunikacji = 00 wtedy np.: 00 – wynik poprawny, 02 – niepoprawna odpowiedź. Gdy bajt kontrolny komunikacji = FF, wtedy np.: 04 – błąd linii, 07 – błąd adresowania.	Bajt kontrolny komunikacji Jest ustawiany, gdy bit aktywności zmienia się z 1 na 0. Przykładowe zawartości: 00 – wymiana poprawna, 04 – niewłaściwy adres docelowy, 0E – nieprawidłowa długość, FF–wiadomość nieprzyjęta
Dane wprowadzane przez użytkownika (oprócz parametru *długość* dla funkcji READ_VAR i WRITE_VAR)	%MWi+2	Time-out Zadany maksymalny czas oczekiwania na odpowiedź. Przekroczenie tego czasu sygnalizowane jest kodem błędu. Ustawienie 0 oznacza czas nieskończony. Czas bazowy wynosi 100 ms.	
	%MWi+3	Długość Zadana liczba bajtów wysyłanych lub odbieranych. Musi być odświeżana przed każdym wywołaniem funkcji SEND_REQ i DATA_EXCH.	

Wprowadzanie funkcji komunikacyjnych do programu odbywa się na dwa sposoby: wpisuje się komendę bezpośrednio do standardowego bloku operacyjnego OPERATE BLOCK wywołanego np. poprzez klawisz funkcyjny Shift-F3 albo korzysta się z pomocnika (wizard), który pojawia się po wywołaniu *Text Function* np. klawiszem Shift – F8 w sposób zilustrowany na rysunkach 3.9–3.11.



Rys. 3.9. Wprowadzanie funkcji komunikacyjnej READ_VAR za pomocą *Text Function*

Funkcja **WRITE_VAR** jest używana do wpisywania przez klienta wartości jednej lub wielu zmiennych do pamięci serwera. Rolę klienta prawie zawsze pełni stacja master. Składnia funkcji jest następująca:

WRITE_VAR (Adres serwera, Typ zmiennej, Indeks pierwszej wpisanej zmiennej w pamięci serwera, Liczba zmiennych, Miejsce odczytu pobieranych wartości z pamięci klienta, Tablica parametrów organizacyjnych)

Ciągi znaków identyfikujące typ wpisywanych zmiennych:

%M – bit wewnętrzny,

%MW – słowo wewnętrzne,

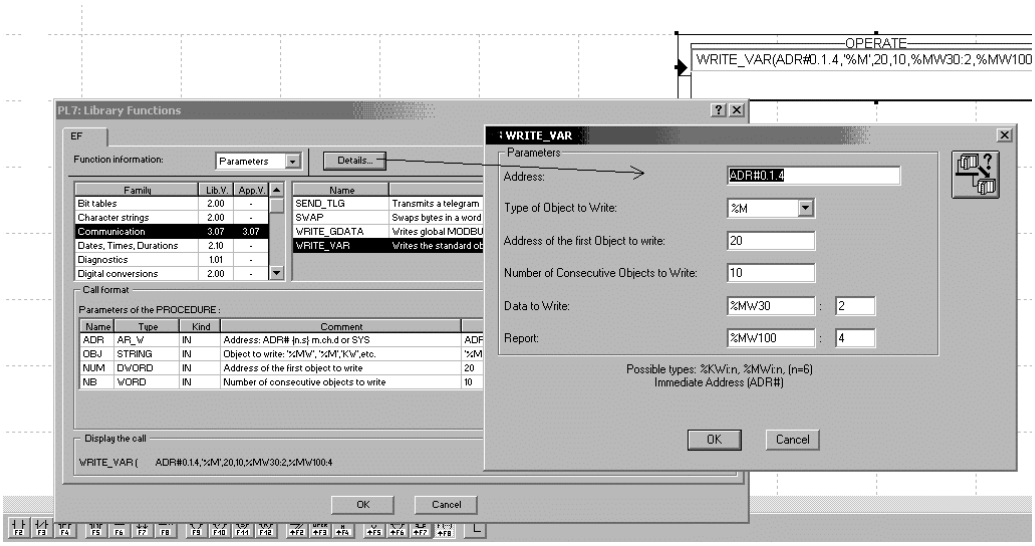
%S – bit systemowy,
%SW – słowa systemowe,
%KW – słowo stałe,
%KD – podwójne słowo stałe,
%MD – podwójne słowo wewnętrzne.

Typ zmiennej z indeksem tworzą adres pierwszej komórki bloku pamięci serwera, do którego przepisywane będą wartości pobrane z pamięci klienta. Liczba zmiennych wskazuje długość tego bloku.

Przykład – wpisywanie wartości bitów ze stacji master do stacji slave

WRITE_VAR (ADR#0.1.4,'%M',20,10,%MW30:2,%MW100:4)

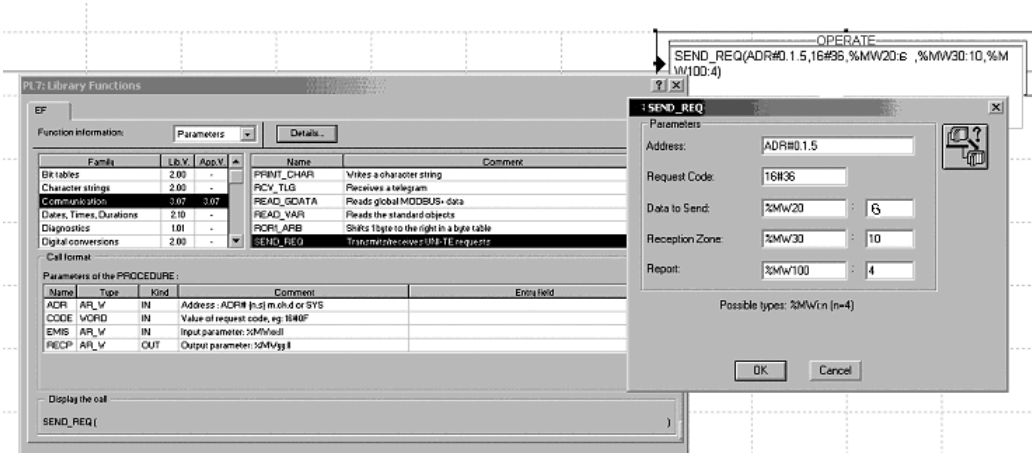
W wyniku realizacji funkcji, umieszczonej w aplikacji stacji master, powinna zostać przepisana zawartość bitów wewnętrznych %MW30–%M31 z pamięci stacji master (klient) do obszaru pamięci %M20–%M29 w stacji slave (serwer) o adresie dostępu 0.1.4. Po poprawnym zrealizowaniu transmisji zawartość komórki pamięci stacji master o adresie %MW101 powinna wynosić (0000)hex, zaś komórki %MW103 i %MW104 (liczba przesłanych bajtów).



Rys. 3.10. Wprowadzanie funkcji WRITE_VAR za pomocą *Text Function*

Funkcja **SEND_REQ** służy do wysyłania wszystkich żądań przewidzianych protokołem UNI-TE i odbioru skojarzonych z nimi odpowiedzi. Jest to uniwersalna funkcja, którą można wykorzystać do transmisji między dwoma dowolnymi stacjami sieci Uni-Telway.

Składnia funkcji jest następująca:



Rys. 3.11. Wprowadzanie funkcji SEND_REQUEST za pomocą wizarda

SEND_REQ (Adres, Kod usługi, Dane, Odpowiedź, Tablica parametrów organizacyjnych).

Zawartość pola *adres* zależy od stacji wysyłającej żądanie (klienta), i tak:

- jeżeli klientem jest stacja master, to pole *adres* zawiera adres serwera Ad0 (stacja slave),
- jeżeli klientem jest stacja slave, a serwerem stacja slave lub master, to pole *adres* zawiera adres nadawcy – klienta Ad1, zaś w aplikacji przed wywołaniem funkcji SEND_REQ należy określić adres odbiorcy – serwera.

Dane – tablica słów zależna od kodu żądania i ilości związanych z nim danych. Minimum jedno słowo, jeśli nie są przesyłane żadne dane (np. żądanie RUN). Długość danych do przesłania musi być zapisana w czwartym słowie tablicy parametrów organizacyjnych przed uruchomieniem transmisji.

Odpowiedź – tablica słów zawierająca dane odbierane. Musi zawierać co najmniej jedno słowo, nawet jeśli żądanie nie przewiduje odpowiedzi. Długość ostatnio odebranych danych jest podana po zakończeniu wymiany w czwartym słowie tablicy parametrów organizacyjnych.

Przykład – czytanie wartości słów wewnętrznych stacji slave przez stację slave

SEND_REQ(ADR#0.1.5, 16#36,%MW20:6, %MW30:10.%MW100:4)

Funkcja jest umieszczona w programie aplikacyjnym klienta. Znaczenie poszczególnych pól funkcji jest następujące:

ADR#0.1.5 – adres klienta (Ad1=5) wysyłającego żądanie i podłączonego do sieci Uni-Telway jako stacja slave przez swój kanał „1”,

16#36 – kod rozkazu *czytaj obiekt,*

Tabela 3.5. Lista kodów usług funkcji SEND_REQ

Grupa	Nazwa usługi	Kod usługi (hex)	Kod potwierdzenia (hex)*
Ogólnego użytku	IDENTIFICATION	0F	3F
	READ_CPU	4F	7F
	PROTOCOL_VERSION	30	60
	MIRROR	FA	FB
Obiekty standardowe	READ_INTERNAL_BIT	00	30
	WRITE_INTERNAL_BIT	10	FE
	FORCE_INTERNAL_BIT	1B	FE
	READ_INTERNAL_WORD	04	34
	WRITE_INTERNAL_WORD	14	FE
	READ_INTERNAL_ DWORD	40	70
	WRITE_INTERNAL_ DWORD	46	FE
	READ_CONSTANT_ WORD	05	35
	READ_CONSTANT_ DWORD	41	71
	READ_SYSTEM_BIT	01	31
	WRITE_ SYSTEM _BIT	11	FE
	READ_SYSTEM_WORD	06	36
	WRITE_ SYSTEM _WORD	15	FE
	READ_GRAFCET_BIT	2A	5A
Moduły I/O	READ_DIGITAL_MODULE_IMAGE	49	79
	WRITE_DIGITAL_MODULE_IMAGE	4A	7A
	READ_STATUS_MODULE	44	74
	READ_IO_CHANNEL	43	73
	WRITE_IO_CHANNEL	48	78
Obiekty ogólne	READ_GENERIC_OBJECT	82	B2
	WRITE_GENERIC_OBJECT	83	B3
	READ_OBJECT	36	66
	WRITE_OBJECT	37	FE
	READ_OBJECT_LIST	38	68
Tryb pracy	RUN	24	FE
	STOP	25	FE
	INIT	33	63
Transfer danych	OPEN_DOWNLOAD	3A	6A
	WRITE_DOWNLOAD	3B	6B
	CLOSE_DOWNLOAD	3C	6C
	OPEN_UPLOAD	3D	6D
	READ_UPLOAD	3E	6E
	CLOSE_UPLOAD	3F	6F
	BACKUP	45	75
Semafory	RESERVE	1D	FE
	RELEASE	1E	FE
	I_AM_ALIVE	2D	FE

* Kody potwierdzenia są umieszczane w bajcie kontrolnym operacji tablicy parametrów organizacyjnych po pomyślnym zrealizowaniu usługi (kod usługi +30hex dla operacji wykonywanych przez serwer oraz FE – wynik pozytywny i FD – wynik negatywny dla operacji bez dodatkowych danych transmitowanych w odpowiedzi).

%MW20:6 – blok sześciu wysyłanych słów, zawierających adres docelowy (serwera) (pierwsze trzy słowa), zakodowany typ obiektów do czytania (słowo czwarte), adres pierwszego czytanego obiektu i ich ilość (słowo piąte i szóste),

%MW30:10 – tablica odbiorcza o długości 10 słów, w której zapisane będą: typ obiektu + dziewięć odczytanych wartości zmiennych.

%MW100:4 – tablica słów organizacyjnych. Słowo %MW104 zawiera długość wysyłanych danych w bajtach. Przy wysyłaniu tablicy o długości 6 słów należy wpisać wartość 12.

Komunikacja aplikacja – aplikacja

Funkcja **DATA_EXCH** może być wykorzystywana do wysyłania, odbioru lub wymiany informacji miedzy stacjami. Jest wykorzystywana zarówno do wymiany danych między aplikacjami PL7, jak i wysyłania danych do węzłów sieci o specyficznym protokole (np. falowniki).

Składnia funkcji jest następująca:

DATA_EXCH (Adres stacji, z którą ma być wymieniana informacja, Typ operacji, Dane wysyłane, Miejsce zapisu odebranych danych, Tablica parametrów organizacyjnych)

Typ operacji:

1 – transmisja poprzedzająca żądanie odpowiedzi (niedostępna w stacjach slave),

2 – nadawanie danych

3 – odbieranie danych

Komunikacja między sterownikiem a panelem operatorskim (funkcje komunikacyjne MMI)

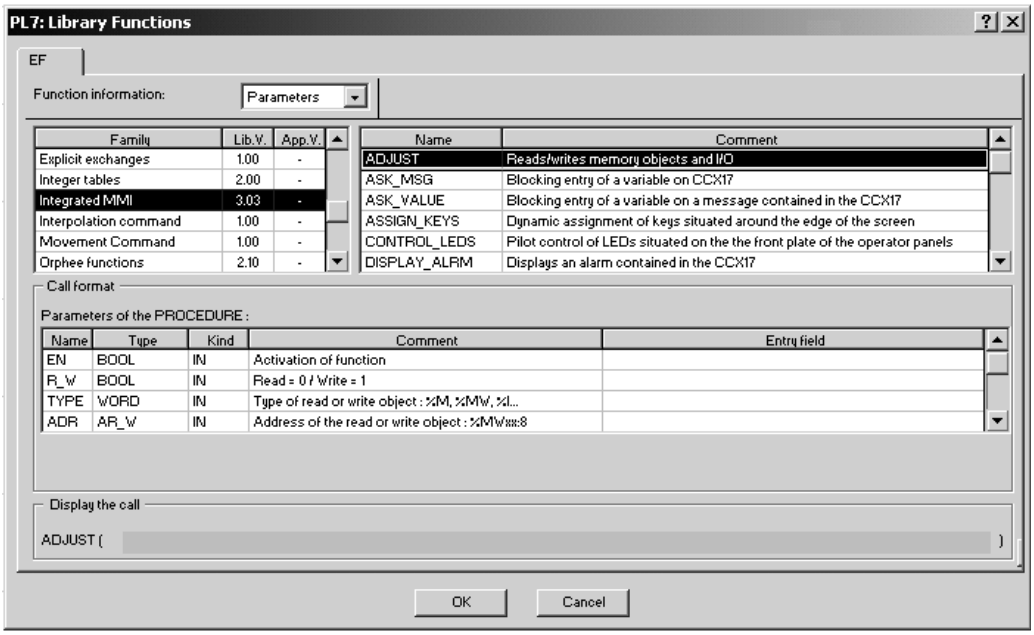
Wymiana informacji pomiędzy sterownikiem a przemysłowym panelem operatorskim z serii CCX17 może być realizowana na dwa sposoby:

- z wykorzystaniem wydzielonego obszaru pamięci słów wewnętrznych %MW w sterowniku, który zawiera teksty komunikatów do wyświetlenia oraz komendy do wykonania; obszar ten może być dostępny zarówno do odczytu, jak i do zapisu.
- z wykorzystaniem wbudowanych funkcji PL7MMI (rys. 3.12), co umożliwia korzystanie z aplikacji umieszczonych w sterowniku i/lub w panelu CCX17 (jeśli dysponujemy programem MMI17 WIN lub MMI17 OS/2).

Ograniczenia w wykorzystaniu omówionych funkcji komunikacyjnych są spowodowane:

- liczbą funkcji realizowanych równocześnie przez dany typ procesora,
- ograniczeniami wynikającymi z protokołu i właściwości kanału komunikacyjnego,
- dopuszczalną długością ramki.

Przykładowo, procesor TSX 37 umożliwia jednoczesną realizację 4 funkcji komunikacyjnych na kanale 0 (port terminala) i 4 na kanale 1 (karta PCMCIA), procesor TSX 5710 umożliwia realizację 16 funkcji na wszystkich swoich kanałach, zaś TSX 5720 – 32 funkcje.



Rys. 3.12. Okno pomocnicze biblioteki wbudowanych funkcji MMI w programie PL7Pro

Pojemności poszczególnych kanałów komunikacyjnych zależą od protokołu i konfiguracji. Dla sieci Uni-Telway wielkości te są następujące:

	TSX 37	TSX 57
Master – port terminala	4	4
Master – PCMCIA lub kanał wbudowany modułu SCY	4	8
Slave, klient – port terminala	4	1
Slave, serwer – port terminala	4	4
Slave, klient – PCMCIA lub kanał wbudowany modułu SCY	1	1
Slave, serwer – PCMCIA lub kanał wbudowany modułu SCY	4	6

Maksymalna długość bloku transmitowanych danych (ramki) wynosi 128 bajtów dla kanału realizowanego na porcie terminala i 240 bajtów dla kanału wbudowanego modułu komunikacyjnego SCY i kanału na karcie PCMCIA.

4. Przykładowe realizacje sieci Uni-Telway

4.1. Wymiana informacji między sterownikiem TSX 07 Nano i panelem operatorskim

Sterownik kompaktowy TSX 07 Nano ma złącze terminalowe w standardzie mini DIN opisanym w tabeli 3.2. W sieci Uni-Telway może pełnić rolę stacji master (wykonanie TSX 07 2x lub TSX 07 3x) lub stacji slave (tylko w wykonaniu TSX 07 3x). Wybór trybu musi być zrealizowany programowo (programowanie portu komunikacyjnego w PL7_07) oraz sprzętowo przez wymuszenie na pinie 5 złącza stanu „0" (DPT = 0) dla trybu slave. W przeciwnym wypadku DPT = 1, co oznacza pracę w trybie master. Wymuszenie stanu „0" odbywa się przez zwarcie we wtyku kabla sieciowego pinów 5 i 7 lub ustawienie mikroprzełącznika S1 w puszce izolującej P ACC 01 (p. 3.2). Stan sygnału DPT można monitorować poprzez bit systemowy %S100.

Sieć, w której masterem jest sterownik TSX 07 może zawierać terminal programujący oraz do dwóch urządzeń będących w sieci węzłami slave. Sieć może wykorzystywać do sześciu adresów przyporządkowanych urządzeniom następująco:

0 – stacja master (TSX 07 Nano),

1 – terminal ręczny lub komputer z programem PL707,

2-3-5 – urządzenie typu klient (dla mastera w wykonaniu TSX 07 2x) oraz klient lub serwer dla wykonania TSX 07 3x),

4 – urządzenie typu klient lub serwer.

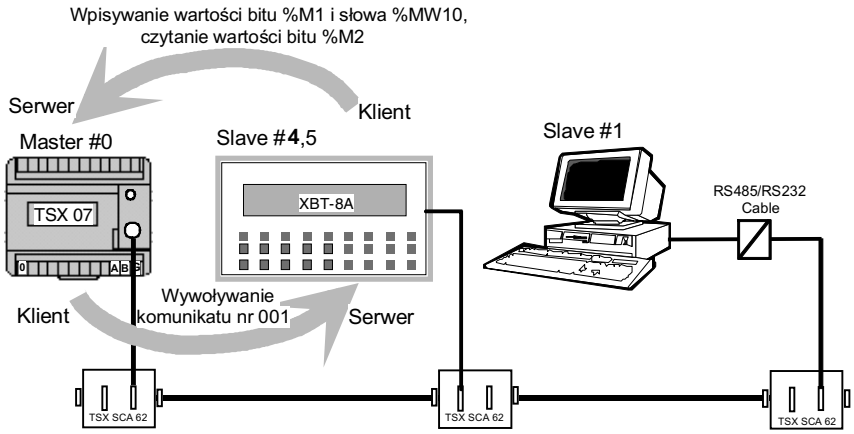
Panel operatorski XBT jako klient i serwer zajmuje dwa adresy logiczne. Pierwszy jest adresem serwera, drugi klienta. Adres serwera ustawiany jest fizycznie na mikroprzełącznikach w puszce SCA 62 (p. 3.2). Adres klienta jest wtedy równy adresowi serwera +1. Wyjątkiem jest master sieci, który posiadając tylko jeden adres = 0, pełni zazwyczaj rolę serwera i może pełnić z pewnymi ograniczeniami rolę klienta.

Przykład 4.1

W celu przekazania informacji ze sterownika do panelu operatorskiego, i odwrotnie, należy zrealizować komunikację w sieci złożonej ze sterownika TSX 07 2x pełniącego funkcję mastera sieci Uni-Telway i panelu XBT-A8 w roli stacji slave (rys. 4.1).

Zadanie polega na:

- odczytaniu i wyświetleniu stanu zmiennej %M2 sterownika na panelu operatorskim,



Rys. 4.1. Schemat połączeń układu do testowania wymiany informacji TSX 07 Nano – panel operatorski

- ustawieniu w sterowniku wartości słowa %MW10 z klawiatury panelu,
- ustawienie z panelu wartości zmiennej %M1,
- wywołaniu ze sterownika wyświetlania komunikatu na panelu operatorskim.

W realizacji trzech pierwszych podzadań panel operatorski pełni rolę klienta, natomiast sterownik TSX 07 jest serwerem. Role te odwracają się, gdy sterownik wymusza wyświetlanie komunikatu na panelu operatorskim. Panel operatorski pełni wówczas funkcję serwera, sterownik (klient) natomiast zawiera oprogramowanie aplikacyjne. Podobnie jest podczas uruchamiania buczka w panelu czy też blokowania klawiatury.

Panel należy przygotować do programowania poprzez wprowadzenie go w tryb pracy *CONFIGURATION* (przytrzymując klawisz *ENTER* wcisnąć klawisz *FUNCT*). Ustawiane parametry są pogrupowane. Zmiana grupy parametrów wymaga użycia klawisza *FUNCT*. Za pomocą klawiesza *ENTER* zmienia się parametry w grupie, zaś klawisz *DEL* służy do modyfikacji wartości wybranego parametru.

Grupa *LANGUAGES* – wybór języka wyświetlanych komunikatów.

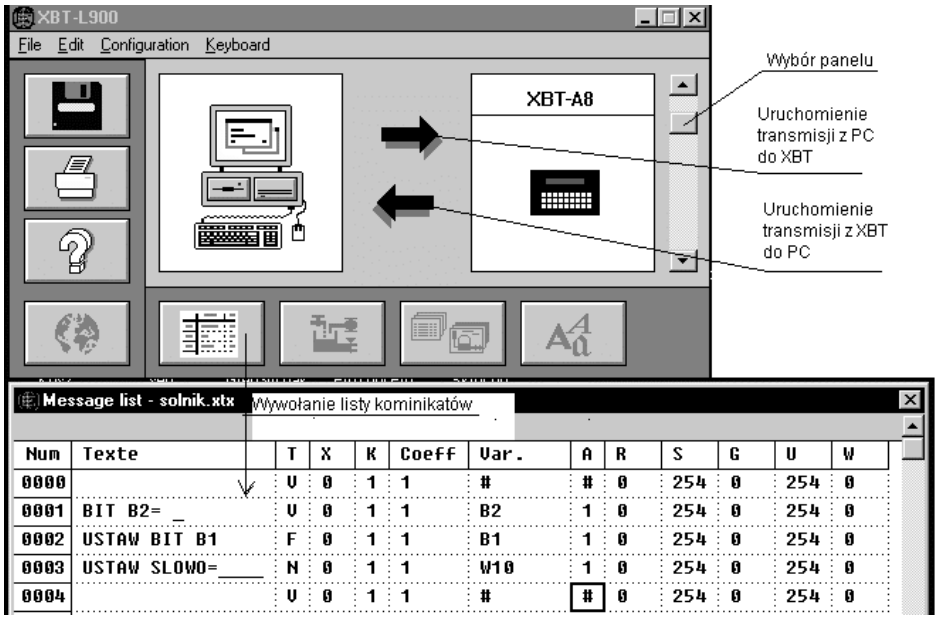
Grupa *LINE PARAMETERS* – tryb i parametry transmisji w sieci:

- *MODE = UNI-TE*,
- *BAURATE = 9600,*
- *PARITY = ODD*.
- *STOP = 1*,
- *BLOCK ETAT = NO*,

Grupa *LOAD PARAMETERS* – tryb i parametry transmisji podczas programowania panelu:

- *SER.PORT = RS232*,
- *BAURATE = 4800*,
- *DATA BITS = 8,*
- *PARITY = ODD*,
- *STOP = 1*,
- *CONVERSAT = NO*,
- *RESPONSE = ACK*,
- *AWAITING MESSAGE*,

Po wybraniu *AWAITING MESSAGE* panel operatorski oczekuje na transmisję programu aplikacyjnego z komputera.



Rys. 4.2. Oprogramowanie panelu operatorskiego XBT-A8

Programowanie panelu operatorskiego odbywa się za pomocą programu XBT L-900. Po uruchomieniu programu ukazuje się ekran pokazany w górnej części rys. 4.2. Na wstępie ustala się parametry transmisji z panelem operatorskim, wybierając z menu Configuration i ustawiając parametry zgodne z przyjętymi w grupie *LOAD PARAMETERS*. Następnie po wybraniu typu panelu i wywołaniu listy komunikatów wprowadza się komunikaty, wypełniając pola tabeli jak na rys. 4.2. W polu Num wpisuje się numer komunikatu (0–100), który wykorzystuje się do wywołania komunikatu z klawiatury (funkcyjnej F1–F12 oraz klawisza *FUNCT* i liczby 13–99 wybranej na klawiaturze numerycznej) lub ze sterownika. Pole Text (16 znaków alfanumerycznych) składa się z tekstu stałego i opcjonalnie pola numerycznego o rozmiarze do 6 znaków umieszczonych w dowolnym miejscu tekstu. Pole numeryczne zaznaczane jest w programie znakiem podkreślenia. W polu numerycznym będzie wyświetlana wartość zmiennej podanej w polu Var komunikatu.

Pozostałe pola tabeli komunikatów zawierają następujące informacje:

T – typ komunikatu: F – funkcyjny, N – numeryczny, V – stały, D – migający (wszystkie typy komunikatu mogą dotyczyć tylko bitu wewnętrznego lub słowa, dla pozostałych typów zmiennych dostępny jest tylko komunikat stały lub migający),

X – pozycję pierwszego znaku komunikatu na wyświetlaczu,

K – tryb dostępu do komunikatu: 1 – z klawiatury i sterownika, 2 – tylko ze sterownika,

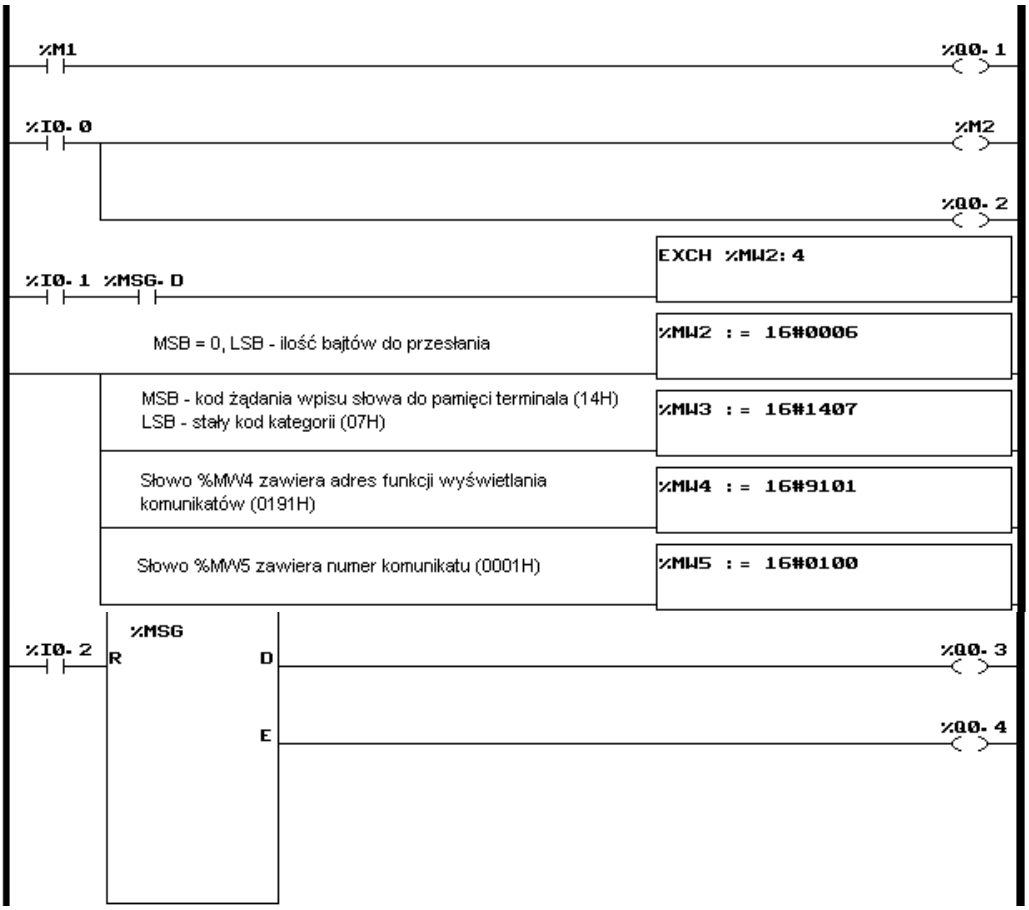
Coeff – wartość współczynnika korekcji wartości zmiennej 0,001–1 (mnożenie podczas przesyłania do XBT, dzielenie podczas przesyłania z XBT),

Var – nazwę zmiennej w sterowniku skojarzonej z komunikatem (Uwaga! W panelu XBT bit wewnętrzny oznaczany jest Bi, zaś słowo – Mi. W nowych sterownikach odpowiadają im zmienne %Mi oraz %MWi),

A – okres odświeżania wartości zmiennej (1 – co 300 ms, 2 – bez odświeżania, 3 – co 1 s, 4 – co 3 s).

Pozostałe parametry dotyczą adresowania w sieci Uni-Telway i do komunikacji ze stacją master sieci należy przyjąć: R = 0, S = 254, G = 0, U = 254 i W = 0. Adres ten wskazuje węzeł sieci, którego dotyczy zmienna zamieszczona w polu Var komunikatu.

Jeśli panel pracuje jako klient, to realizacja jego żądań nie wymaga specjalnego oprogramowania aplikacyjnego w sterowniku (serwer). Wywołanie przez sterownik komunikatu o numerze 001 na wyświetlaczu panelu wymaga natomiast wykorzystania



Rys. 4.3. Program aplikacyjny sterownika w przykładzie 4.1

komendy EXCH oraz opcjonalnie bloku funkcyjnego %MSG do zarządzania wymianą danych.

W instrukcji EXCH podano początkowy adres tablicy słów, które będą wymieniane i jej rozmiar. Zawartość tablicy wyjaśniono na rys. 4.3.

4.2. Wymiana informacji w sieciach ze sterownikami TSX 37 Micro i TSX 57 Premium

4.2.1. Wymiana informacji z wykorzystaniem funkcji READ_VAR i WRITE_VAR

Przykład 4.2

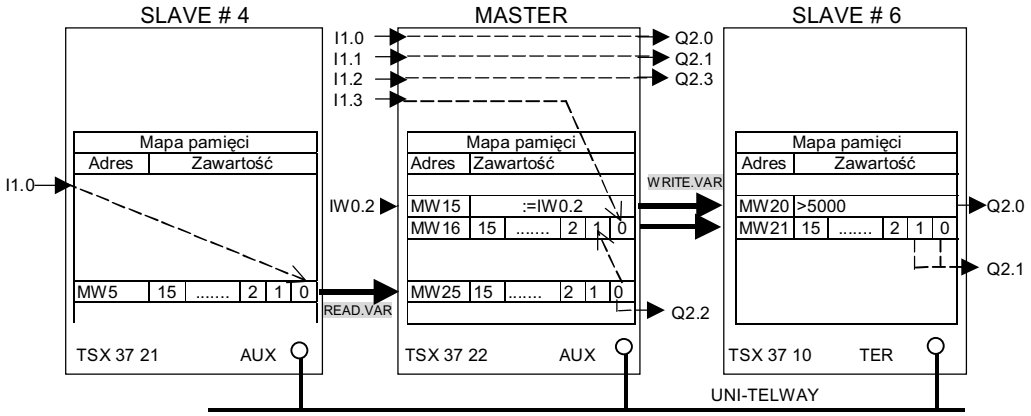
Komunikacja między trzema sterownikami odbywa się w sieci Uni-Telway (rys. 4.13). Rolę węzła master pełni sterownik TSX 3722, rolę węzłów slave pełnią sterowniki TSX 3721 (slave #4) oraz TSX 3710 (slave #6). Zadanie polega na przesłaniu dwóch słów ze stacji master do stacji slave #6. Jedno ze słów zawiera wartość odczytaną z wejścia analogowego, drugie zaś służy do przesłania wartości zmiennej bitowej.

Do tej samej stacji slave #6 należy także przesłać wartość zmiennej bitowej ze stacji slave #4.

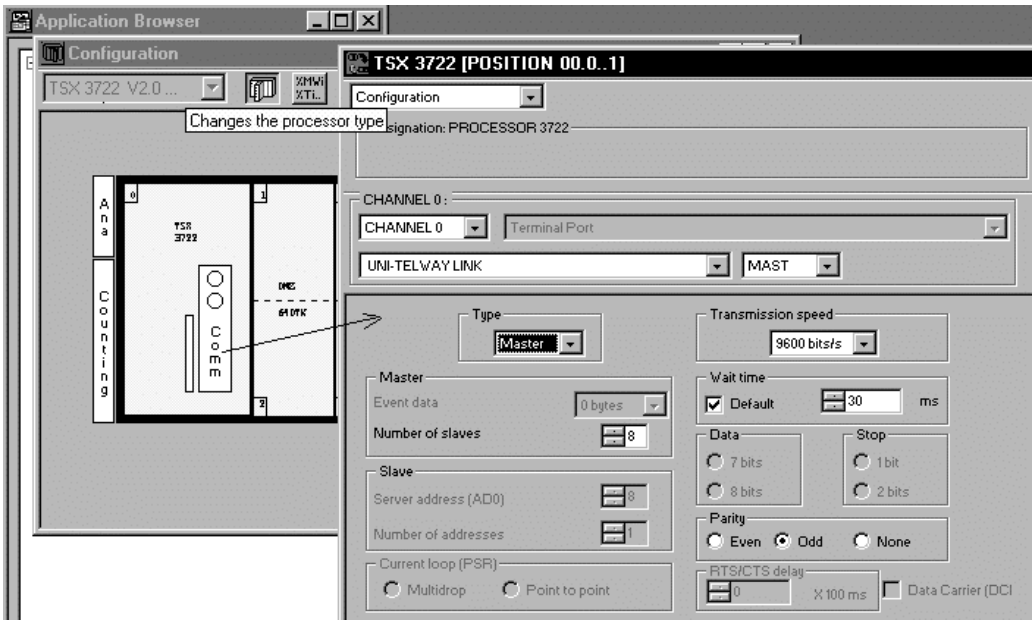
Schemat wymiany informacji przedstawiono na rys. 4.4.

Konfigurowanie stacji master (TSX 3722)

Konfigurowanie odbywa się przy użyciu terminala (PC + PL7 Pro) podłączonego do portu TER, przy odłączonym kablu sieci z gniazda AUX. Należy rozpocząć od konfiguracji sprzętu w sposób podany w rozdziale 2.2, wybierając odpowiedni procesor i obsadę gniazd kasety. Następnie przechodzi się do ustawienia funkcji i parametrów komu-



Rys. 4.4. Schemat wymiany informacji między węzłami sieci w przykładzie 4.2



Rys. 4.5. Wybór parametrów komunikacyjnych

nikacyjnych (rys. 4.5). W tym celu należy kliknąć pole Comm na rysunku jednostki centralnej. Na ekranie, który się wówczas pojawi należy ustawić kanał „0”, gdy planuje się komunikację poprzez port AUX oraz pozostałe parametry jak na rysunku.

Po potwierdzeniu konfiguracji należy przygotować program realizujący postawione zadanie (rys. 4.6). Wszystkie funkcje organizujące wymianę informacji (READ_VAR i WRITE_VAR) zawiera program w stacji master.

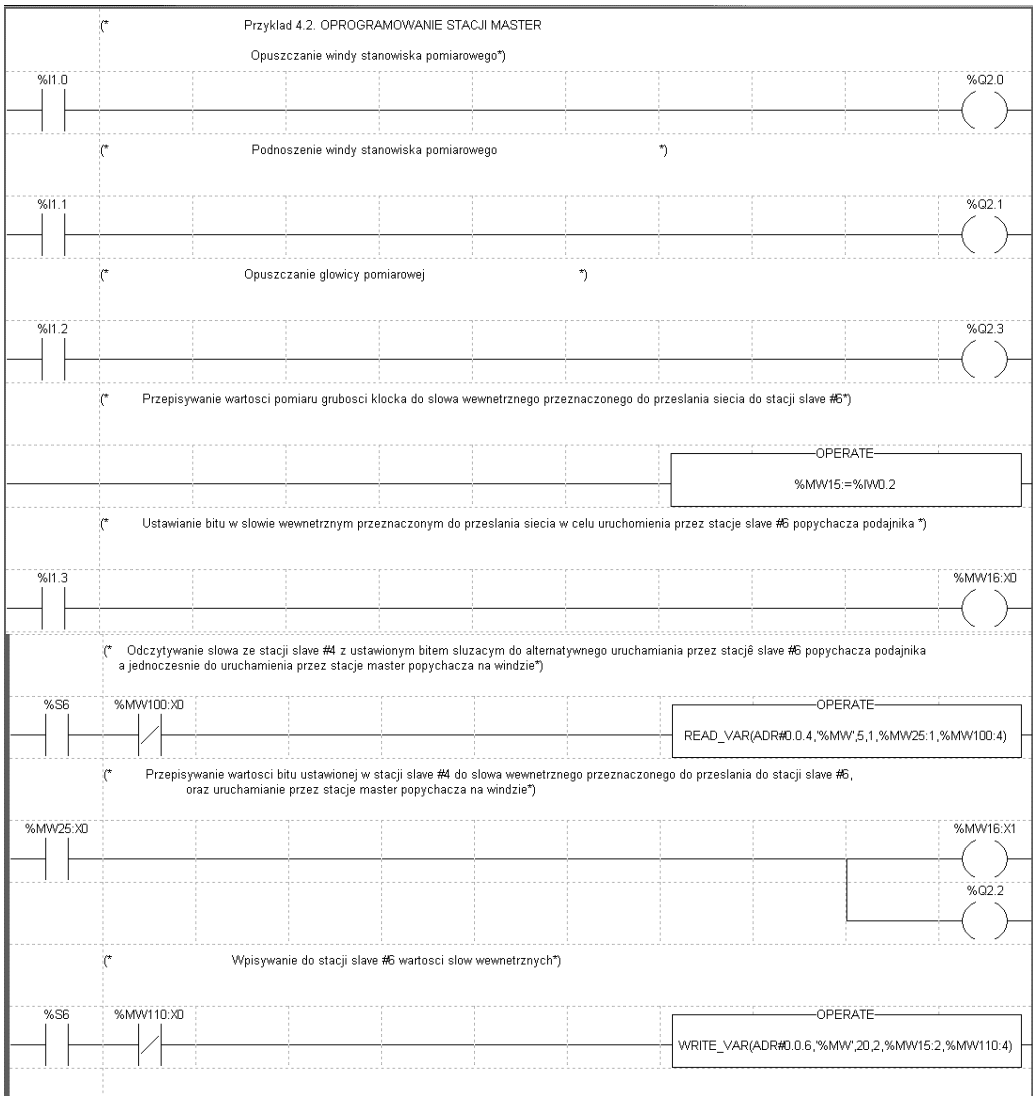
Na zakończenie należy przesłać konfigurację i program do sterownika, wybierając jego adres: *PLC/Define PLC Address* (rys. 4.7). Wybranie SYS oznacza lokalne połączenie terminala ze sterownikiem (1:1). W tym przypadku terminal jest stacją slave, a sterownik stacją master, niezależnie od przyjętej konfiguracji jego modułu komunikacyjnego. Po podłączeniu terminala do sieci Uni-Telway wybranie adresu SYS oznacza komunikację ze sterownikiem będącym stacją master sieci, bez względu na jego fizyczne położenie.

Konfigurowanie stacji slave #4 (TSX 3721)

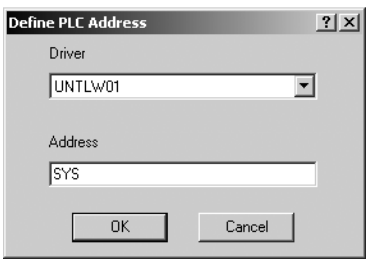
Skonfigurować sprzętowo sterownik i ustawić funkcję i parametry komunikacyjne jak na rys. 4.8.

Program dla sterownika slave #4, realizujący przykładowe zadanie, zamieszczono na rys. 4.9.

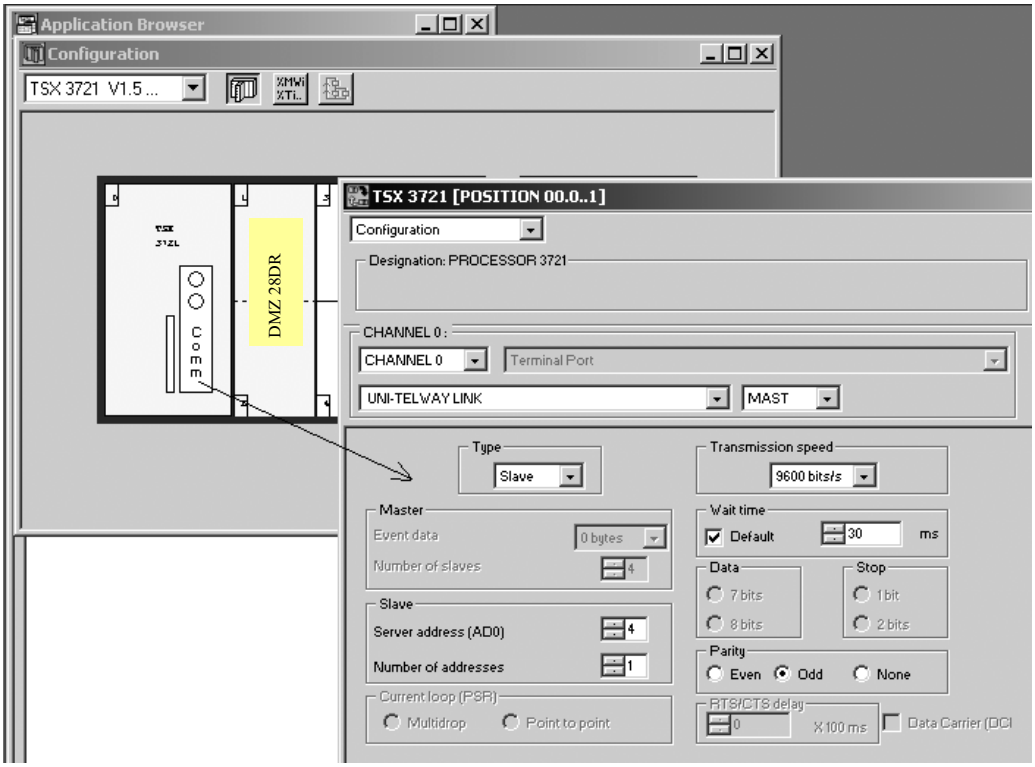
Program i konfigurację należy przesłać do sterownika.



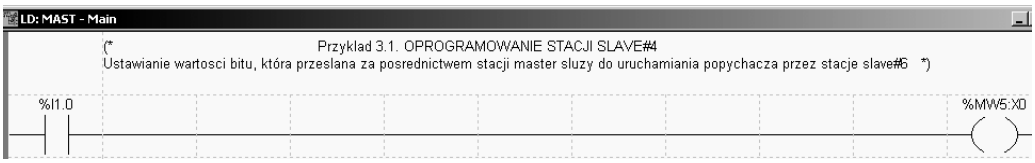
Rys. 4.6. Oprogramowanie stacji master do realizacji zadania z przykładu 4.2



Rys. 4.7. Ustawienie adresu sterownika



Rys. 4.8. Ustawienie parametrów komunikacyjnych w stacji slave #4



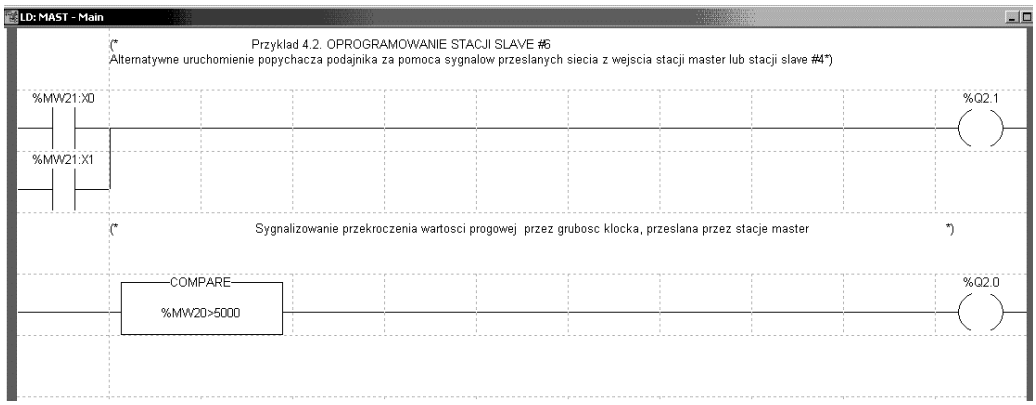
Rys. 4.9. Program dla sterownika slave #4

Konfigurowanie stacji slave #6 (TSX 3710)

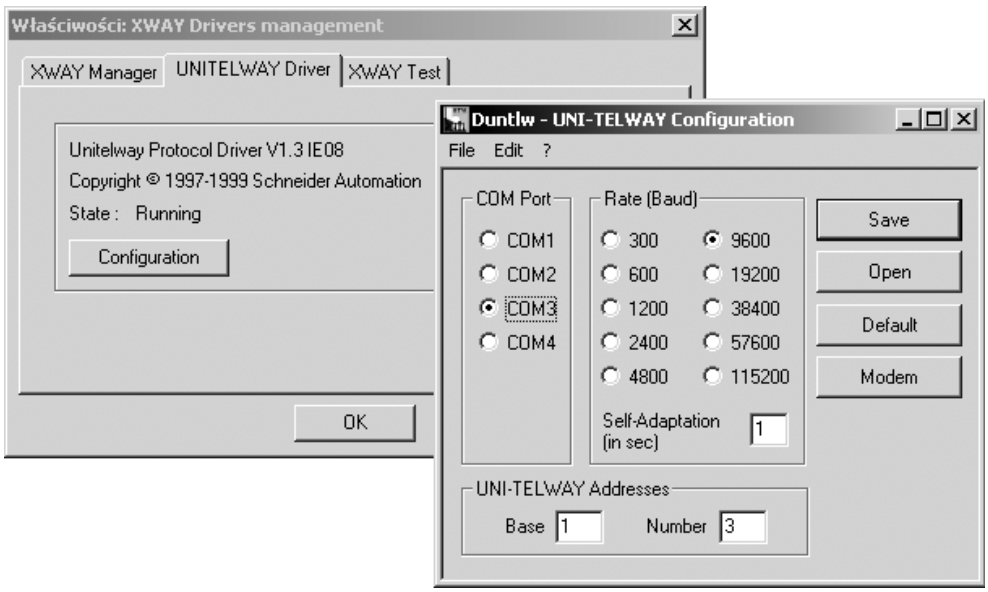
Skonfigurować sprzętowo sterownik, korzystając z jedynego portu komunikacyjnego TER. Następnie ustawić funkcję i parametry komunikacyjne. Po utworzeniu programu (rys. 4.10) należy przesłać aplikację do sterownika w sposób podobny jak opisano powyżej.

Konfigurowanie terminala PC w roli stacji slave

Uruchomić program XWAY Driver Manager, który instalowany jest automatycznie wraz z oprogramowaniem PL7 Pro, i ustawić parametry transmisji i adresy stacji jak na rys. 4.11.



Rys. 4.10. Oprogramowanie stacji slave #6 realizujące zadanie przykładowe 4.2



Rys. 4.11. Parametry transmisji dla terminala w roli stacji slave #1 zajmującej adresy 1, 2 i 3

Uruchomienie sieci

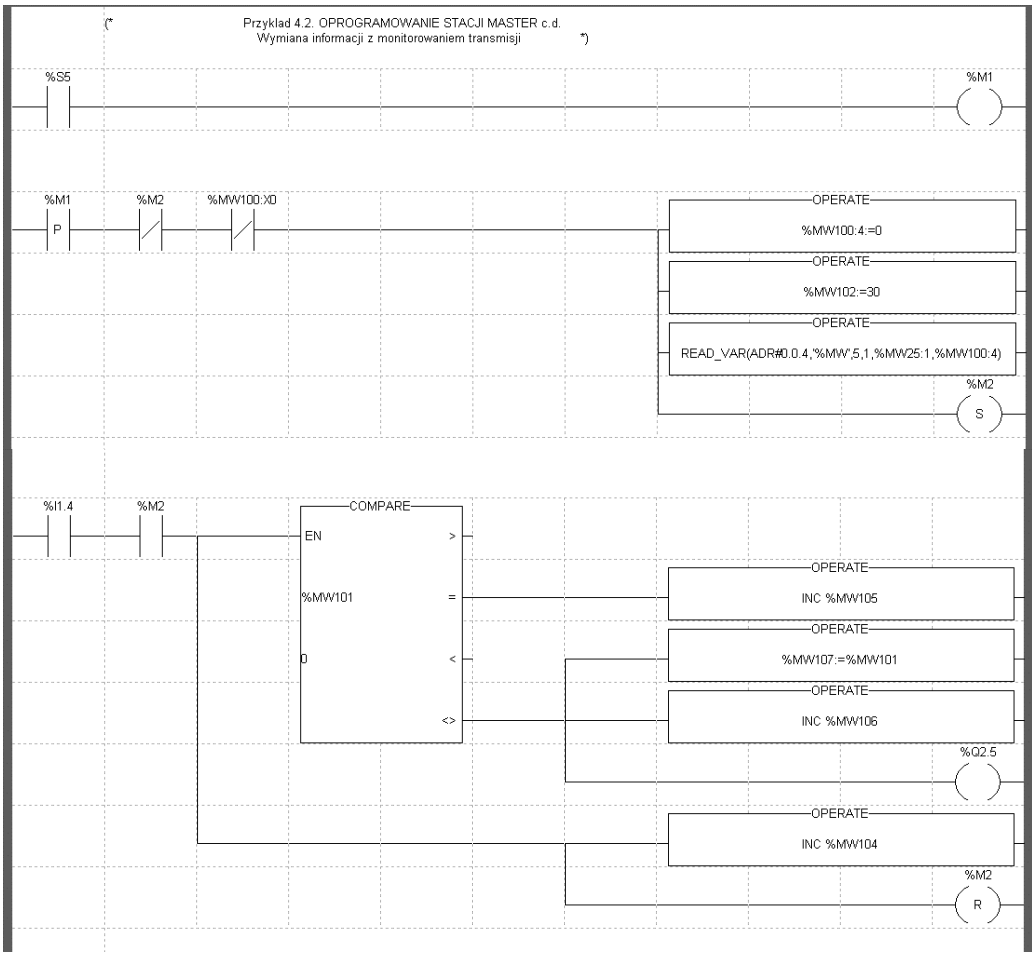
Do adapterów sieci Uni-Telway podłączyć stację master przez port AUX kablem M, stację slave #4 przez złącze AUX kablem S oraz stację slave #6 przez złącze TER również kablem S. Komputer w roli stacji slave #1 podłączyć kablem terminalowym do portu TER sterownika slave #4 (drugi sterownik slave nie ma wolnego portu). Tak włączony terminal może śledzić pracę i wykonywać wszystkie zadania terminala programującego w stosunku do każdego sterownikowego węzła sieci, jeżeli jest w tym czasie jedynym terminalem komunikującym się z tym węzłem. Wybór sterownika realizuje się przez ustalenie adresu jak na rys. 4.7:

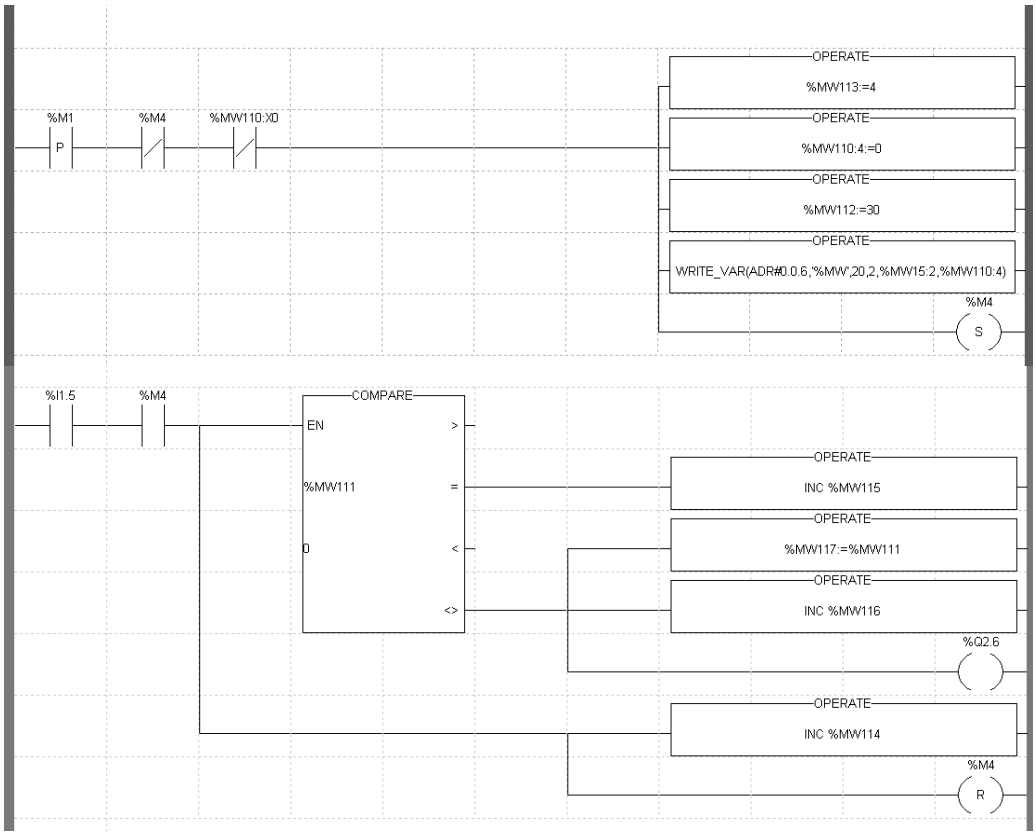
- SYS – podłączenie się do stacji master,
- 0.0.4 – podłączenie się do stacji slave #4,
- 0.0.6 – podłączenie się do stacji slave #6.

Następnie należy wybrać PLC/Connect i na pojawiającym się ekranie – *Keep Data*.

Do stacji master poprzez port TER podłączyć terminal służący do kontrolowania pracy sterownika master (wybrać adres SYS). Terminal ten należy skonfigurować jako węzeł sieci (slave #7,8). Może on być także podłączony do dowolnego węzła sterownikowego sieci po wybraniu odpowiedniego adresu (z zachowaniem zasady, że jest jedynym terminalem podłączonym do danego węzła).

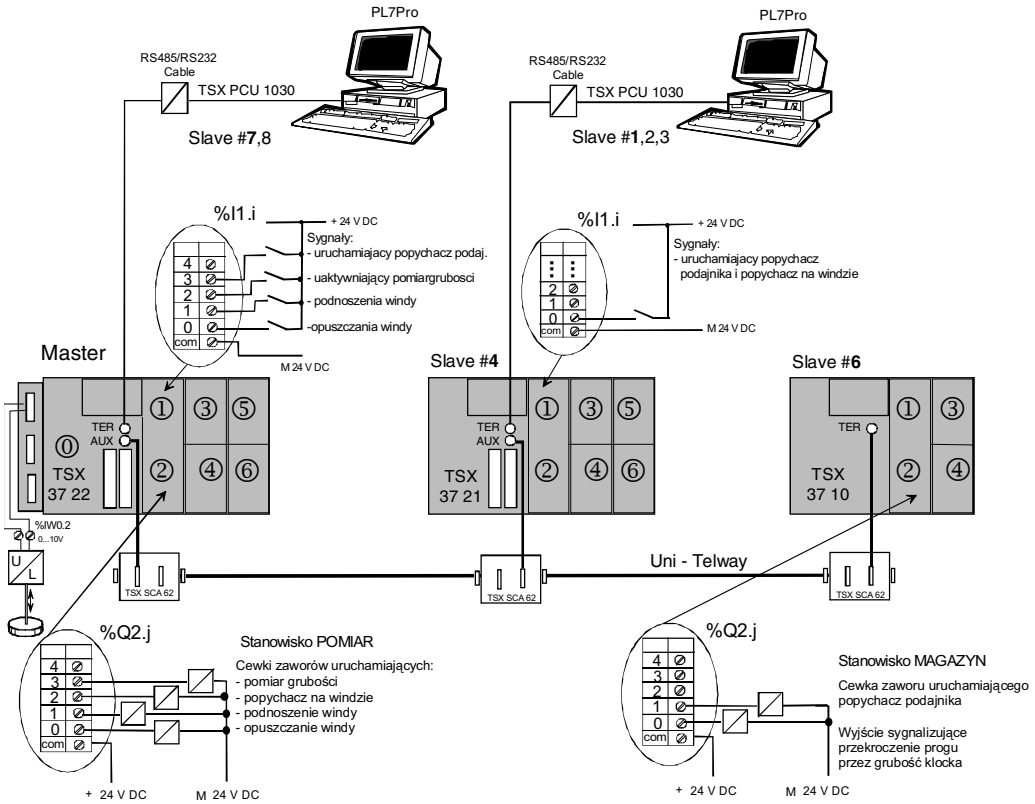
Poprawna komunikacja sygnalizowana jest świeceniem żółtych diod typu LED (TER) na wyświetlaczach sterowników. Wymianę informacji w sieci można także testować w programie stacji master. Przykładową realizację części oprogramowania aplikacyjnego służącej do testowania transmisji pokazano na rys. 4.12.





Rys. 4.12. Oprogramowanie wymiany informacji z monitorowaniem transmisji

W programie przedstawionym na rys. 4.12 do monitorowania wymiany informacji wykorzystywany jest blok komparatora, który sprawdza czy drugie słowo parametrów organizacyjnych transmisji równe jest zeru (patrz tabela 3.3). Jeśli tak to zwiększana jest o 1 zawartość słowa przechowującego liczbę poprawnych wymian. W przeciwnym wypadku zwiększana jest liczba niepoprawnych wymian. Jednocześnie kopiowana jest zawartość drugiego słowa parametrów organizacyjnych zawierająca kody błędów transmisji i wystąpienie błędu sygnalizowane jest na jednym z wyjść binarnych sterownika. Zliczana jest także liczba wszystkich wymian. Przed każdym wywołaniem funkcji komunikacyjnej zerowana jest zawartość słów parametrów komunikacyjnych oraz ustawiana wartość maksymalnego czasu oczekiwania na wymianę (time-out). Ponieważ transmisja jest asynchroniczna względem cyklu wykonywania programu, wywołanie funkcji komunikacyjnych blokowane jest wartością „bitu aktywności”, ustawianego na 1 w czasie trwania transmisji.



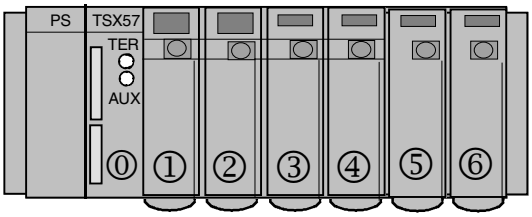
Rys. 4.13. Schemat sieci do testowania oprogramowania opisanego w przykładzie 4.2

Przykład 4.3

Komunikacja między trzema sterownikami odbywa się w sieci Uni-Telway (rys. 4.33). Rolę węzła master pełni sterownik TSX 5710 z dwoma portami komunikacyjnymi (TER i AUX) oraz wkładką komunikacyjną PCMCIA, rolę węzłów slave pełnią sterowniki: TSX 3722 (slave #4) oraz TSX 3710 (slave #5). Sterownik TSX3722 posiada także w gnieździe nr 4 moduł komunikacyjny TSX STZ 10, pełniący funkcję mastera magistrali rozszerzenia, do której podłączone są dwa sterowniki TSX 07 Nano w roli rozszerzenia „1" i slave'a „3". Zadanie polega na sterowaniu ręcznym (poprzez wejścia stacji master) urządzeniami wykonawczymi podłączonymi do wyjść binarnych stacji slave #4 i slave #5. Stacja master odczytuje wartość z wejścia analogowego stacji slave #4 na polecenie wysłane ze stacji slave „3" (TSX07 Nano) poprzez magistralę rozszerzenia. Stan wejścia binarnego stacji slave #5 należy sygnalizować na wyjściu binarnym stacji master i wyjściu oddalonym I/O (TSX 07 Nano) stacji slave #4.

Sterownik TSX 57 Premium

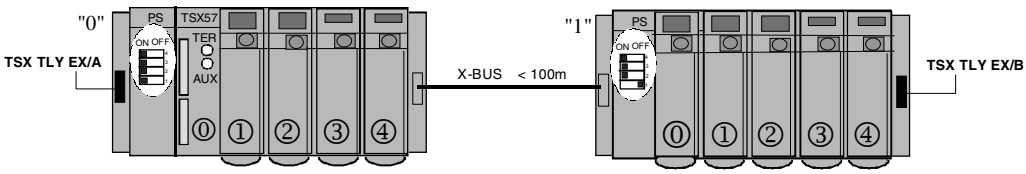
Sterownik TSX 57 Premium jest produkowany w czterech zasadniczych wersjach (57 10, 57 20, 57 30 i 57 40), różniących się między innymi maksymalną pojemnością stacji. Wybór typu procesora oraz płyty nośnej (kasety) definiuje możliwość maksymalnej rozbudowy stacji. Płyty nośne standardowe (TSX RKY) umożliwiają skonfigurowanie stacji jednokasetowej o 6, 8 lub 12 modułach (rys. 4.14). Wymiana informacji między modułami odbywa się z wykorzystaniem magistrali wewnętrznej X-Bus z dostępem deterministycznym i prędkością transmisji 12 Mbitów.



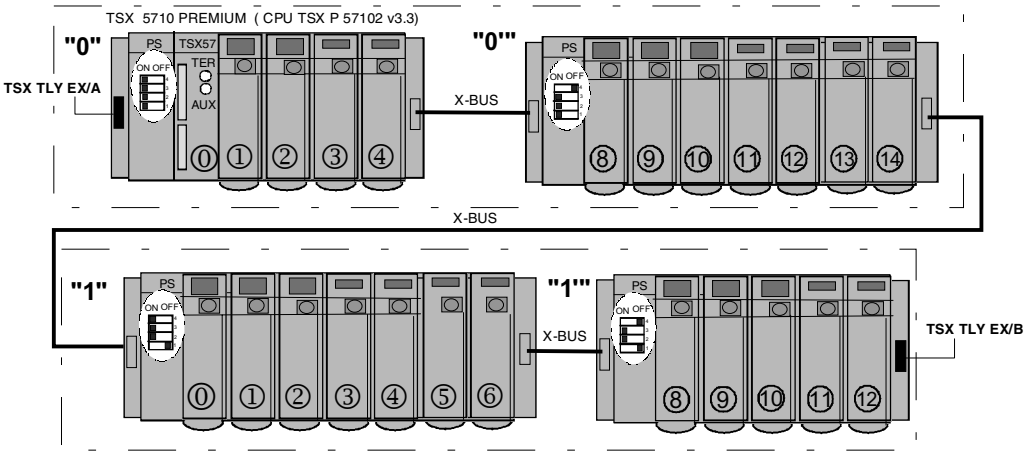
Rys. 4.14. Stacja jednokasetowa ze standardową płytą nośną TSX RKY8 (ośmiomodułowa)

Zasilacz i procesor mogą zajmować jedno lub dwa miejsca (każdy) w zależności od modelu.

Dostępne są również kasety TSX RKY Ex, z magistralą wyprowadzoną na złącza z obu końców kasety o rozmiarach 4, 6, 8 i 12 pozycji. Są to tzw. kasety rozszerzenia, pozwalające na rozbudowę stacji z wydłużeniem magistrali X-Bus do 100 m. Liczba podłączonych kaset zależy od wersji i w wersji najbardziej rozbudowanej wynosi 16 (rys. 4.15–4.16). Dla sterowników TSX 5710 wersja procesorów niższa niż 3.3 ogranicza ilość kaset na magistrali do dwóch i każda z nich ma swój adres. Zastosowanie jednostki centralnej o oznaczeniu TSX P 57102 i wyższym, począwszy od wersji 3.3, umożliwia podłączenie maksymalnie czterech kaset na magistrali, przy czym nadal wykorzystywane są tylko dwa adresy. Wspólny adres mogą mieć tylko płyty bazowe 4-, 6- i 8- modułowe. Numeracja modułów w dodatkowej kasecie o tym samym adresie zaczyna się zawsze od 08. Wybór adresu kasety odbywa się za pomocą czteropozycyjnego mikroprzełącznika na płycie bazowej, ustawianego przed dołączeniem zasilacza. Pozycje przełącznika 1–3 służą do kodowania adresu na magistrali X-Bus, czwarta zaś umożliwia rozróżnienie dwóch kaset o tym samym adresie. Przypisane kasetom adresy mogą nie mieć żadnego związku z fizycznym rozmieszczeniem kaset na magistrali X-Bus.



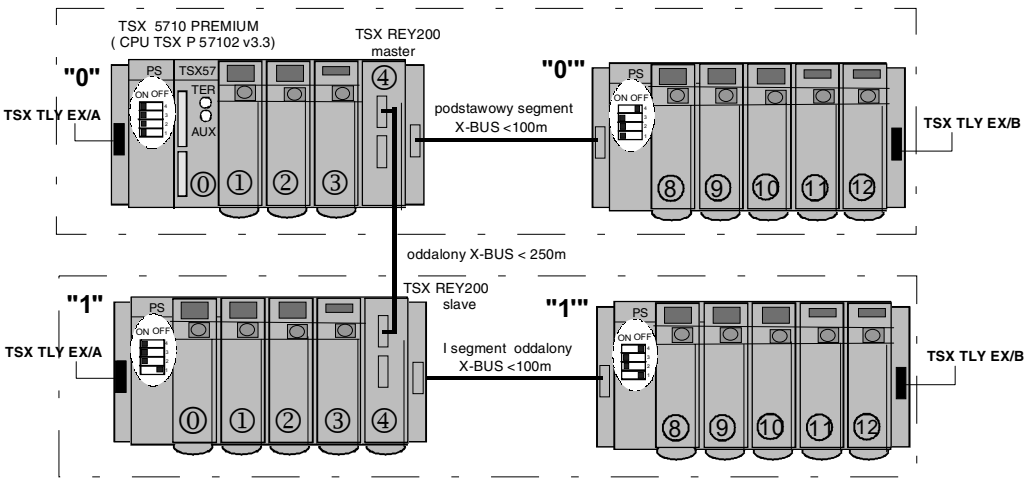
Rys. 4.15. Dwukasetowa stacja z płytami rozszerzeń



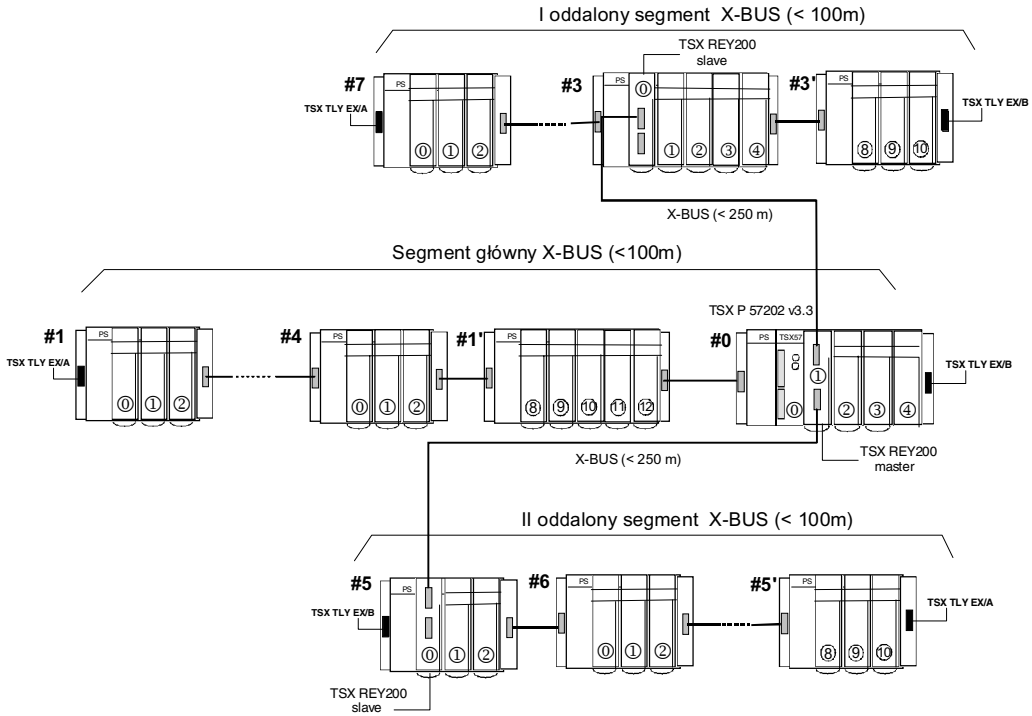
Rys. 4.16. Czterokasetowa stacja sterownika TSX 5710

Końce magistrali X-Bus muszą być wyposażone w terminatory linii TLY EX jak na rysunkach, przy czym terminatory typu A i B mogą być zamienione miejscami.

Zasięg magistrali X-Bus można zwiększyć nawet do 700 m (dla TSX 5710 do 450 m), wykorzystując moduły TSX REY200 umożliwiające dołączenie dwóch (dla TSX 5710 – jednego) oddalonych segmentów X-Bus. Maksymalny zasięg osiągalny jest tylko podczas transmisji sygnałów binarnych. Obecność modułów analogowych w segmencie oddalonym znacznie zmniejsza ten zasięg. Moduł zainstalowany w kasecie o adresie „0” (zawierającej CPU) automatycznie konfigurowany jest jako master. Moduł slave może być instalowany tylko w kasecie podstawowej (nie w dodatkowej o tym samym adre-



Rys. 4.17. Przykładowa konfiguracja stacji sterownika TSX 5710 z segmentem oddalonym



Rys. 4.18. Maksymalna konfiguracja sprzętowa stacji sterownika TSX 57 Premium (CPU – TSX P 57202 v.3.3)

sie). W segmentach oddalonych nie można umieszczać modułów komunikacyjnych TSX SCY.

Adresy pojedynczych kanałów sygnałowych (binarnych i analogowych) składają się z trzech elementów:

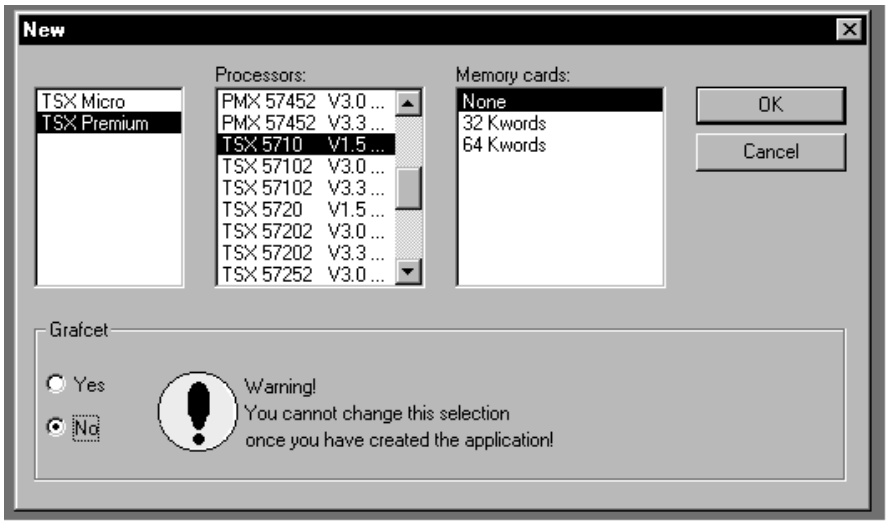
- typ kanału (%I, %Q – wejście, wyjście binarne, %IW, %QW – wejście, wyjście analogowe),
- adres kasety rozszerzenia (pomija się adres kasety głównej – #0) i adres modułu w kasecie,
- poprzedzony znakiem kropki numer kanału informacyjnego w module.

Przykładowo:

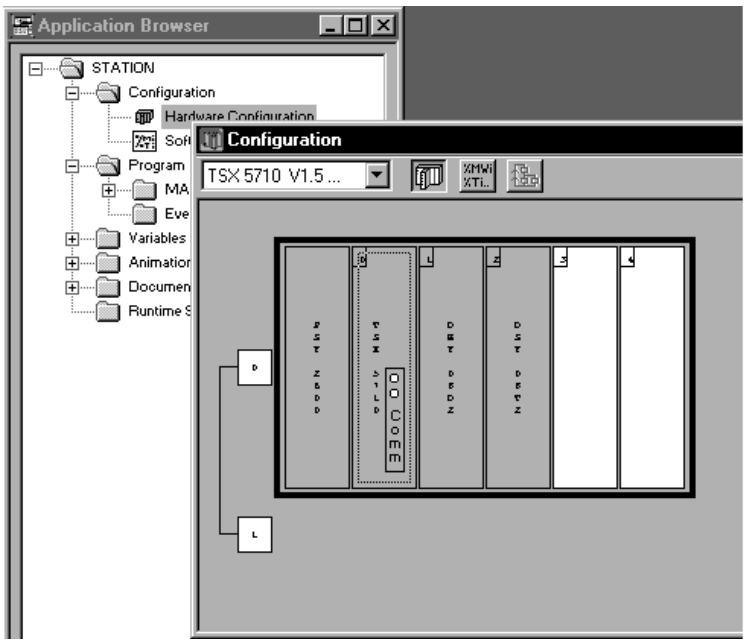
%I4.3 – wejście binarne nr 3 w module 4 umieszczonym w kasecie głównej,
%QW3.4 – wyjście analogowe nr 4 w module 3 umieszczonym w kasecie głównej,
%Q510.8 – wyjście binarne nr 8 w module 10 kasety rozszerzenia o adresie #5'.

Konfiguracja sprzętowa oraz oprogramowanie stacji master

Konfigurowanie odbywa się przy użyciu terminala (PC + PL7 Pro) podłączonego do portu TER, przy odłączonym kablu sieci Uni-Telway. Należy rozpocząć od konfiguracji sprzętu, wybierając odpowiedni procesor i obsadę gniazd kasety.

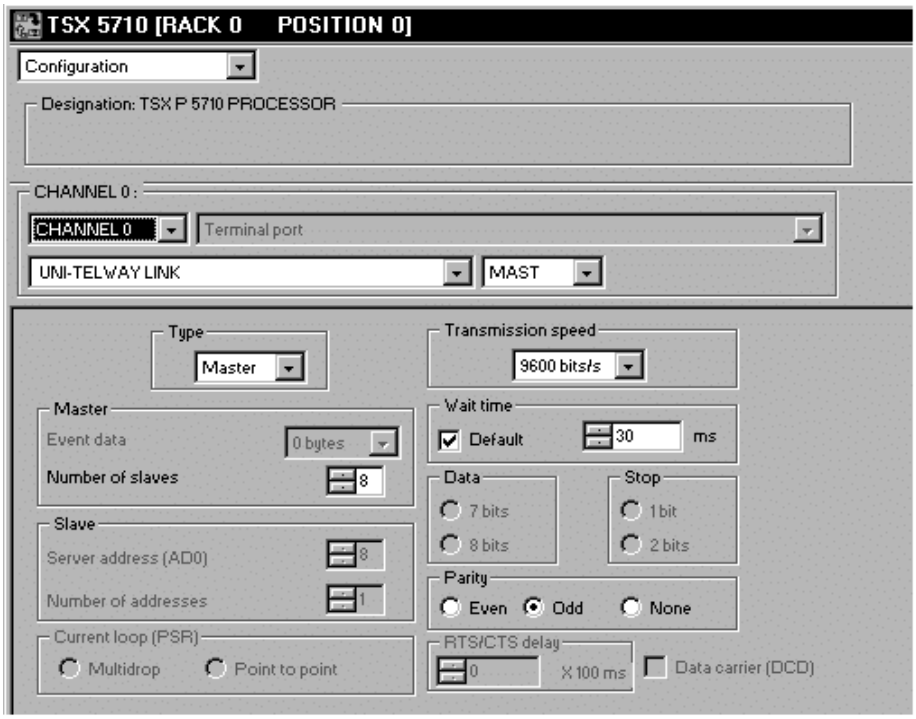


Rys. 4.19. Wybór jednostki centralnej sterownika

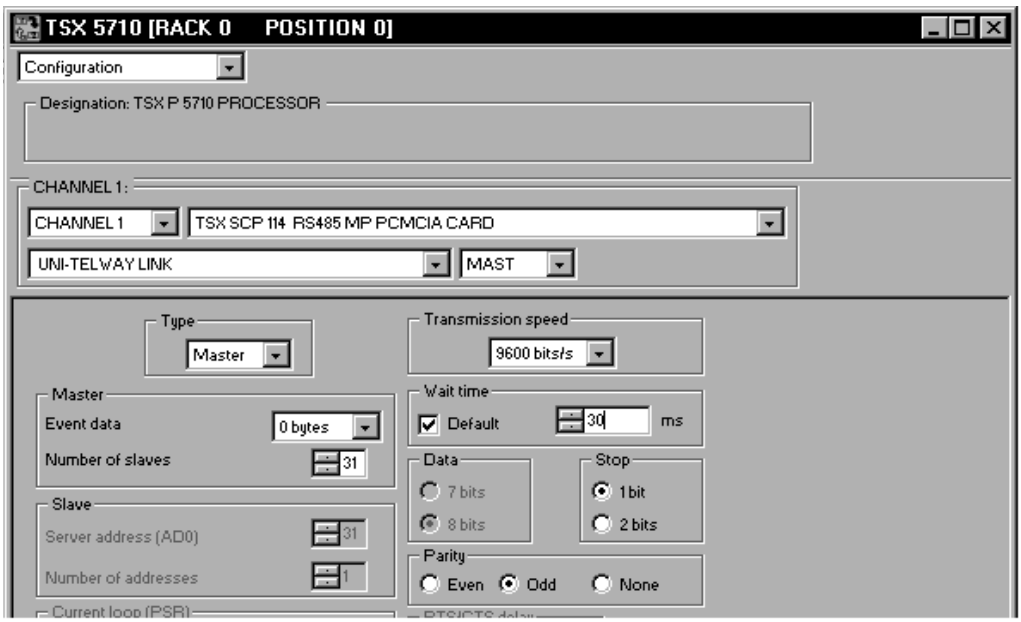


Rys. 4.20. Widok okna konfiguracji sprzętowej kasety sterownika

Następnie ustawia się funkcje i parametry komunikacyjne (rys. 4.21). W tym celu należy kliknąć pole *Comm* na rysunku jednostki centralnej. Na ekranie, który się wówczas pojawi, należy ustawić kanał „0”, gdy planuje się komunikację przez port AUX, oraz pozostałe parametry jak na rysunku.



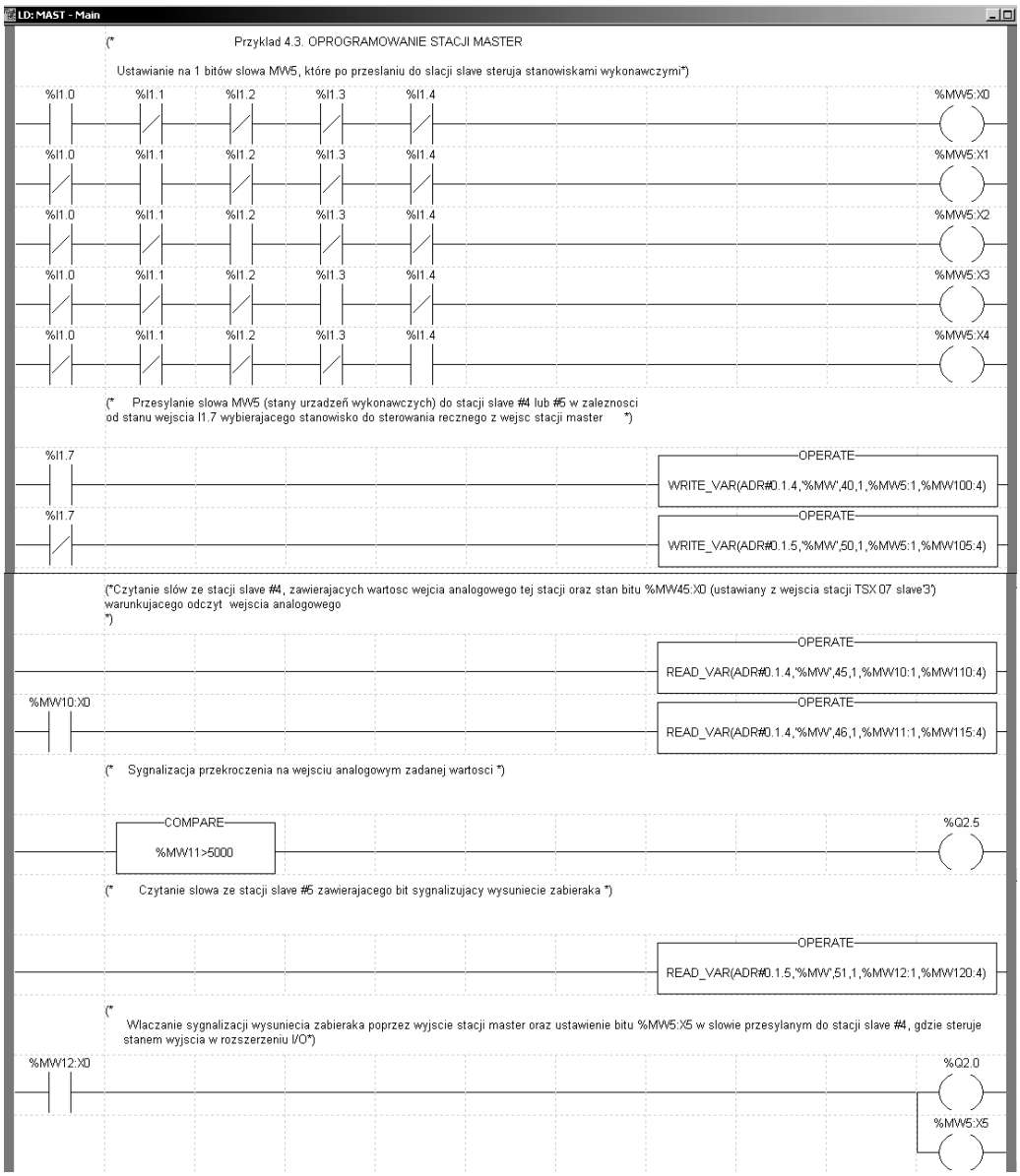
Rys. 4.21. Wybór parametrów komunikacyjnych kanału „0”



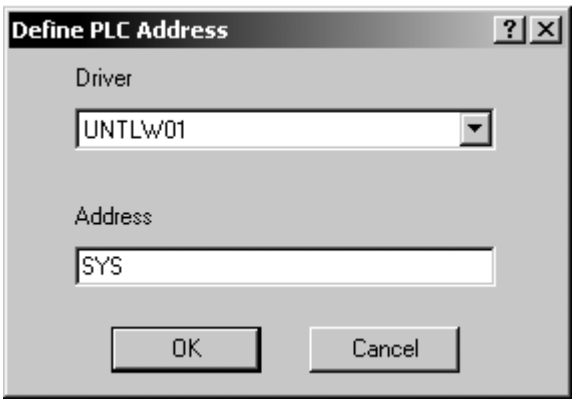
Rys. 4.22. Parametry komunikacyjne kanału „1”

Ponieważ będzie wykorzystywany również kanał „1” (wkładka komunikacyjna TSX SCP 114), należy ustawić parametry komunikacyjne dla tego kanału.

Następnie po potwierdzeniu konfiguracji należy przygotować program realizujący postawione zadanie (rys. 4.23). Wszystkie funkcje organizujące wymianę informacji zawiera program w stacji master (READ_VAR i WRITE_VAR).



Rys. 4.23. Oprogramowanie stacji master do realizacji zadania z przykładu 4.3

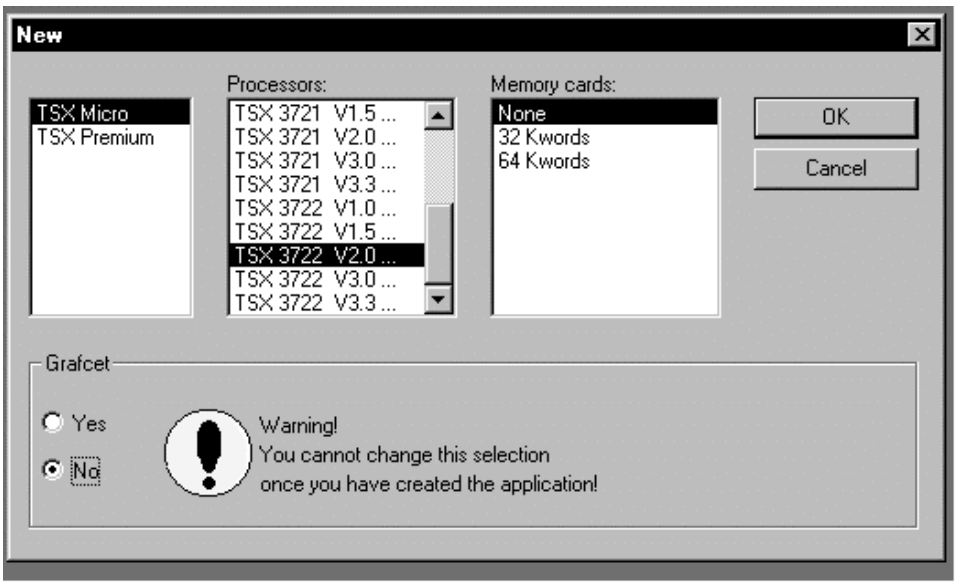


Rys. 4.24. Ustawienie adresu sterownika dla połączenia lokalnego

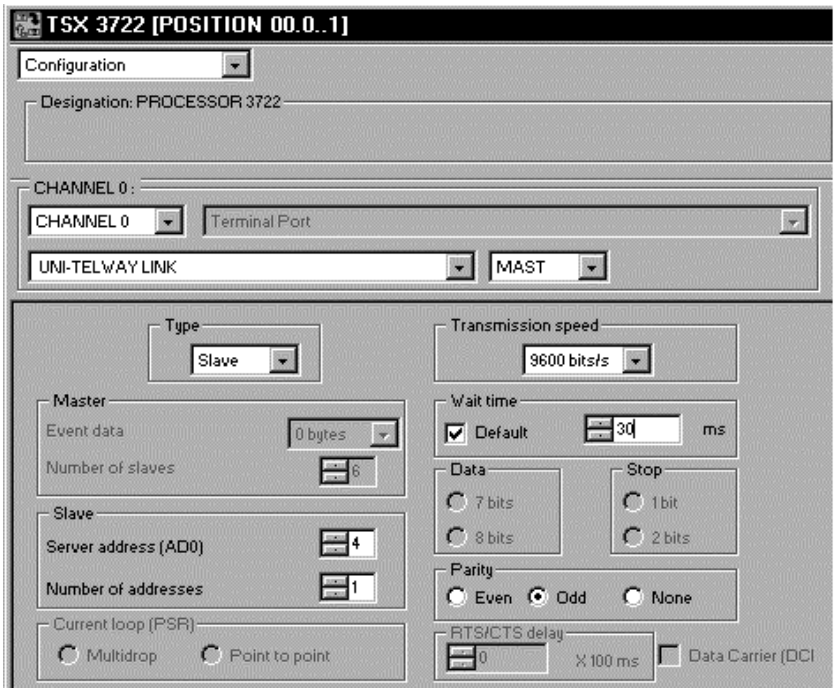
Na zakończenie należy przesłać konfigurację i program do sterownika. Przedtem jednak należy wybrać adres sterownika *PLC/Define PLC Addres* (rys. 4.24). Wybranie SYS oznacza lokalne połączenie terminala ze sterownikiem (1:1).

Konfiguracja sprzętowa oraz oprogramowanie stacji slave #4

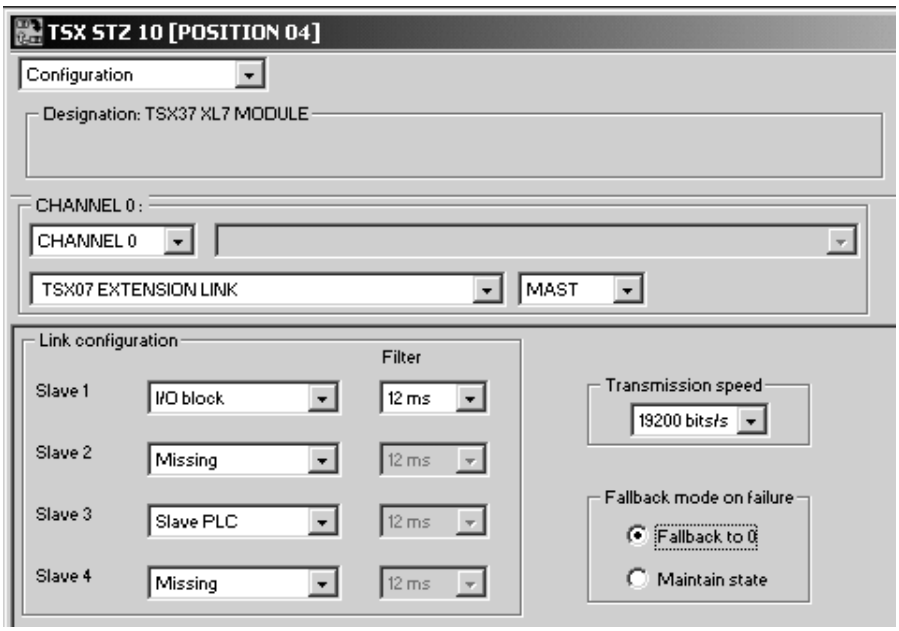
Po wybraniu jednostki centralnej stacji (rys. 4.25), konfiguracji sprzętowej, ustaleniu trybu pracy i parametrów komunikacyjnych (rys. 4.26) należy skonfigurować moduł komunikacyjny magistrali rozszerzenia (rys. 4.27). Podczas tego konfigurowania definiuje



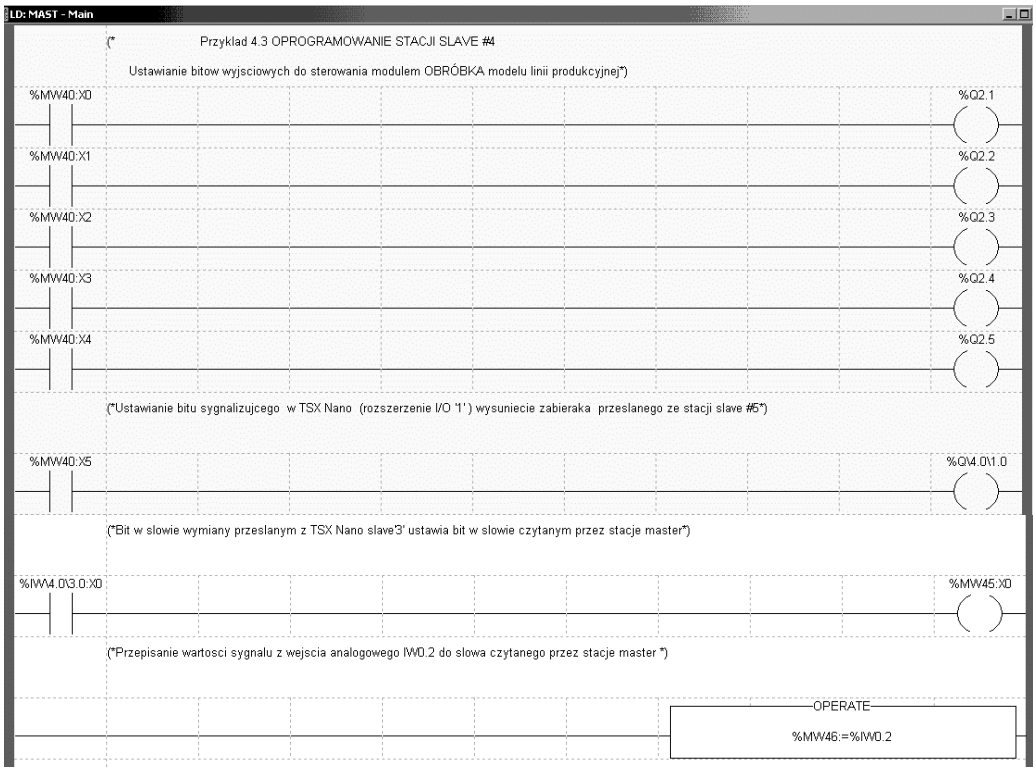
Rys. 4.25. Wybór jednostki stacji slave #4



Rys. 4.26. Parametry komunikacyjne stacji slave #4



Rys. 4.27. Konfiguracja modułu komunikacyjnego magistrali rozszerzenia STZ 10



Rys. 4.28. Oprogramowanie stacji slave #4

się wszystkich uczestników wymiany informacji podłączonych do magistrali rozszerzenia. Moduł komunikacyjny TSX STZ 10 pełni rolę mastera tej sieci.

Program dla sterownika slave #4, realizujący zadanie przykładowe, zamieszczono na rys. 4.30.

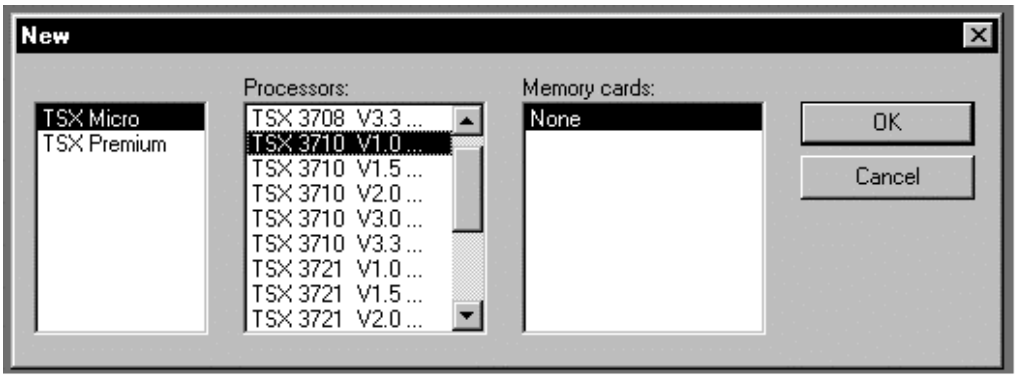
Na zakończenie należy przesłać konfigurację i program do sterownika.

Konfiguracja sprzętowa oraz oprogramowanie stacji slave #5

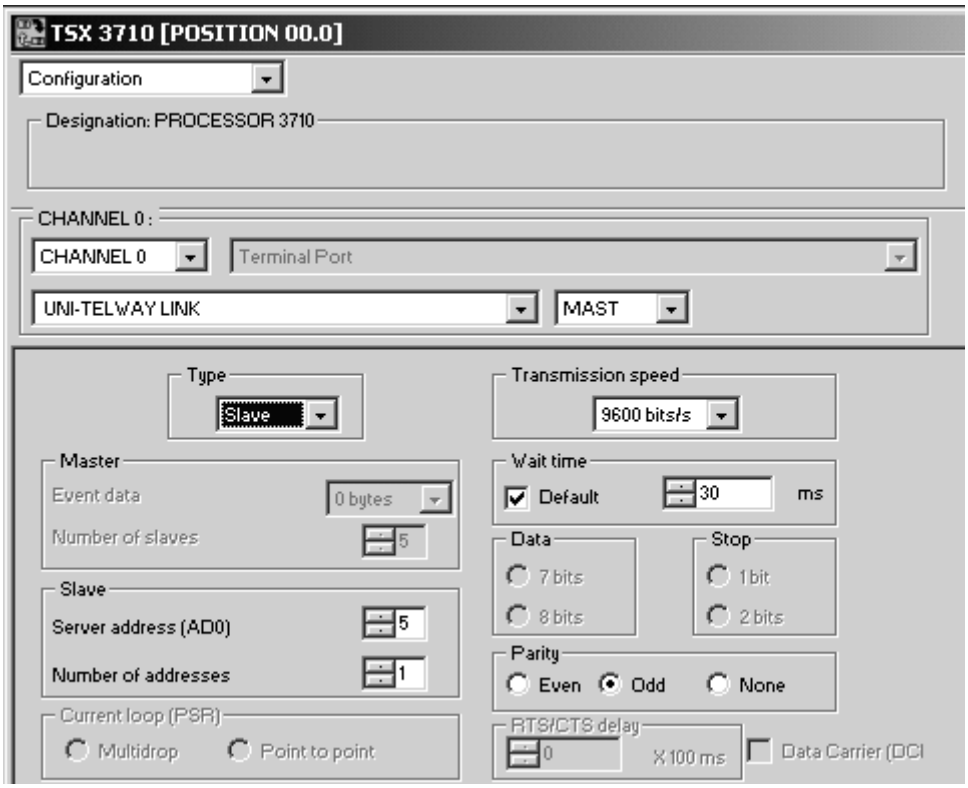
Po wyborze jednostki centralnej stacji (rys. 4.29) i parametrów transmisji w sieci Uni-Telway (rys. 4.30) należy przesłać do sterownika program zamieszczony na rys. 4.31.

Konfiguracja sprzętowa oraz oprogramowanie stacji slave'3' na magistrali rozszerzenia

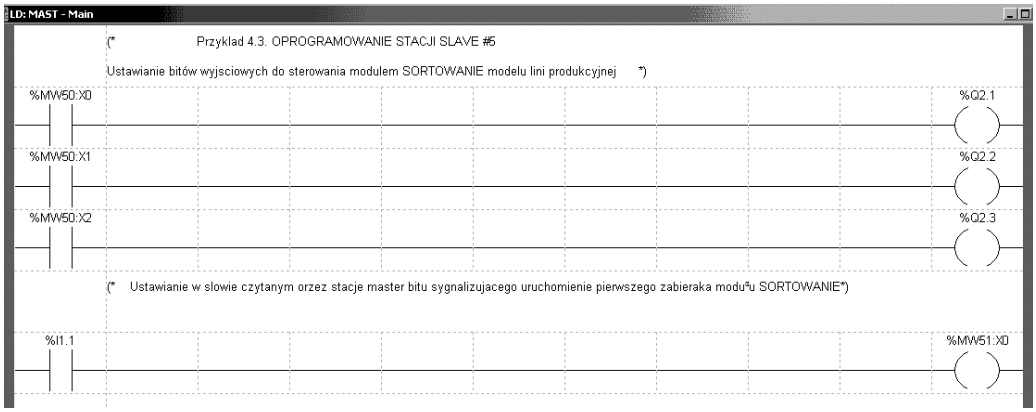
Stację TSX 07 Nano należy skonfigurować jako slave o adresie 3 przez ustawienie selektora w pozycji „6" (patrz rys. 2.16), a następnie przesłać do niej program zamieszczony na rys. 4.32.



Rys. 4.29. Wybór jednostki centralnej stacji slave #5



Rys. 4.30. Parametry komunikacyjne stacji slave #5



Rys. 4.31. Oprogramowanie stacji slave #5 realizujące przykładowe zadanie

Rys. 4.32. Oprogramowanie stacji slave '3' na magistrali rozszerzenia (TSX 07 Nano)

Konfigurowanie terminala PC w roli stacji slave

Uruchomić program XWAY Driver, który instalowany jest automatycznie wraz z oprogramowaniem PL7 Pro i ustawić parametry transmisji i adresy stacji jak na rys. 4.11.

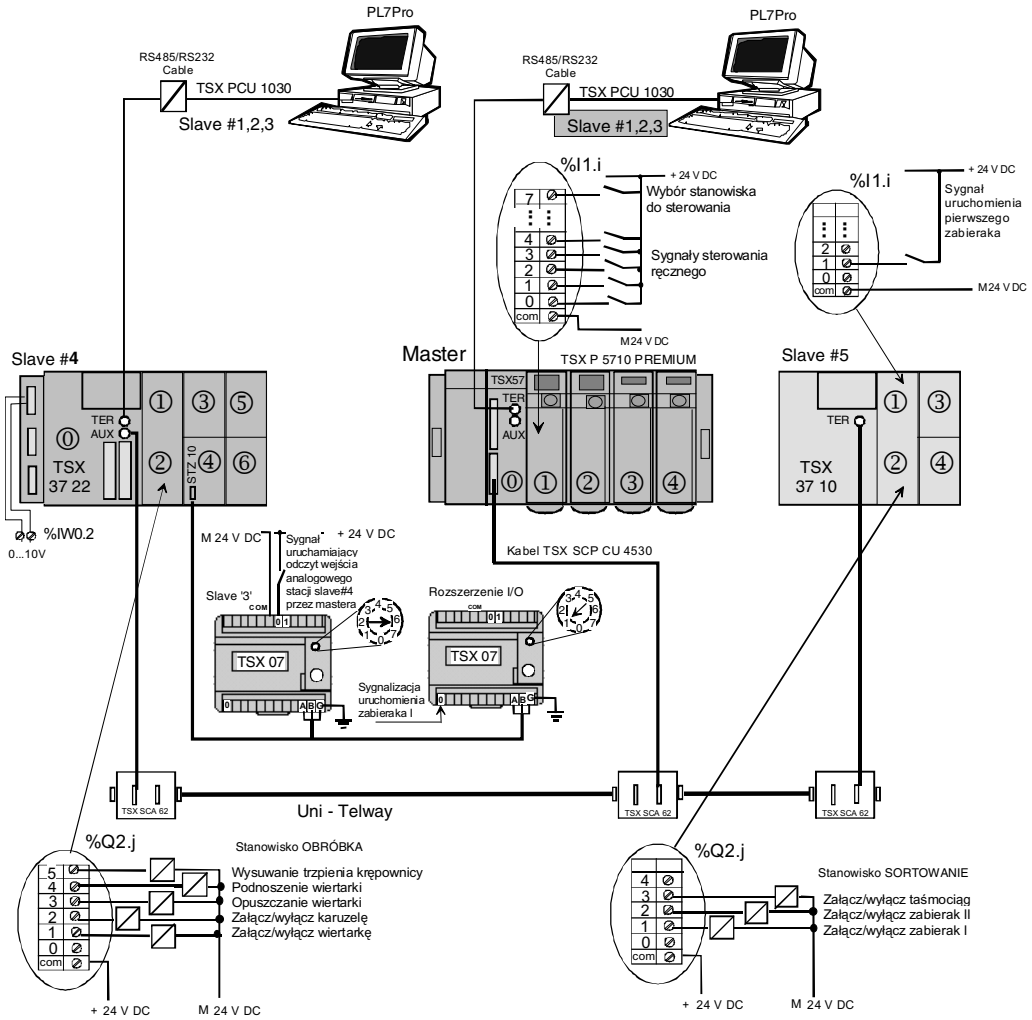
Uruchomienie sieci

Do adapterów sieci Uni-Telway podłączyć stację master przez port PCIMCIA (kanał „1”), stację slave #4 przez złącze AUX kablem S oraz stację slave #5 przez złącze TER również kablem S. Komputer w roli stacji slave **#1**,2,3 podłączyć kablem terminalowym do portu TER sterownika slave #4 (drugi sterownik slave nie ma wolnego portu). Tak włączony terminal może śledzić pracę i wykonywać wszystkie zadania terminala programującego w stosunku do każdego sterownikowego węzła sieci, jeżeli jest w tym czasie jedynym terminalem komunikującym się z tym węzłem. Wybór sterownika realizuje się przez ustalenie adresu jak na rys. 4.7:

- SYS – podłączenie się do stacji master
- 0.1.4 – podłączenie się do stacji slave #4
- 0.1.5 – podłączenie się do stacji slave #5.

Następnie należy wybrać *PLC/Connect* i na pojawiającym się ekranie *Keep Data.*

Do stacji master poprzez port TER (kanał „0”) podłączyć terminal służący do kontrolowania pracy sterownika master (wybrać adres SYS). Terminal ten posiada domyślne

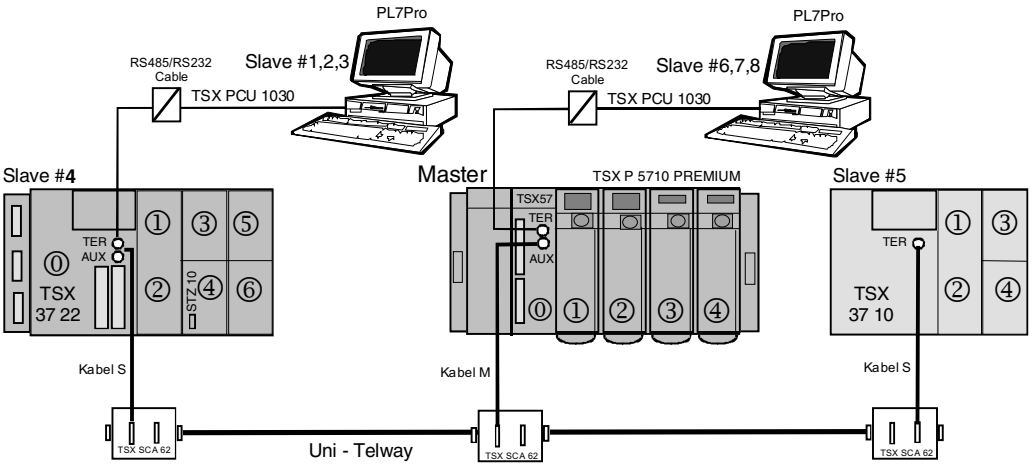


Rys. 4.33. Schemat układu do testowania wymiany informacji w przykładzie 4.3

adresy #**1**,2,3. Może on być także podłączony do dowolnego węzła sterownikowego sieci po wybraniu odpowiedniego adresu (z zachowaniem zasady, że jest jedynym terminalem podłączonym do danego węzła sterownikowego). Adresy dwóch terminali podłączonych do układu są takie same, gdyż działają one jako stacje slave w dwóch sieciach Uni-Telway, realizowanych na różnych kanałach („0” i „1”) stacji master.

W przypadku skonfigurowania stacji master w sieci Uni-Telway z wykorzystaniem kanału „0” (rys. 4.34) należy:

- podłączyć stację master przez złącze AUX kablem M, natomiast stację slave jak poprzednio,



Rys. 4.34. Zmiany dotyczące połączeń oraz adresowania w sieci Uni-Telway przy przejściu z kanału „1” na kanał „0” stacji master w przykładzie 4.3

- terminalowi stacji master przypisać adresy unikalne w wykorzystywanym kanale. Jeśli pozostawi się ustawione adresy terminala podpiętego do złącza TER stacji slave #4, to jedynymi wolnymi adresami są **6**,7,8.

Tak podłączone terminale mogą śledzić pracę i wykonywać wszystkie zadania terminala programującego w stosunku do każdego sterownikowego węzła sieci. Wybór sterownika realizuje się przez ustalenie adresu:

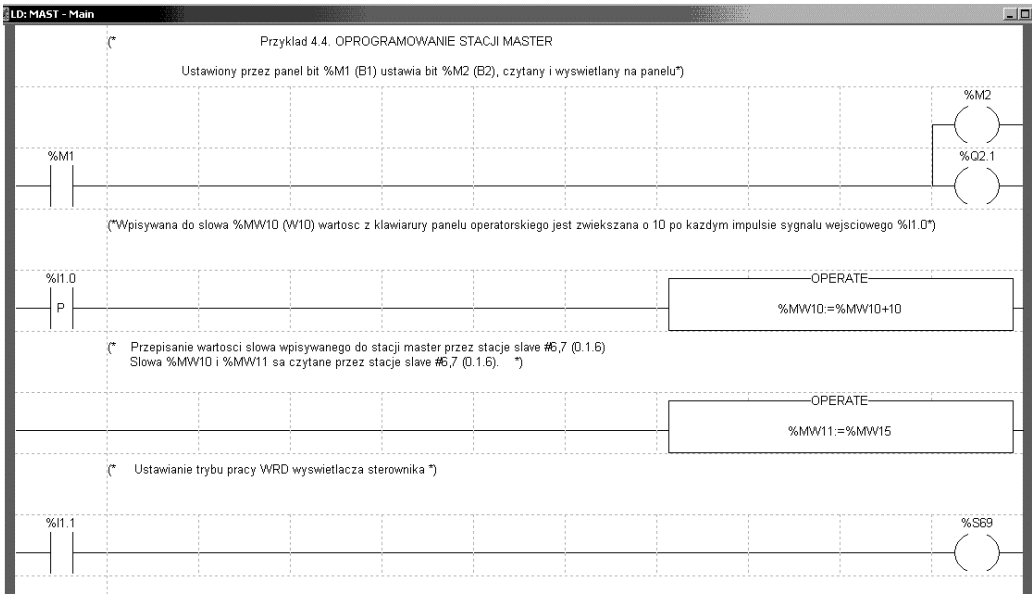
- SYS – podłączenie się do stacji master
- 0.0.4 – podłączenie się do stacji slave #4
- 0.0.5 – podłączenie się do stacji slave #5.

Oczywiście zmiany adresów muszą być uwzględnione w programach w parametrach funkcji komunikacyjnych READ_VAR i WRITE_VAR.

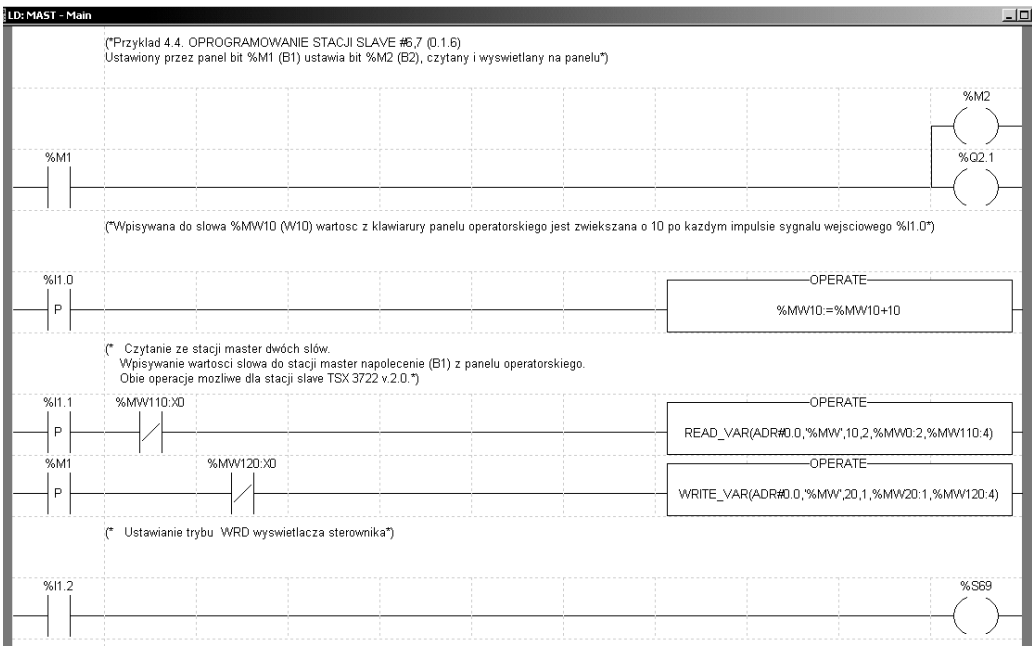
Przykład 4.4

Komunikacja odbywa się między trzema sterownikami i panelem operatorskim (rys. 4.36). Rolę węzła master pełni sterownik TSX 3721 z wkładką komunikacyjną TSX SCP 114, rolę węzłów slave pełnią: sterownik TSX 3722 v.2, sterownik TSX 37 10 oraz panel operatorski XBT-A8. Wersja stacji slave TSX 3722 v.2 umożliwia wykorzystanie komend WRITE_VAR i READ_VAR przez oprogramowanie stacji slave w komunikacji ze stacją master (dotyczy tylko sieci obsługiwanych przez kanał „0” – gniazda TER, AUX). Obsługa komunikacji między stacjami slave z wykorzystaniem tych komend wymaga, aby obie stacje były albo sterownikami TSX3722 v.2, albo sterownikami TSX57 z modułem komunikacyjnym TSX SCY 21600/21601 wyposażonym w kartę PCMCIA (TSX SCP 114 v.1.5).

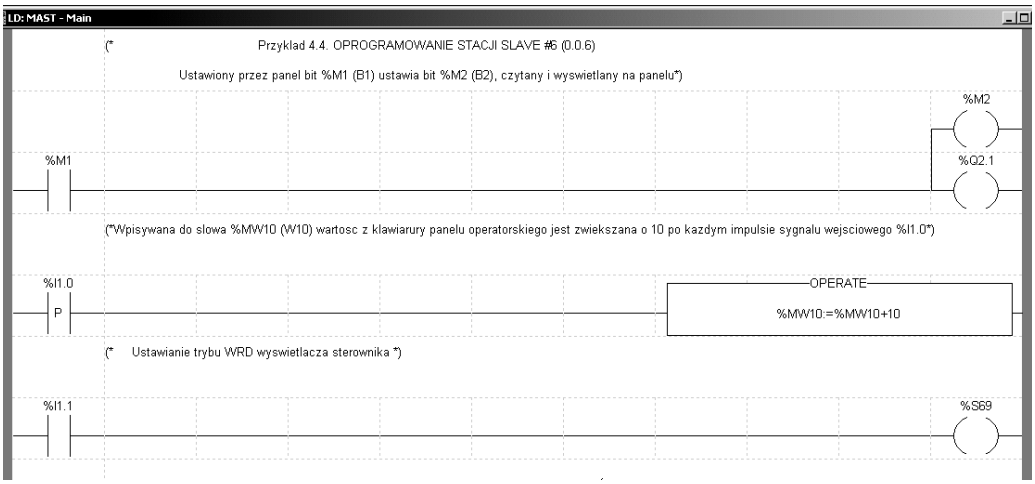
a)


LD: MAST - Main
(* Przyklad 4.4. OPROGRAMOWANIE STACJI MASTER
Ustawiony przez panel bit %M1 (B1) ustawia bit %M2 (B2), czytany i wyswietlany na panelu*)
%M2
%M1
%Q2.1
(*Wpisywana do slowa %MW10 (W10) wartosc z klawiarury panelu operatorskiego jest zwiekszana o 10 po kazdym impulsie sygnalu wejsciowego %I1.0*)
%I1.0
P
OPERATE
%MW10:=%MW10+10
(* Przepisanie wartosci slowa wpisywanego do stacji master przez stacje slave #6,7 (0.1.6)
Slowa %MW10 i %MW11 sa czytane przez stacje slave #6,7 (0.1.6). *)
OPERATE
%MW11:=%MW15
(* Ustawianie trybu pracy WRD wyswietlacza sterownika *)
%I1.1
%S69

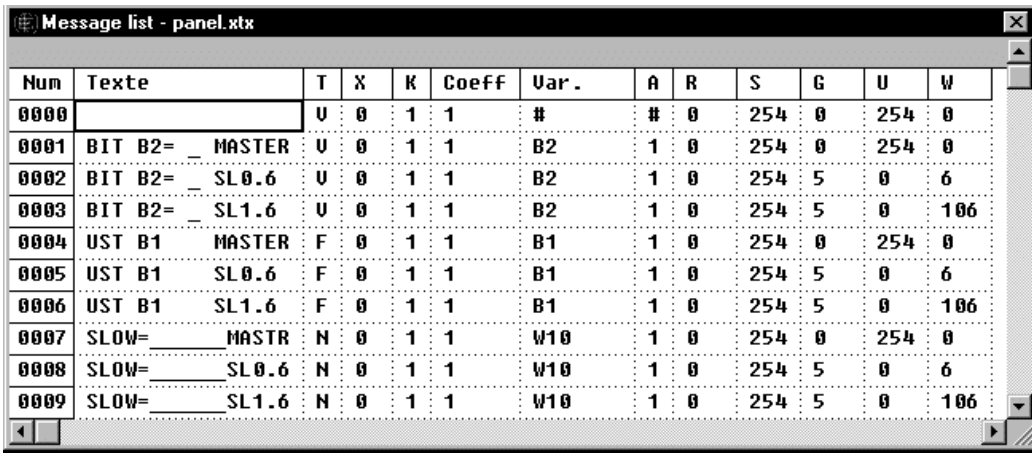
b)


LD: MAST - Main
(*Przyklad 4.4. OPROGRAMOWANIE STACJI SLAVE #6,7 (0.1.6)
Ustawiony przez panel bit %M1 (B1) ustawia bit %M2 (B2), czytany i wyswietlany na panelu*)
%M2
%M1
%Q2.1
(*Wpisywana do slowa %MW10 (W10) wartosc z klawiarury panelu operatorskiego jest zwiekszana o 10 po kazdym impulsie sygnalu wejsciowego %I1.0*)
%I1.0
P
OPERATE
%MW10:=%MW10+10
(* Czytanie ze stacji master dwóch slów.
Wpisywanie wartosci slowa do stacji master napolecenie (B1) z panelu operatorskiego.
Obie operacje mozliwe dla stacji slave TSX 3722 v.2.0.*)
%I1.1
%MW110:X0
OPERATE
READ_VAR(ADR#0.0,'%MW',10,2,%MW0:2,%MW110:4)
%M1
%MW120:X0
OPERATE
WRITE_VAR(ADR#0.0,'%MW',20,1,%MW20:1,%MW120:4)
(* Ustawianie trybu WRD wyswietlacza sterownika*)
%I1.2
%S69

c)



d)

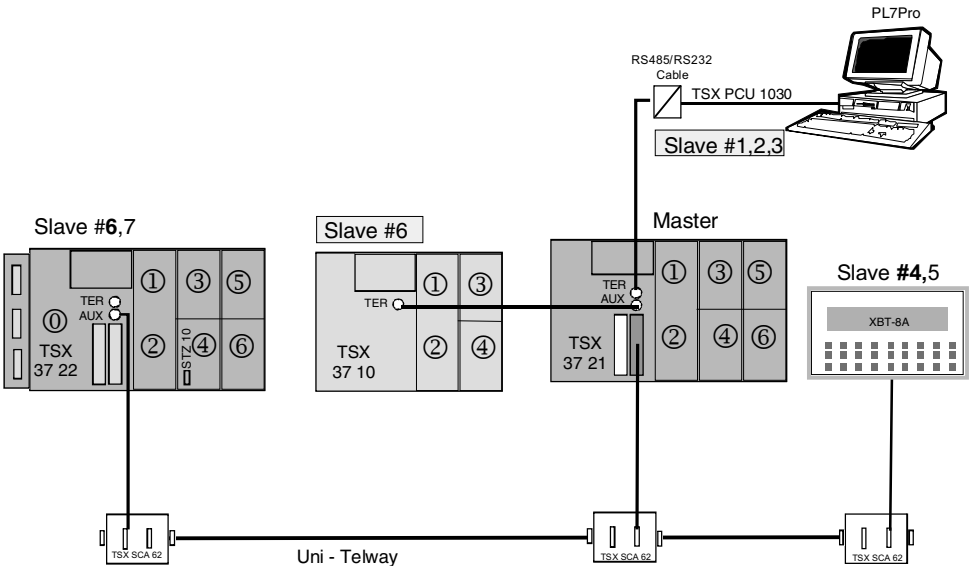


Message list - panel.xtx

Num	Texte	T	X	K	Coeff	Var.	A	R	S	G	U	W
0000		V	0	1	1	#	#	0	254	0	254	0
0001	BIT B2= _ MASTER	V	0	1	1	B2	1	0	254	0	254	0
0002	BIT B2= _ SL0.6	V	0	1	1	B2	1	0	254	5	0	6
0003	BIT B2= _ SL1.6	V	0	1	1	B2	1	0	254	5	0	106
0004	UST B1 MASTER	F	0	1	1	B1	1	0	254	0	254	0
0005	UST B1 SL0.6	F	0	1	1	B1	1	0	254	5	0	6
0006	UST B1 SL1.6	F	0	1	1	B1	1	0	254	5	0	106
0007	SLOW=_____MASTR	N	0	1	1	W10	1	0	254	0	254	0
0008	SLOW=_____SL0.6	N	0	1	1	W10	1	0	254	5	0	6
0009	SLOW=_____SL1.6	N	0	1	1	W10	1	0	254	5	0	106

Rys. 4.35. Oprogramowanie stacji do wymiany informacji w przykładzie 4.4:
a) master, b) slave #6,7 (0.1.6), c) slave #6 (0.0.6), d) panel operatorski

Wymiana danych w tym przykładzie polega na odczytaniu przez stacje slave ze stacji master wartości słów wewnętrznych, wpisywaniu do stacji master wartości słowa wewnętrznego (na polecenie z panelu operatorskiego), wpisywanie z panelu do wszystkich węzłów sieci wartości bitu oraz słowa wewnętrznego, a także wyświetlania na panelu wartości bitu z każdego węzła sieci. Należy zwrócić uwagę na różnice w nazewnictwie typów zmiennych w sterownikach i panelu: bitowi wewnętrznemu %M odpowiada w panelu B, zaś słowu %MW – W.



Rys. 4.36. Schemat układu do testowania wymiany informacji w przykładzie 4.4

Przykład 4.5

Możliwość zapisywania i odczytu wartości bitów wewnętrznych oraz parametrów bloku czasowego (timera) zilustrowano odczytując ze stacji slave wartość 19 kolejnych bitów wewnetrznych %M0–%M18 i wartości parametrów timera TM1 oraz ustawiając w stacji slave wartości 8 kolejnych bitów wewnętrznych %M20–%M27. Obszar odbiorczy przy czytaniu bitów musi zawierać dwa razy większy niż obszar czytanych danych (licząc w bajtach). Czytanie 19 bitów wymaga zarezerwowania obszaru odbiorczego 6 bajtów. Trzy z nich przeznaczone są do zapisania wartości czytanych bitów, zaś pozostałe trzy do zapisania odpowiadających im bitów informujących o tym czy stan czytanego bitu jest forsowany. Przesłanie 19 bitów o wartościach 100 00000000 00000011 zostanie zapamiętane w tablicy odbiorczej następująco:

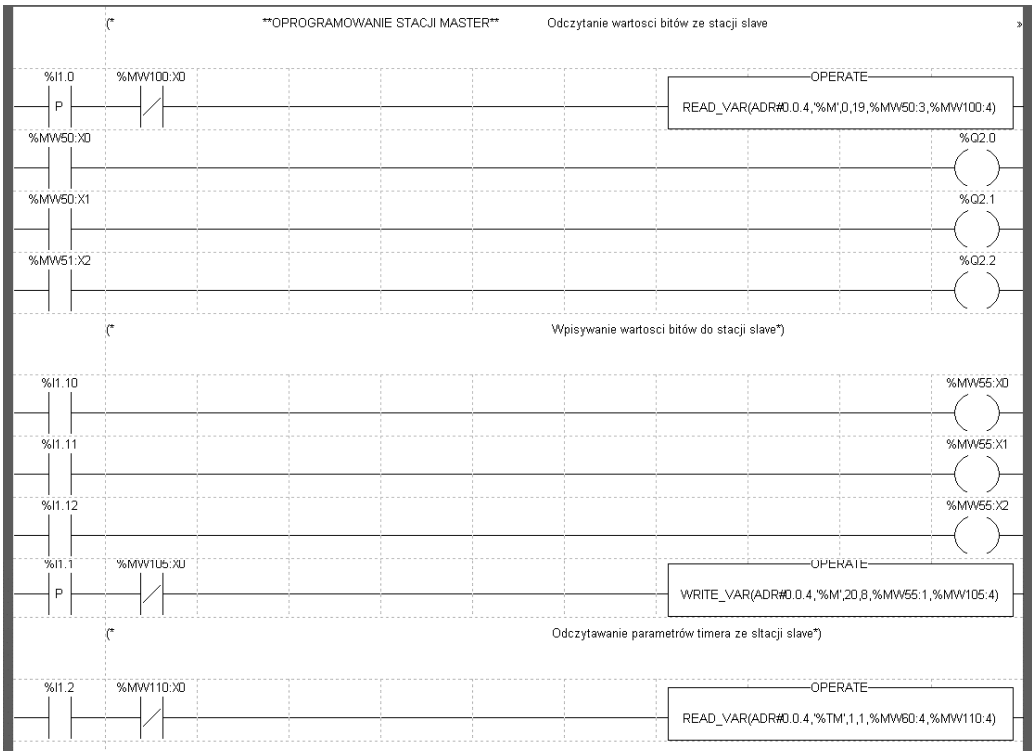
100 00000000 00000011

	MB101	MB100
%MW50	0000 0000	0000 001
	MB103	MB102
%MW51	0000 0000	0000 0100
	MB105	MB104
%MW52	0000 0000	0000 0000

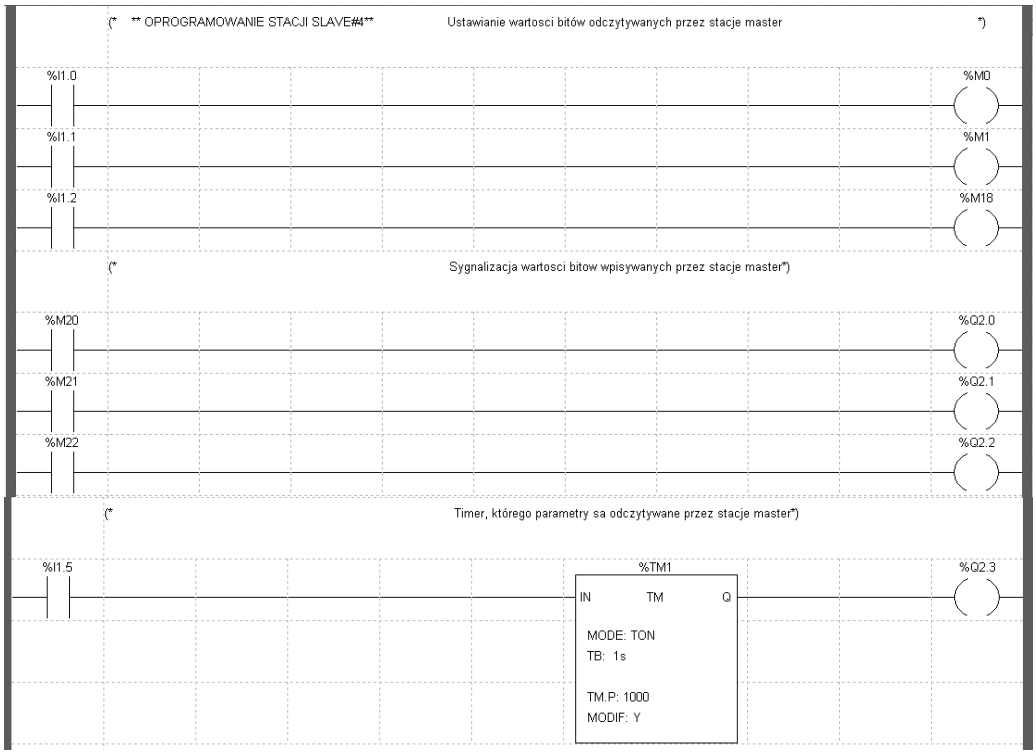
Bajty MB100, MB101 i MB102 zawierają wartości przesyłanych bitów, zaś MB103, MB104 i MB105 informacje dotyczące forsowania ustawień bitów (0 oznacza brak forsowania).

Obszar odbiorczy danych do odczytu parametrów bloku czasowego (timera) musi zawierać cztery słowa. Struktura zapisanej informacji jest następująca:

$\%MW_i$	MB_{2i+1}	MB_{2i}
	01 – MODIF:YES 00 – MODIF: NO	02 – tryb TP 03 – tryb TON 04 – tryb TOF
$\%MW_{i+1}$	Wartość zadana	TMx.P
$\%MW_{i+2}$	Wartość bieżąca	TMx.V
$\%MW_{i+3}$	$MB_{2(i+3)+1}$	$MB_{2(i+3)}$
	00 – TMx.Q = 0 01 – TMx.Q = 1	00 – TB = 10ms 01 – TB = 100ms 02 – TB = 1s 03 – TB = 1 min



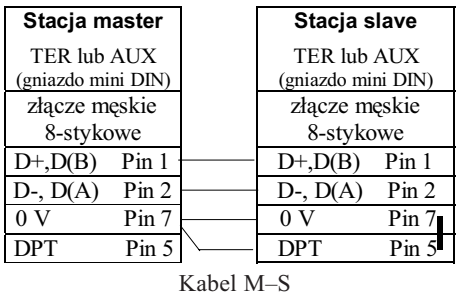
Rys. 4.37. Oprogramowanie stacji master do wymiany informacji opisanej w przykładzie 4.5



Rys. 4.38. Oprogramowanie stacji slave #4 do wymiany informacji opisanej w przykładzie 4.5

W celu ustawienia bitów wewnętrznych w stacji slave drogą transmisji ich wartości ze stacji master, należy przesłać słowa wewnętrzne, w których będą one zawarte. Bitowi wewnętrznemu o najniższym adresie odpowiada najmniej znaczący bit słowa o najniższym adresie.

Transmisje można przetestować w układzie jak na rysunku 4.13. Do połączenia stacji slave ze stacją master (gniazdo TER lub AUX) używany jest *kabel M-S*, wykonany zgodnie z rys. 4.39.

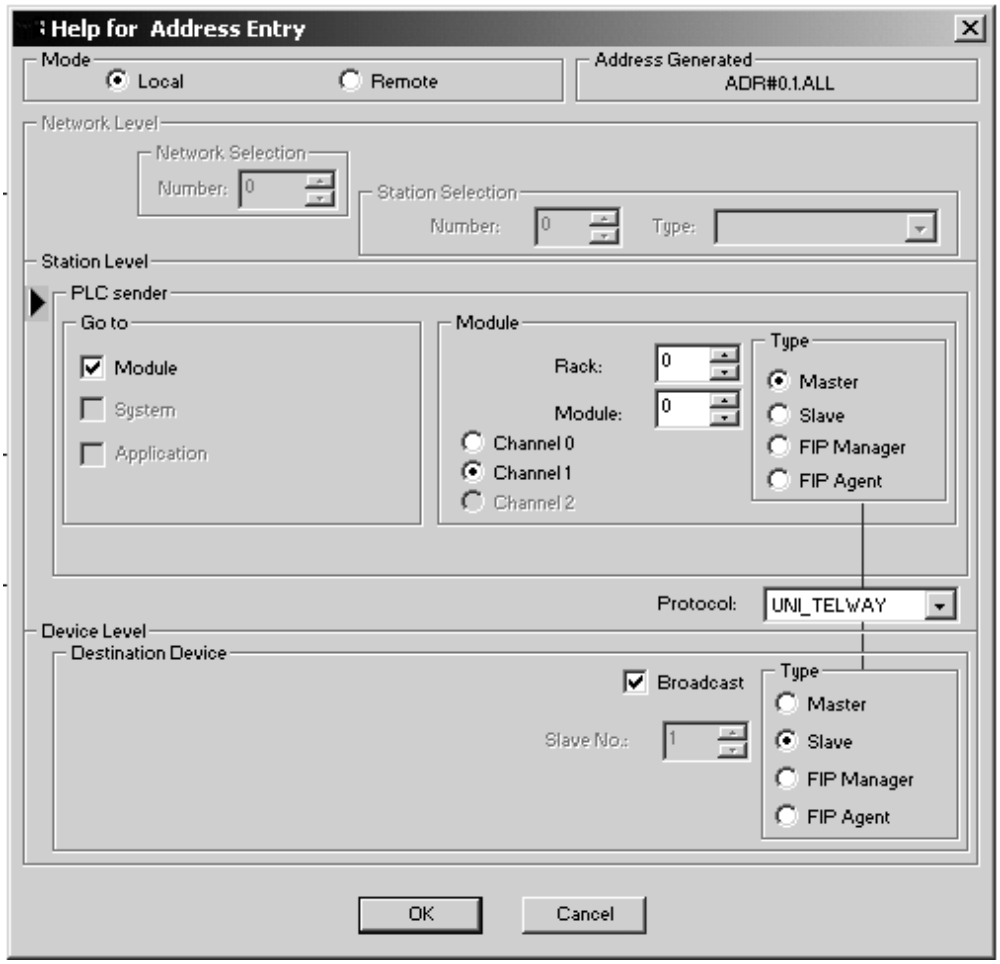


Rys. 4.39. Kabel połączeniowy stacja master–stacja slave (gniazda TER lub AUX)

Przykład 4.6

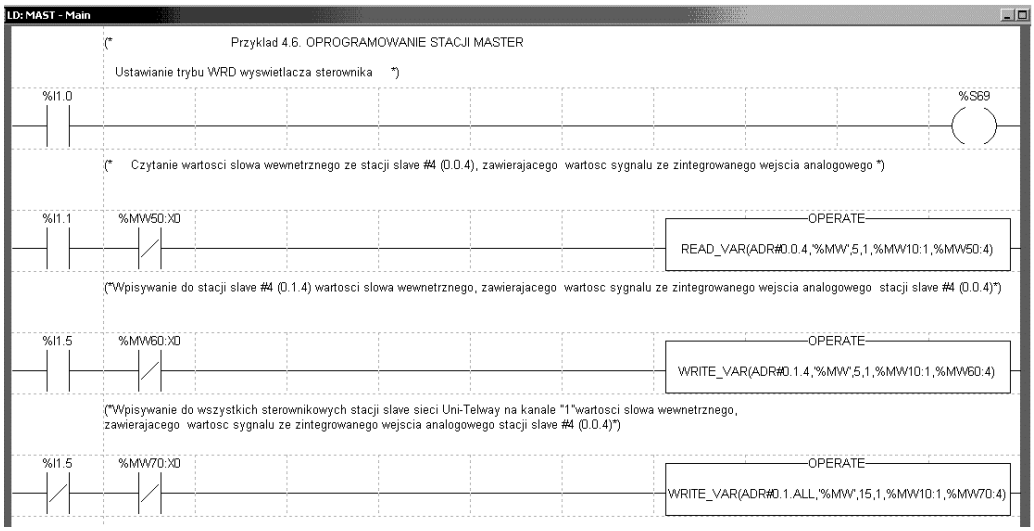
W przykładzie należy dokonać wymiany informacji między stacjami slave znajdującymi się w różnych sieciach Uni-Telway, realizowanych z zastosowaniem dwóch modułów komunikacyjnych działających w trybie master w jednej stacji. W tym celu można posłużyć się w oprogramowaniu stacji master funkcjami READ_VAR i WRITE_VAR. Pokazano ponadto wykorzystanie funkcji WRITE_VAR w trybie rozgłoszeniowym. Jedną komendą można przesłać informację ze stacji master do wszystkich stacji slave znajdujących się w tej samej sieci (rys. 4.42).

Na rysunku 3.8 pokazano sposób wprowadzania funkcji komunikacyjnych za pomocą *Text Function.* W tym wypadku możliwe jest skorzystanie z ekranu pomocy przy wprowadzaniu adresu. Przykład takiego ekranu podczas adresowaniu dla trybu rozgłoszeniowego pokazuje rys. 4.40.

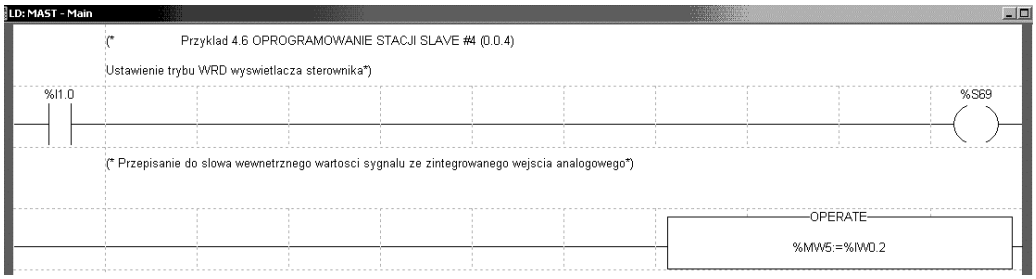


Rys. 4.40. Przykładowe okno pomocy przy wprowadzaniu adresu rozgłoszeniowego

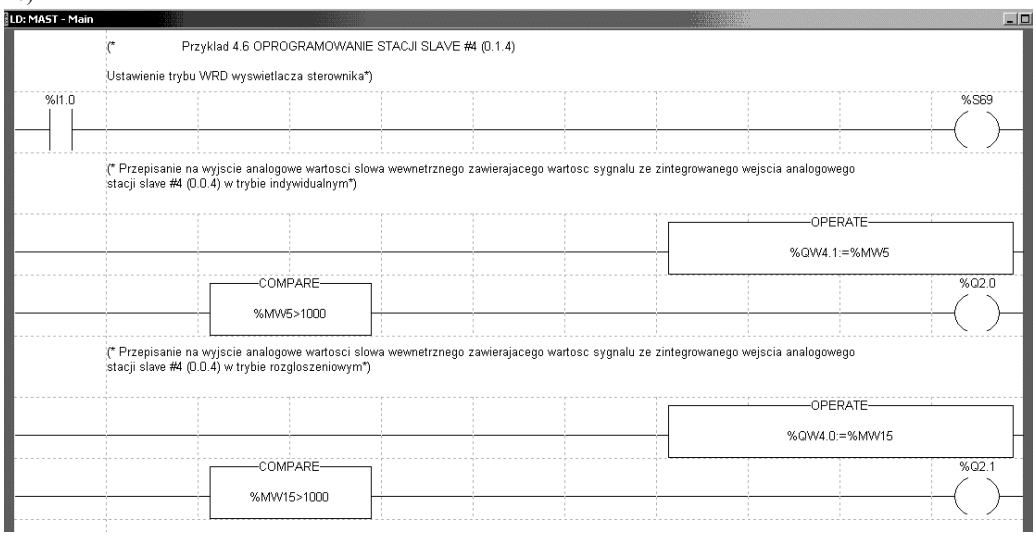
a)


LD: MAST - Main
(* Przyklad 4.6. OPROGRAMOWANIE STACJI MASTER
Ustawianie trybu WRD wyswietlacza sterownika *)
%I1.0
%S69
(* Czytanie wartosci slowa wewnetrznego ze stacji slave #4 (0.0.4), zawierajacego wartosc sygnalu ze zintegrowanego wejscia analogowego *)
%I1.1
%MW50:X0
OPERATE
READ_VAR(ADR#0.0.4,'%MW',5,1,%MW10:1,%MW50:4)
(*Wpisywanie do stacji slave #4 (0.1.4) wartosci slowa wewnetrznego, zawierajacego wartosc sygnalu ze zintegrowanego wejscia analogowego stacji slave #4 (0.0.4)*)
%I1.5
%MW60:X0
OPERATE
WRITE_VAR(ADR#0.1.4,'%MW',5,1,%MW10:1,%MW60:4)
(*Wpisywanie do wszystkich sterownikowych stacji slave sieci Uni-Telway na kanale "1"wartosci slowa wewnetrznego,
zawierajacego wartosc sygnalu ze zintegrowanego wejscia analogowego stacji slave #4 (0.0.4)*)
%I1.5
%MW70:X0
OPERATE
WRITE_VAR(ADR#0.1.ALL,'%MW',15,1,%MW10:1,%MW70:4)

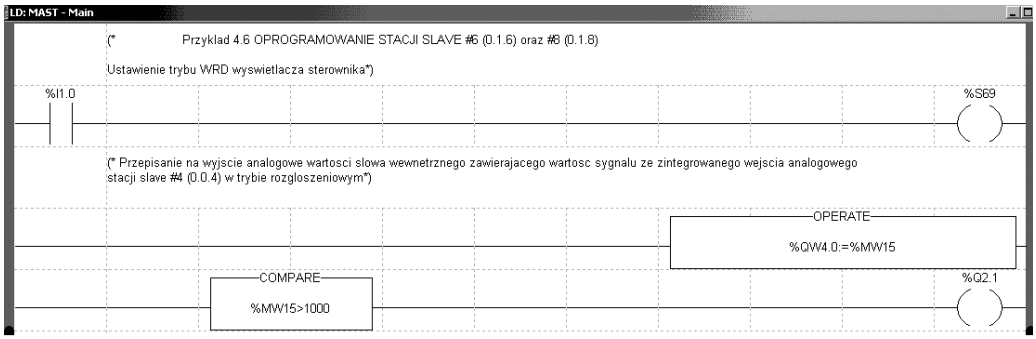
b)


LD: MAST - Main
(* Przyklad 4.6 OPROGRAMOWANIE STACJI SLAVE #4 (0.0.4)
Ustawienie trybu WRD wyswietlacza sterownika*)
%I1.0
%S69
(* Przepisanie do slowa wewnetrznego wartosci sygnalu ze zintegrowanego wejscia analogowego*)
OPERATE
%MW5:=%IW0.2

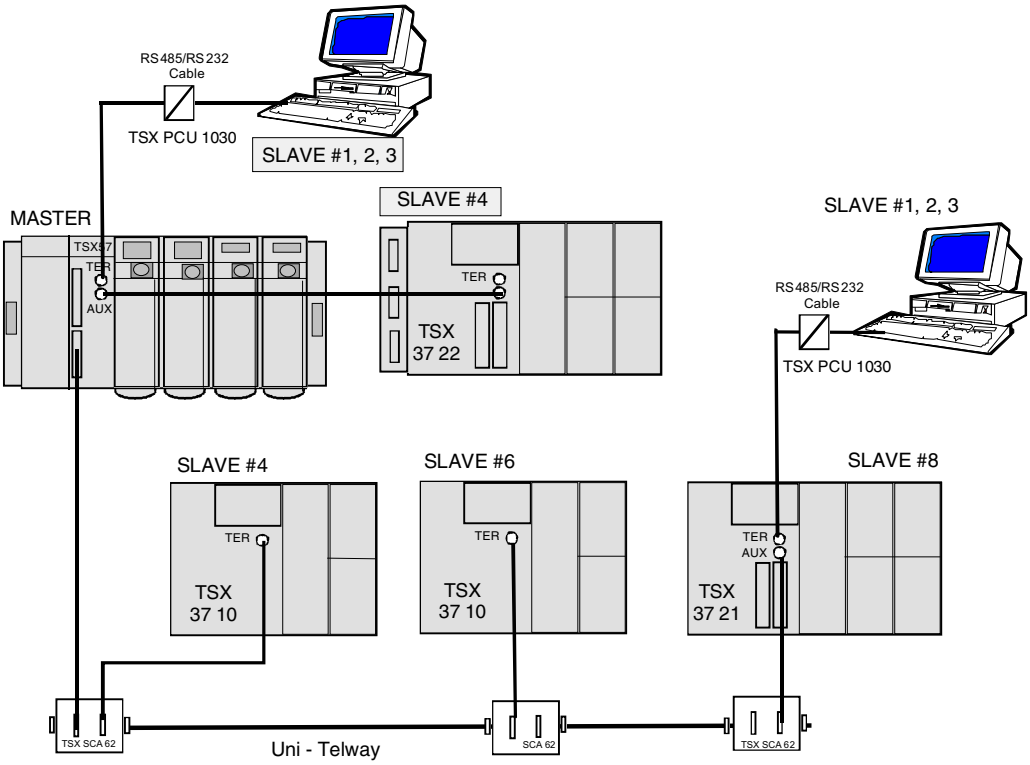
c)


LD: MAST - Main
(* Przyklad 4.6 OPROGRAMOWANIE STACJI SLAVE #4 (0.1.4)
Ustawienie trybu WRD wyswietlacza sterownika*)
%I1.0
%S69
(* Przepisanie na wyjscie analogowe wartosci slowa wewnetrznego zawierajacego wartosc sygnalu ze zintegrowanego wejscia analogowego
stacji slave #4 (0.0.4) w trybie indywidualnym*)
OPERATE
%QW4.1:=%MW5
COMPARE
%MW5>1000
%Q2.0
(* Przepisanie na wyjscie analogowe wartosci slowa wewnetrznego zawierajacego wartosc sygnalu ze zintegrowanego wejscia analogowego
stacji slave #4 (0.0.4) w trybie rozgloszeniowym*)
OPERATE
%QW4.0:=%MW15
COMPARE
%MW15>1000
%Q2.1

d)



Rys. 4.41. Oprogramowanie stacji do wymiany informacji w przykładzie 4.6:
a – master, b – slave #4 (0.0.4), c – slave #4 (0.1.4), d – slave #6 (0.1.6) i slave #8 (0.1.8)



Rys. 4.42. Schemat układu do testowania wymiany informacji w przykładzie 4.6

4.2.2. Wymiana informacji z wykorzystaniem funkcji SEND_REQ

Z obszernej listy kodów usług (tab. 3.5) przewidzianych w protokole UNI-TE wykorzystano w zamieszczonych przykładach następujące:

36h – READ_OBJECT,
37h – WRITE_OBJECT,
0Fh – IDENTIFICATION,
24h – RUN,
25h – STOP,

W praktyce inżynierskiej najczęściej używane są usługi READ_OBJECT i WRITE_OBJECT.

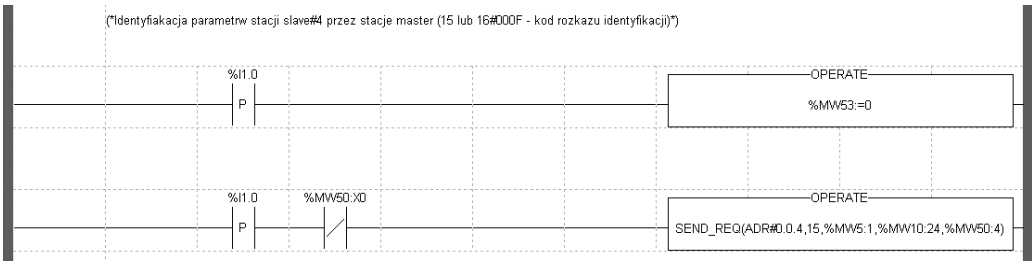
Przykład 4.7

W sieci jak na rys. 4.46 należy tak oprogramować sterowniki, by istniała możliwość zidentyfikowania stacji master ze stacji slave #4 oraz stacji slave #4 ze stacji slave #6 i ze stacji master.

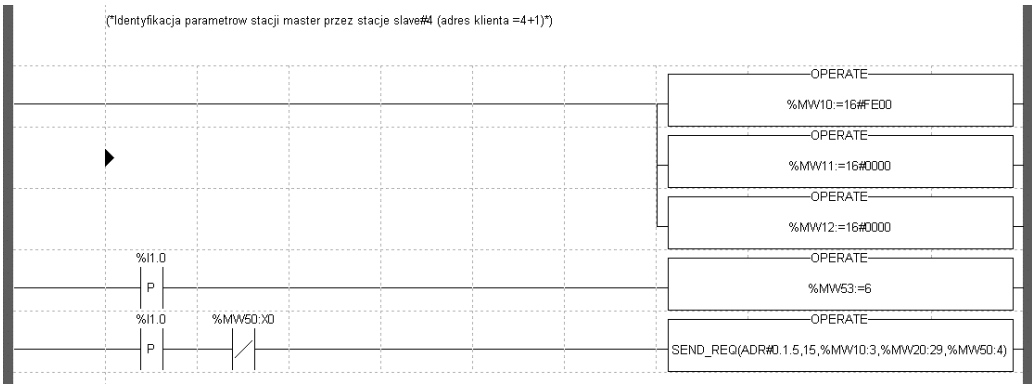
Postawione zadanie można wykonać posługując się komendą SEND_REQUEST, wybierając odpowiedni kody rozkazu 0Fhex (15). Należy pamiętać o tym, że:

- komunikacja pomiędzy stacjami slave wymaga użycia kodu bramy 5,
- stacja slave #4 komunikuje się z siecią poprzez kartę PCMCIA, czyli kanał 1,
- rozkazy SEND_REQUEST wysyłane z mastera zawierają jedynie adres odbiorcy polecenia (serwera).

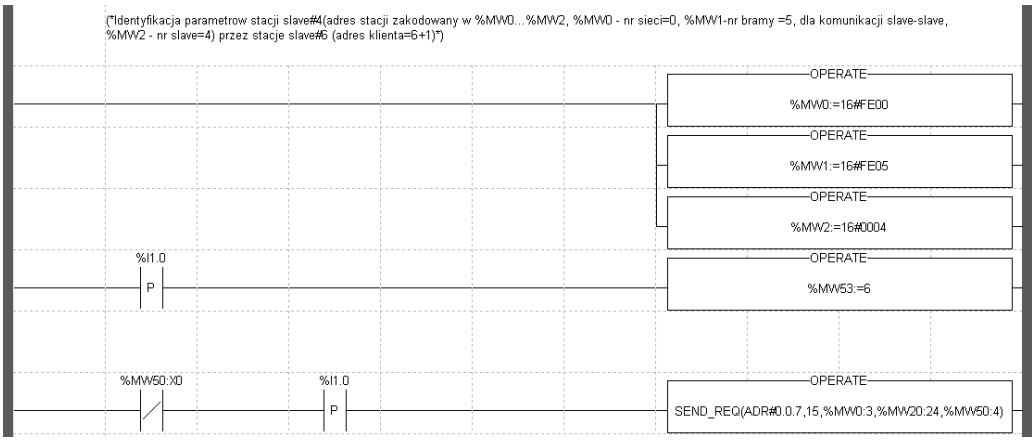
Oprogramowanie stacji realizujące to zadanie zamieszczono na rys. 4.43–4.45.



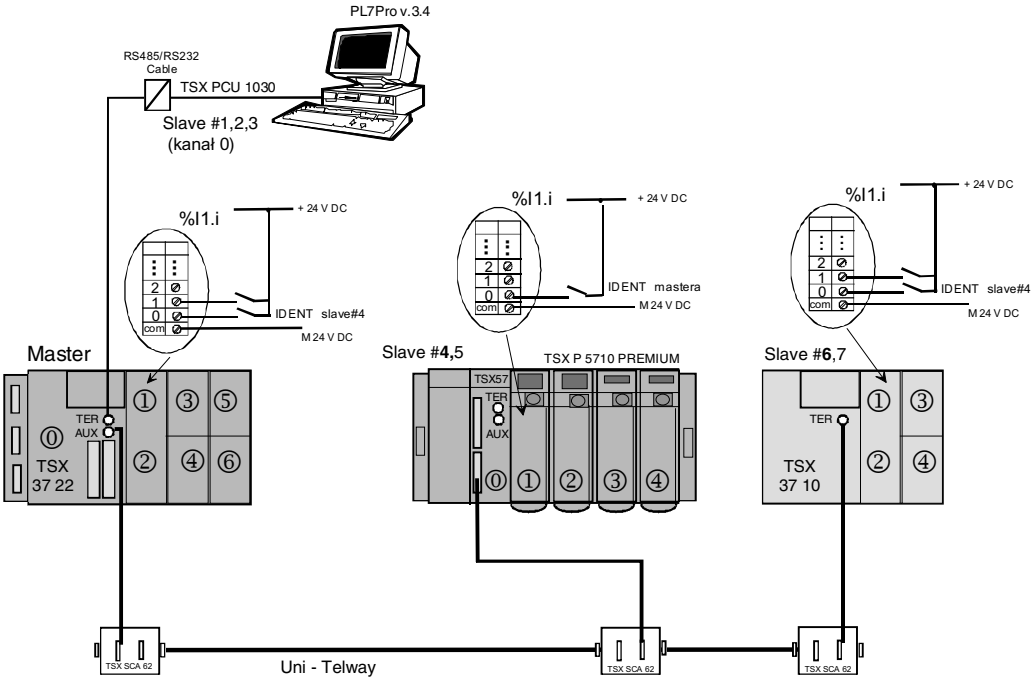
Rys. 4.43. Oprogramowanie stacji master (przykład 4.7)



Rys. 4.44. Oprogramowanie stacji slave #4 (przykład 4.7)



Rys. 4.45. Oprogramowanie stacji slave #6 (przykład 4.7)



Rys. 4.46. Układ do testowania wymiany informacji opisanej w przykładzie 4.7

Table:TABLE_3 (Animated)*

Modification: F3 Modify, F7 0, F8 1
Forcing: F4 Force to 0, F5 Force to 1, F6 Unforce
Display: Hex.

Address	Symbol / Name	Current value
%MW5		0
%MW10		16#05FF
%MW11		16#0915
%MW12		16#5354
%MW13		16#2058
%MW14		16#3735
%MW15		16#3031
%MW16		16#0800
%MW17		16#0203
%MW18		16#0130
%MW19		16#0001
%MW20		0
%MW50		16#1200
%MW51		16#3F00
%MW52		16#0000
%MW53		16#0015

Parametry identyfikujące stację slave #4

Rys. 4.47. Tablica zmiennych stacji master

Table:TABLE_5 (Animated)*

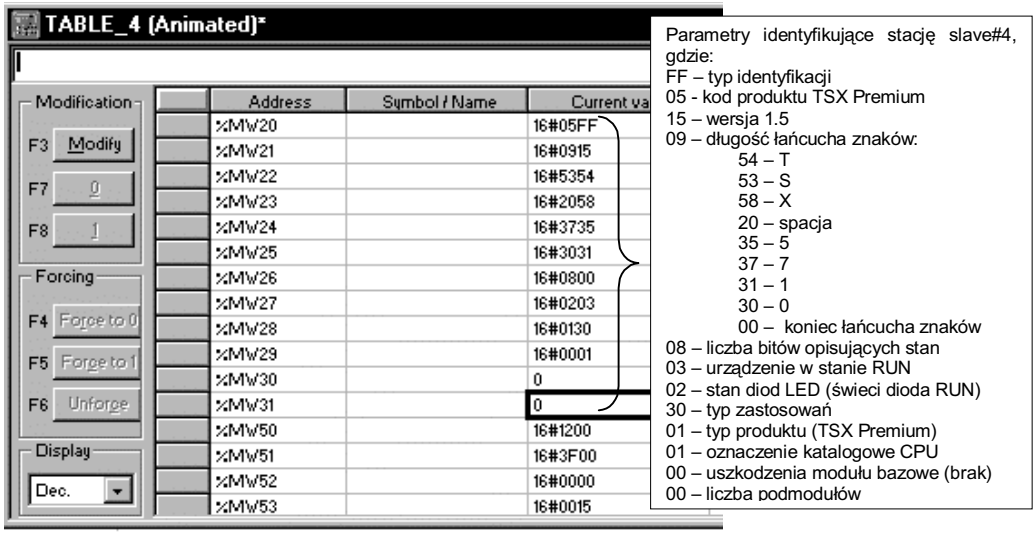
Modification: F3 Modify, F7 0, F8 1
Forcing: F4 Force to 0, F5 Force to 1, F6 Unforce
Display: Hex.

Address	Symbol / Name	Current value
%MW20		16#04FF
%MW21		16#0816
%MW22		16#5354
%MW23		16#2058
%MW24		16#3733
%MW25		16#3132
%MW26		16#0308
%MW27		16#3002
%MW28		16#0211
%MW29		0
%MW30		0
%MW50		16#1300
%MW51		16#3F00
%MW52		16#0000
%MW53		16#0014

Parametry identyfikujące stację master

Rys. 4.48. Tablica wartości zmiennych stacji slave #4

Po uruchomieniu wymiany informacji można sprawdzić, jakie dane odebrano. Zgodnie z zamieszczonymi programami w stacji master dane identyfikacyjne są zapisane w słowach %MW10–%MW24, zaś w stacjach slave w słowach %MW20–%MW29. Zawartość komórek pamięci odpowiadających dowolnym zmiennym można odczytać z tzw. tablic animacyjnych. Tworzy się je wybierając komendy *Utilities/Initialize Animation Table*, a wywołuje po uruchomieniu transmisji komendami *Aplication Browser/Animation Table.* Zawartość tablic dla omawianego przykładu pokazano na rysunkach 4.47–4.49.

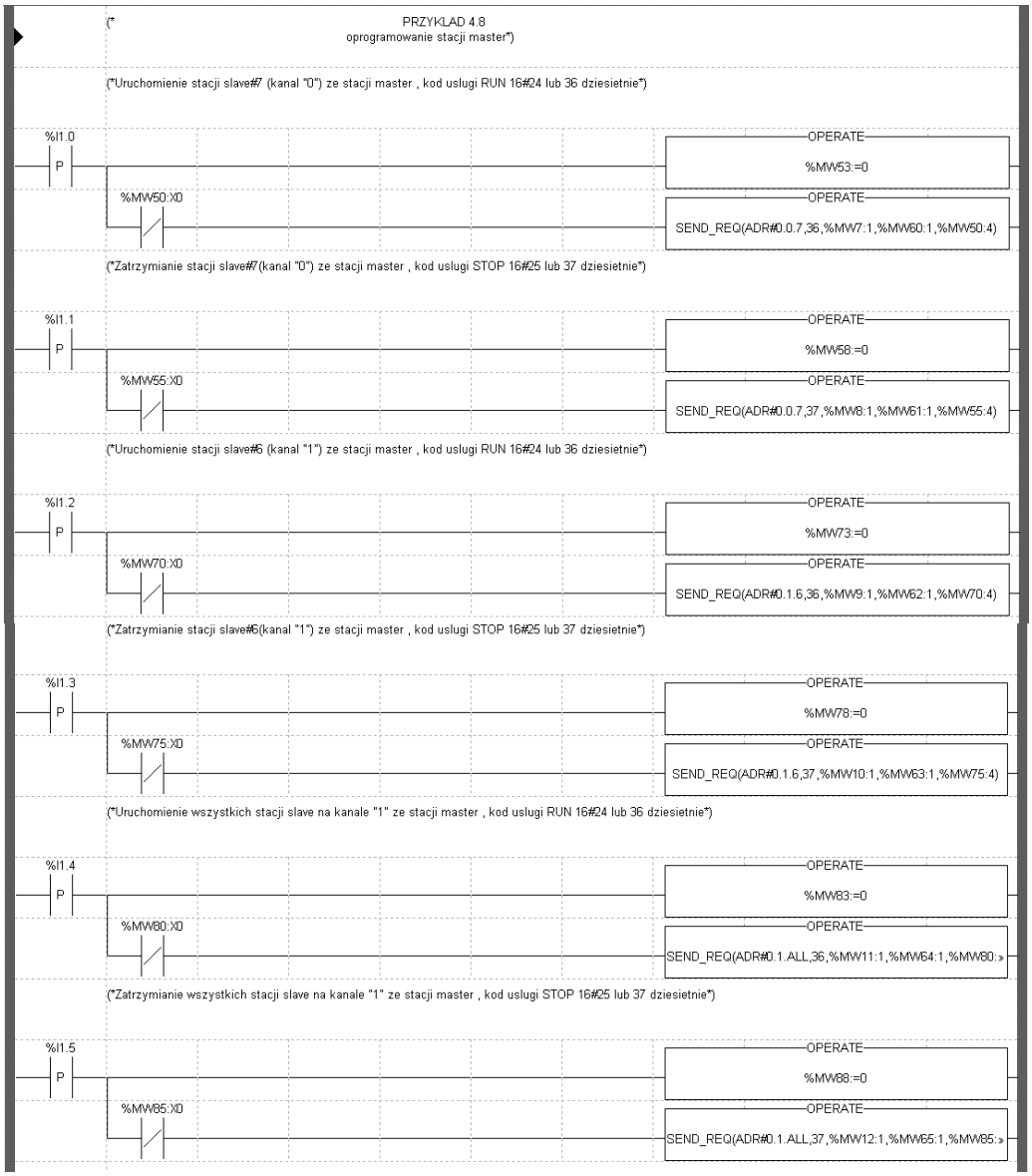


Rys. 4.49. Tablica wartości zmiennych stacji slave #6

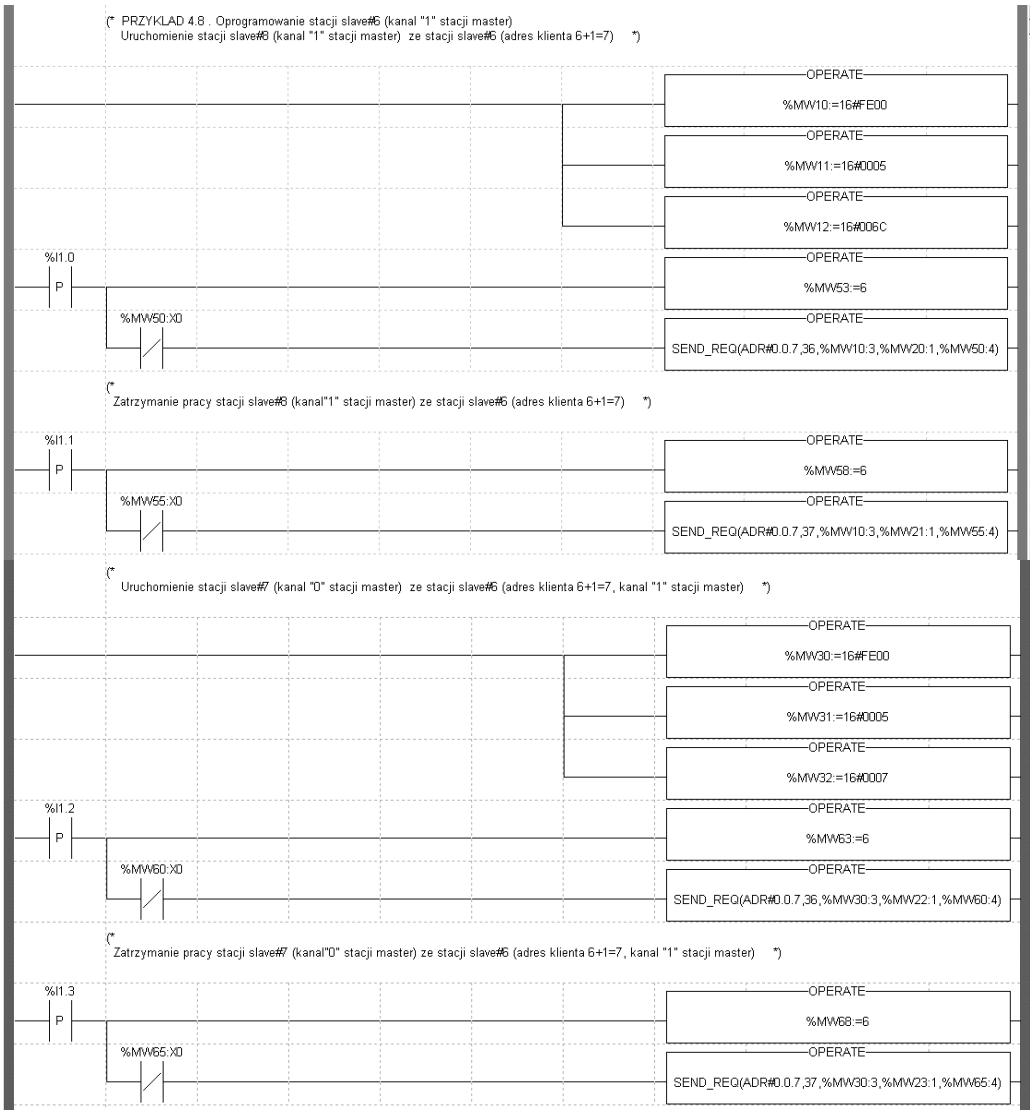
Przykład 4.8

W sieci jak na rys. 4.53 należy przetestować działanie funkcji SEND_REQUEST o kodach 24hex (36) – RUN oraz 25hex (37) – STOP w parach stacja master–stacja slave oraz stacja slave–stacja slave. Stacje slave są węzłami dwóch podsieci Uni-Telway.

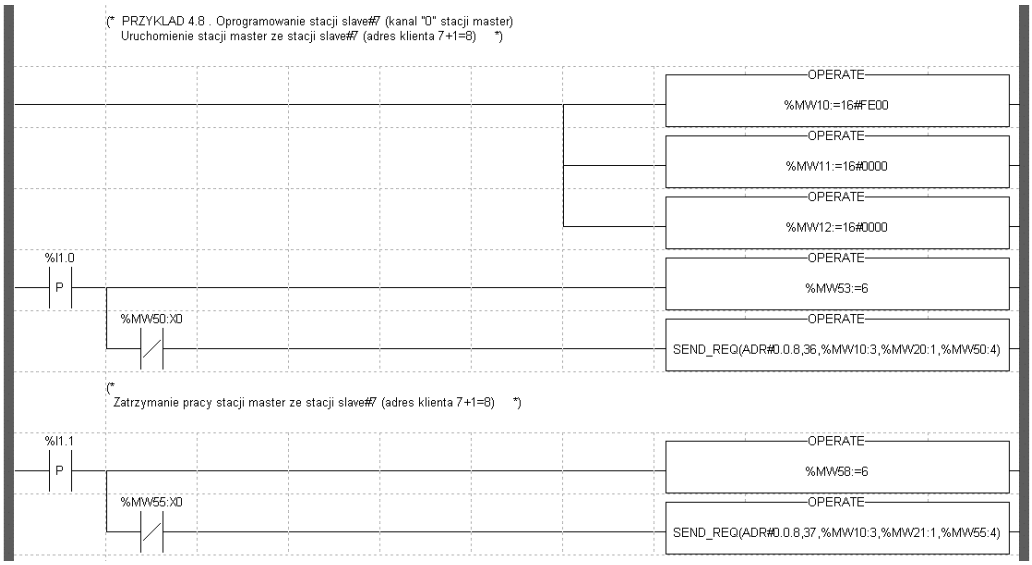
Jeśli zamiast rzeczywistego numeru modułu (w przykładzie 00) przyjmie się adres domyślny FE, to działanie funkcji ogranicza się do podsieci, której węzłem jest nadawca (klient).



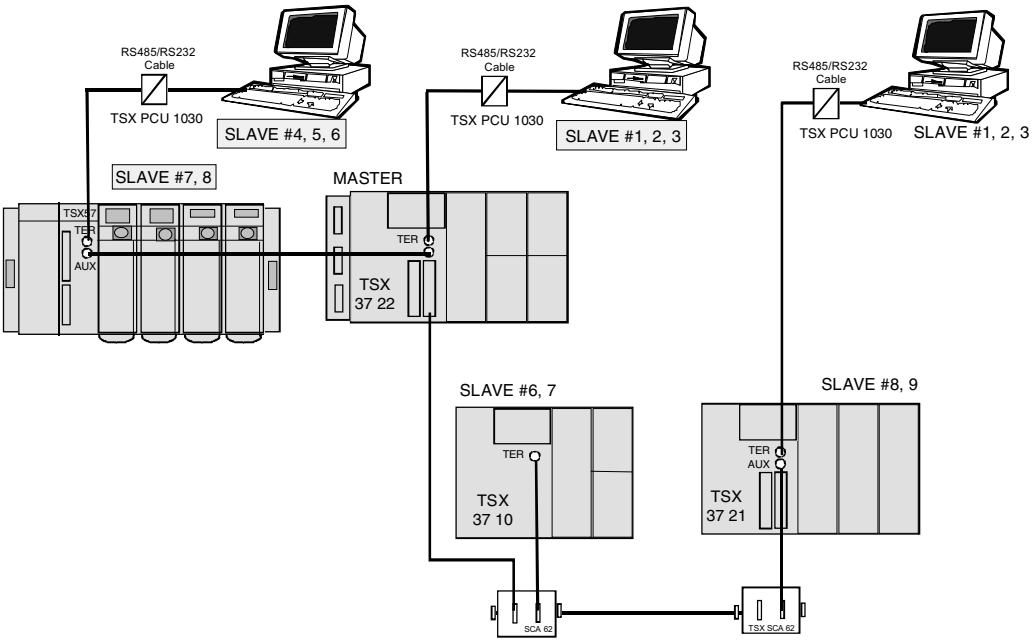
Rys. 4.50. Oprogramowanie stacji master



Rys. 4.51. Oprogramowanie stacji slave #6 (kanał „1”)



Rys. 4.52. Oprogramowanie stacji slave #7



Rys. 4.53. Układ do testowania wymiany informacji opisanej w przykładzie 4.8

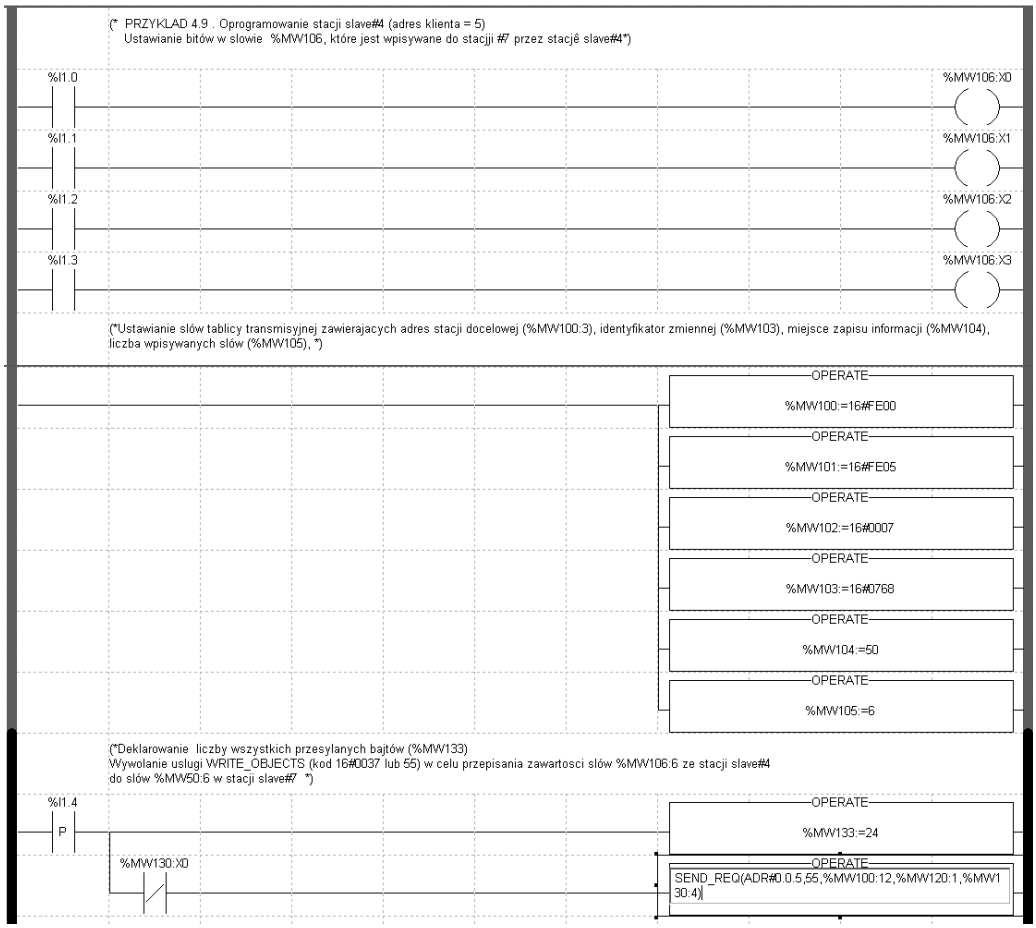
Przykład 4.9

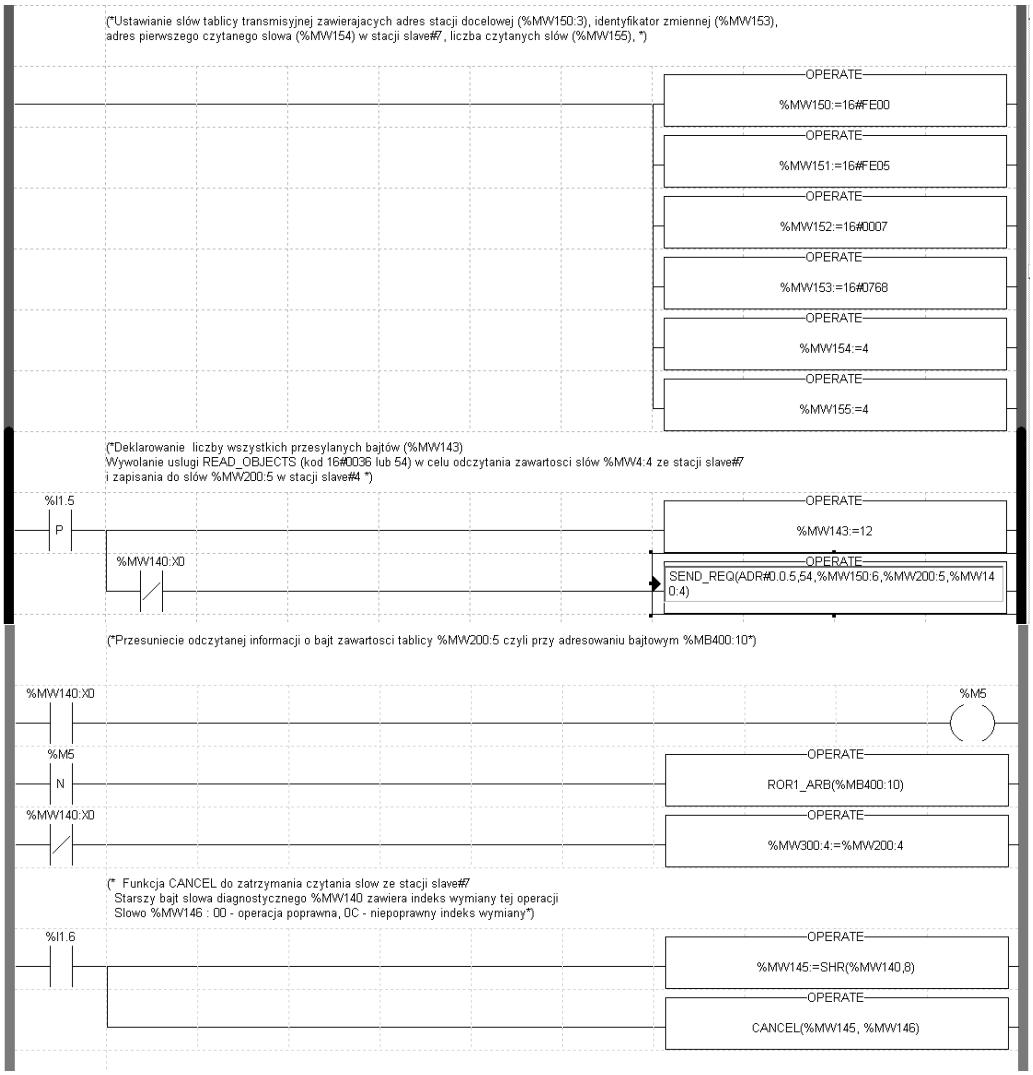
Konfiguracja sieci jak na rys. 4.56 umożliwia także przesyłanie informacji między slave'ami w trybie klient – serwer, ale wtedy stacje slave muszą mieć po dwa adresy: slave #**4**,5 i slave #7,8.

Przykład takiej wymiany ilustrują programy zamieszczone na rys. 4.54 i 4.55. Ponieważ odczyt za pomocą funkcji SEND_REQ odbywa się z przesunięciem zapisu o jeden bajt, konieczne jest więc powtórne przesunięcie zapisanej informacji o bajt, by słowa odbierane nie różniły się od słów nadawanych. Można w tym celu wykorzystać funkcję ROR1_ARB (dostępną dla sterowników TSX Premium).

Tablica słów %MW200:5 zawierająca odczytaną informację ze słów %MW4:4 (w stacji slave #7) wygląda następująco:

%MW200	młodszy bajt %MW4,	07 (typ czytanego obiektu),
%MW201	młodszy bajt %MW5,	starszy bajt %MW4,

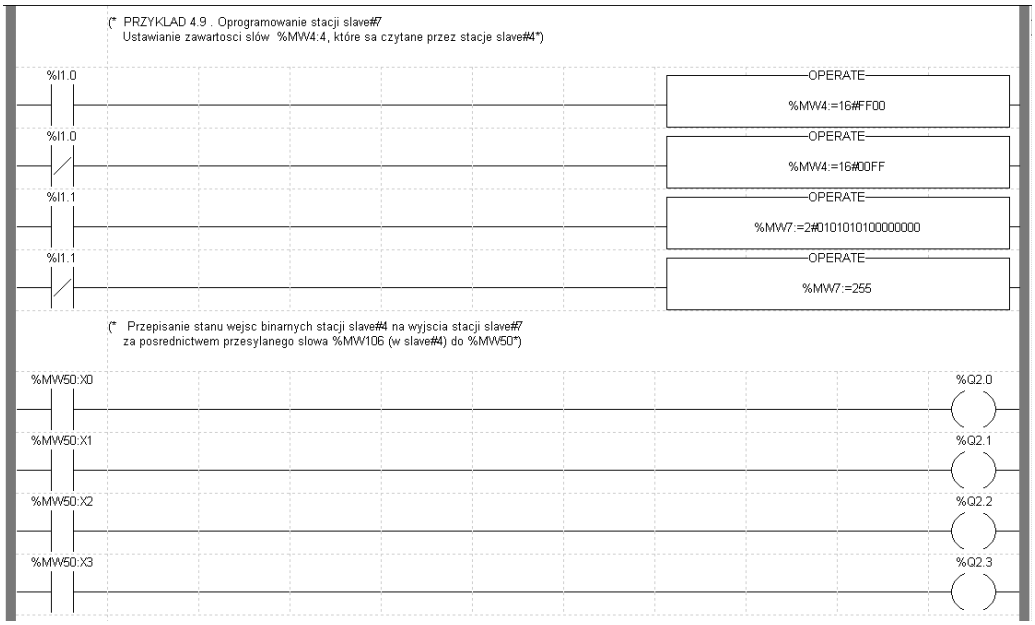




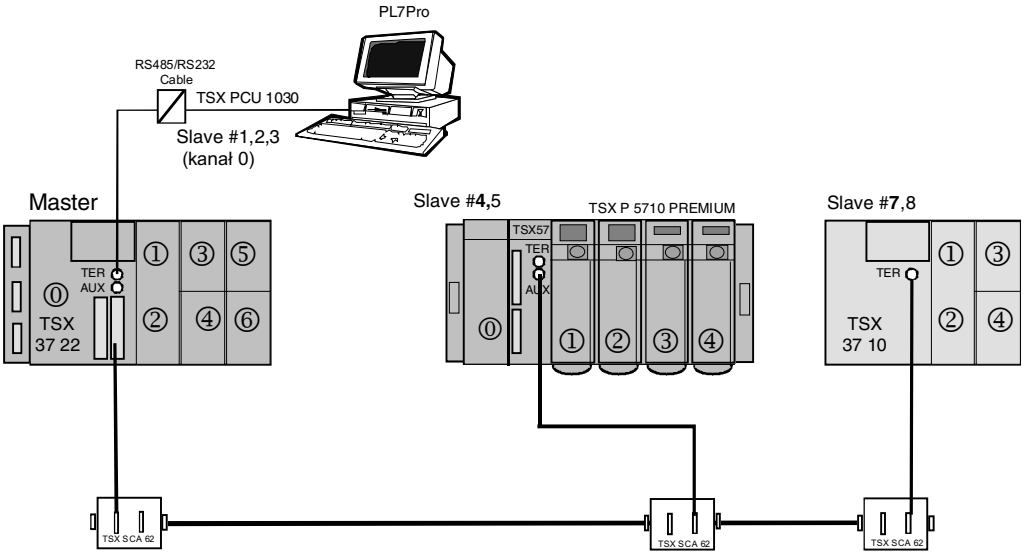
Rys. 4.54. Oprogramowanie stacji slave #4 (przykład 4.9)

%MW202	młodszy bajt %MW6,	starszy bajt %MW5,
%MW203	młodszy bajt %MW7,	starszy bajt %MW6,
%MW204	nieokreślony,	starszy bajt %MW7.

Po wykorzystaniu funkcji ROR1_ARB zawartość tablicy %MW200:4 jest odpowiednio równa zawartości tablicy %MW4:4. Identyfikator obiektu podawany w tablicy transmisyjnej składa się z typu (starszy bajt) oraz segmentu (młodszy bajt). Oznaczenia podano w tabeli 4.1.



Rys. 4.55. Oprogramowanie stacji slave #7 (przykład 4.9)



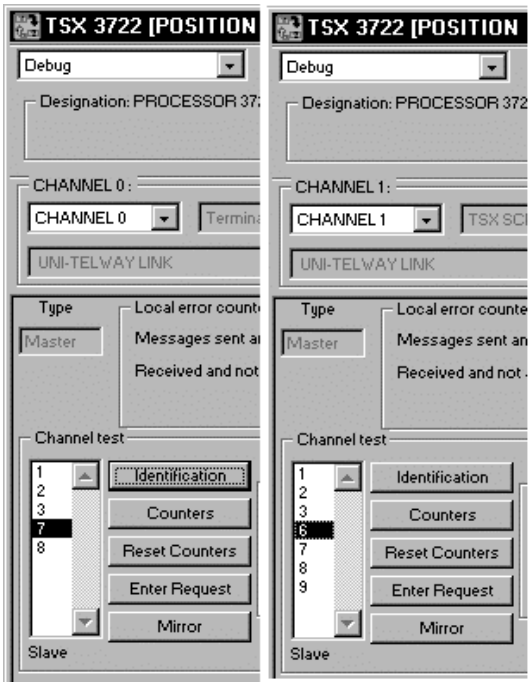
Rys. 4.56. Układ do testowania wymiany informacji opisanej w przykładzie 4.9

Tabela 4.1. Identyfikatory obiektu dla funkcji SEND_REQ o kodach 36hex/37hex

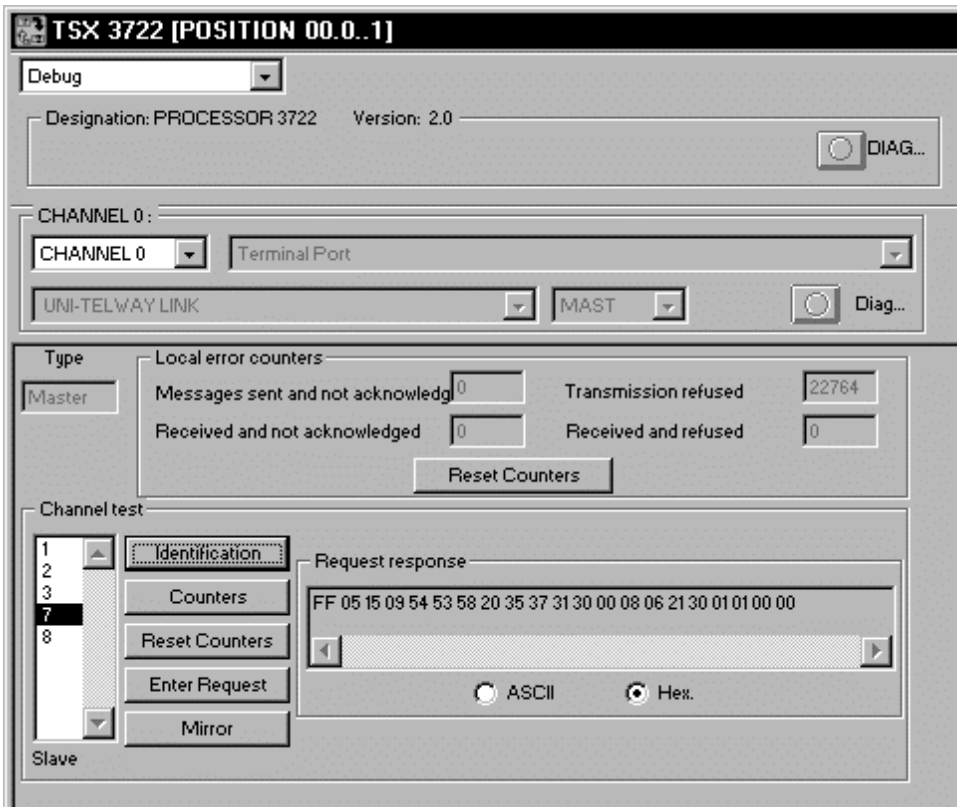
Obiekt	Typ	Segment
%Mi	64hex	05
%Si	64hex	06
%Mi (z forsowaniem)	06hex	05
%Si (ustawiane przez system)	32hex	06
%MWi	68hex	07
%MDi	68hex	08
%KWi	69hex	07
%KDi	69hex	08
%SWi	6Ahex	07

4.3. Uruchamianie i monitorowanie pracy sieci Uni-Telway

Podczas uruchamiania i testowania sieci można skorzystać z możliwości, jakie dają program narzędziowy Pl7 Pro oraz XWAY Driver Manager.



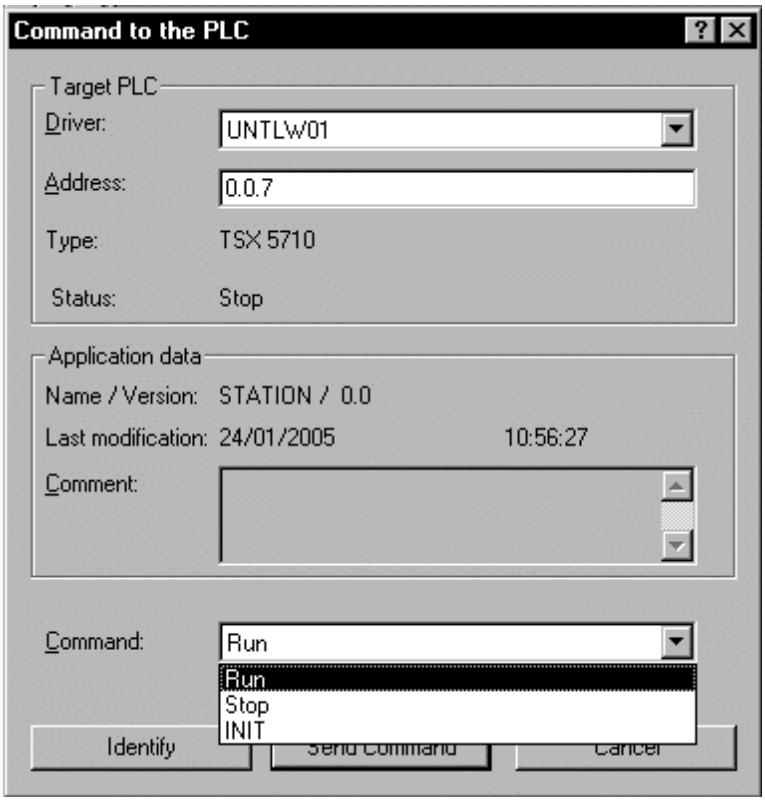
Rys. 4.57. Uczestnicy (stacje slave) obu podsieci Uni-Telway



Rys. 4.58. Wynik identyfikacji stacji slave #7,8

Na rysunku 4.57 pokazano wygląd okna wyboru funkcji i parametrów komunikacyjnych (patrz rys. 4.5), po podłączeniu terminala do stacji master. W oknie tym można sprawdzić, jakie adresy stacji są widoczne w obu kanałach komunikacyjnych. Wygląd okna na rysunku dotyczy sieci o konfiguracji pokazanej na rys. 4.53, ale bez podłączonego terminala o adresach #4,5,6. Okno to daje możliwość testowania połączenia z wybraną stacją slave, wskazując jej adres Ad0 (serwer). Do wykorzystania są bezpośrednio usługi *Identification* i *Mirror*. Opcja *Enter Request* pozwala wprowadzić kod usługi funcji SEND_REQ. Wygląd okna po wywołaniu funkcji identyfikującej stacje o adresie Ad0 = 7 na kanale „0” (sterownik TSX 5710 Premium w stanie STOP) pokazano na rys. 4.58. Uzyskaną odpowiedź można porównać z wynikiem identyfikacji tej samej stacji w stanie RUN, pokazanym na rys. 4.49. Zamiast bajtów 16#0203 tutaj jest 06 21 (06 – STOP, 21 – świeci dioda I/O, dioda RUN migocze).

Opcję *Command to the PLC* z menu *PLC* służącą do realizacji poleceń RUN, STOP i INIT można również wykorzystać do testowania połączenia ze stacją o wybranym adresie (rys. 4.59). Po wybraniu adresu należy nacisnąć klawisz *Identify.* Po pojawieniu



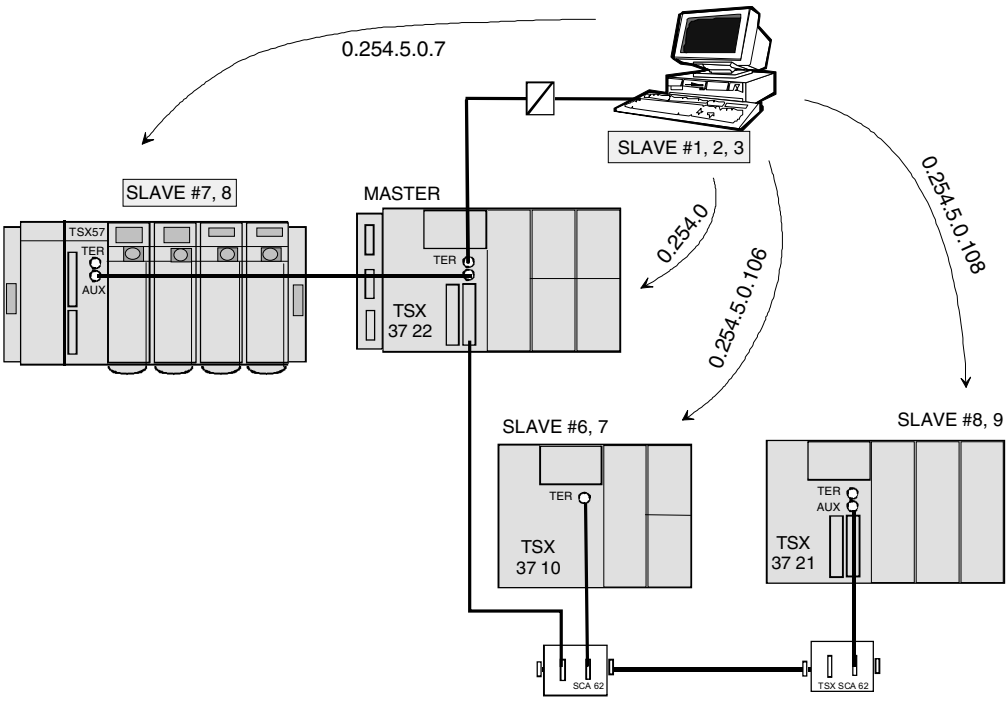
Rys. 4.59. Okno opcji *Command to the PLC*

się w oknie typu i statusu stacji można wybrać polecenie i zrealizować je klikając w klawisz *Send Command.*

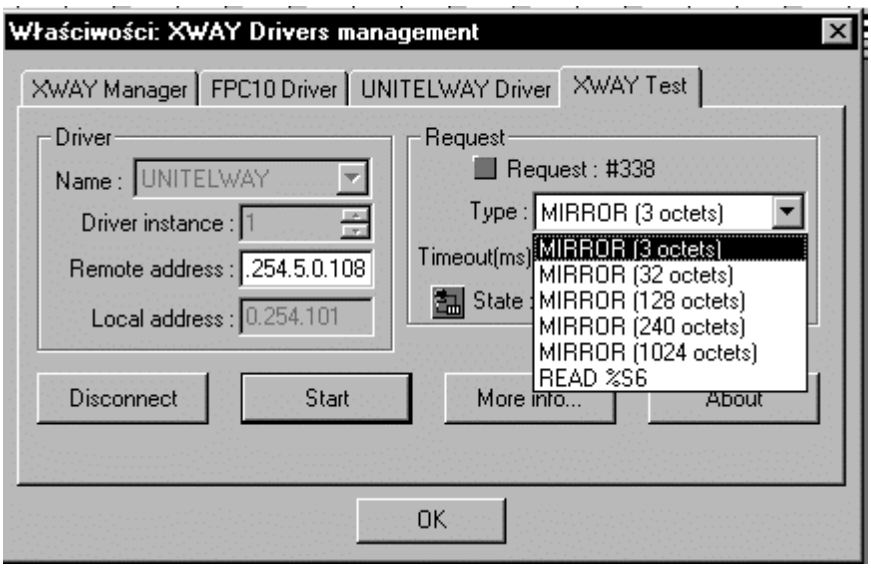
Do testowania połączeń w sieci można także wykorzystać udostępnioną w programie XWAY Driver Manager opcje XWAY Test. Dla drivera Uni-Telway adresem domyślnym jest 0.254.0 – adres portu terminala przy podłączeniu 1:1 (sterownik jest wówczas stacją master, a terminal stacją slave). Podczas pracy w sieci jest to adres stacji master. Można wybrać też adres dowolnego sterownika pracującego w sieci (rys. 4.60).

W oknie *XWAY Test* można wybrać dwa typy usług: *Mirror* i czytanie bitu systemowego %S6 (rys. 4.61).

Informacje o stanie komunikacji w sieci Uni-Telway są również dostępne w odpowiednich słowach i bitach: %Ixy.MOD.ERR (błąd modułu), %Ixy.i.ERR (błąd kanału), %IWxy.i.0–%IWxy.i.3, %MWxy.MOD.0–%MWxy.MOD.2, %MWxy.i.2–%MWxy.i.15, %KWxy.i.0–%KWxy.i.5. Dokładne dane o funkcji i znaczeniu zawartości słów w zależności od funkcji stacji i rodzaju kanału zawiera dokumentacja techniczno-ruchowa.



Rys. 4.60. Adresowanie stacji w opcji XWAY Test programu XWAY Driver Manager



Rys. 4.61. Przykład testowania połączenia terminala ze stacją slave #8,9 w kanale „1”

5. Zakończenie

Historycznie rzecz ujmując, sieci typu *fieldbus* stosowane były do komunikacji na poziomie czujników i elementów wykonawczych (*sensorbus*), urządzeń (*devicebus*) oraz obszaru sterowania (*controlbus*). Do wymiany informacji z poziomem zarządzania wykorzystywane były sieci ethernetowe nie zaliczane już do sieci przemysłowych. Wyróżnikiem sieci przemysłowych był gwarantowany czas dostępu do informacji, co osiągano najczęściej stosując deterministyczny dostęp do magistrali. Sieci ethernetowe charakteryzują się probabilistycznym i równoprawnym dostępem uczestników sieci do magistrali. Znaczne zwiększenie przepustowości współczesnych sieci tego typu (nawet do gigabitów na sekundę), przy stosunkowo niewielkiej ilości informacji przesyłanej zazwyczaj w sieciach przemysłowych, pozwala na gwarantowanie wymaganych czasów dostępu z bardzo wysokim prawdopodobieństwem. Doprowadziło to do stopniowego wprowadzania sieci typu „przemysłowy (szybki) ethernet" do obszarów zarezerwowanych dotychczas dla klasycznych sieci typu fieldbus. Sprzyja temu masowa produkcja, a tym samym niski koszt oprzyrządowania niezbędnego do realizacji sieci. Nie oznacza to unifikacji ramek informacyjnych przesyłanych tymi sieciami.

Ze względu na trudności w standaryzacji siódmej warstwy protokołu czołowi producenci nadal preferują własne rozwiązania. Jednym z możliwych rozwiązań jest przesyłanie ramek stosowanych w wymianie informacji w dotychczasowych sieciach, jako części informacyjnej ramki TCP/IP. Takie podejście preferuje firma Schneider, wstawiając ramki protokołu Modbus w ramki TCP/IP. Jest to rozwiązanie najprostsze, ale stosunkowo mało efektywne. Przy krótkich informacjach przesyłanie nagłówków TCP/IP trwa znacznie dłużej niż przesyłanie informacji użytkowej. Wprowadzenie sieci ethernet umożliwia łatwiejszy dostęp do informacji przez internet. Odpowiednie oprogramowanie jest już od dawna dostępne do wykorzystania na poziomie stacji operatorskich, a od kilku lat w ofertach producentów pojawiają się moduły dopasowane do kaset sterowników, które umożliwiają uruchomienie web-serwera w module i dostęp – poprzez przeglądarki internetowe – do stron z planszami wizualizującymi stan procesu oraz sterowanie procesem. Rośnie tendencja do udostępniania dowolnej informacji na dowolnym poziomie zarządzania. Zgodnie z koncepcją nazywana *Transparent Factory* zmierza się do tego, by przez sieć Intranet możliwy był bezpośredni dostęp do dowolnego urządzenia produkcyjnego. Korzysta się wówczas z web-technologii i interfejsu OPC (OLE for Process Control). Wymiana informacji w czasie rzeczywistym poprzez „przemysłowy ethernet" wymaga jeszcze rozwiązania wielu problemów.

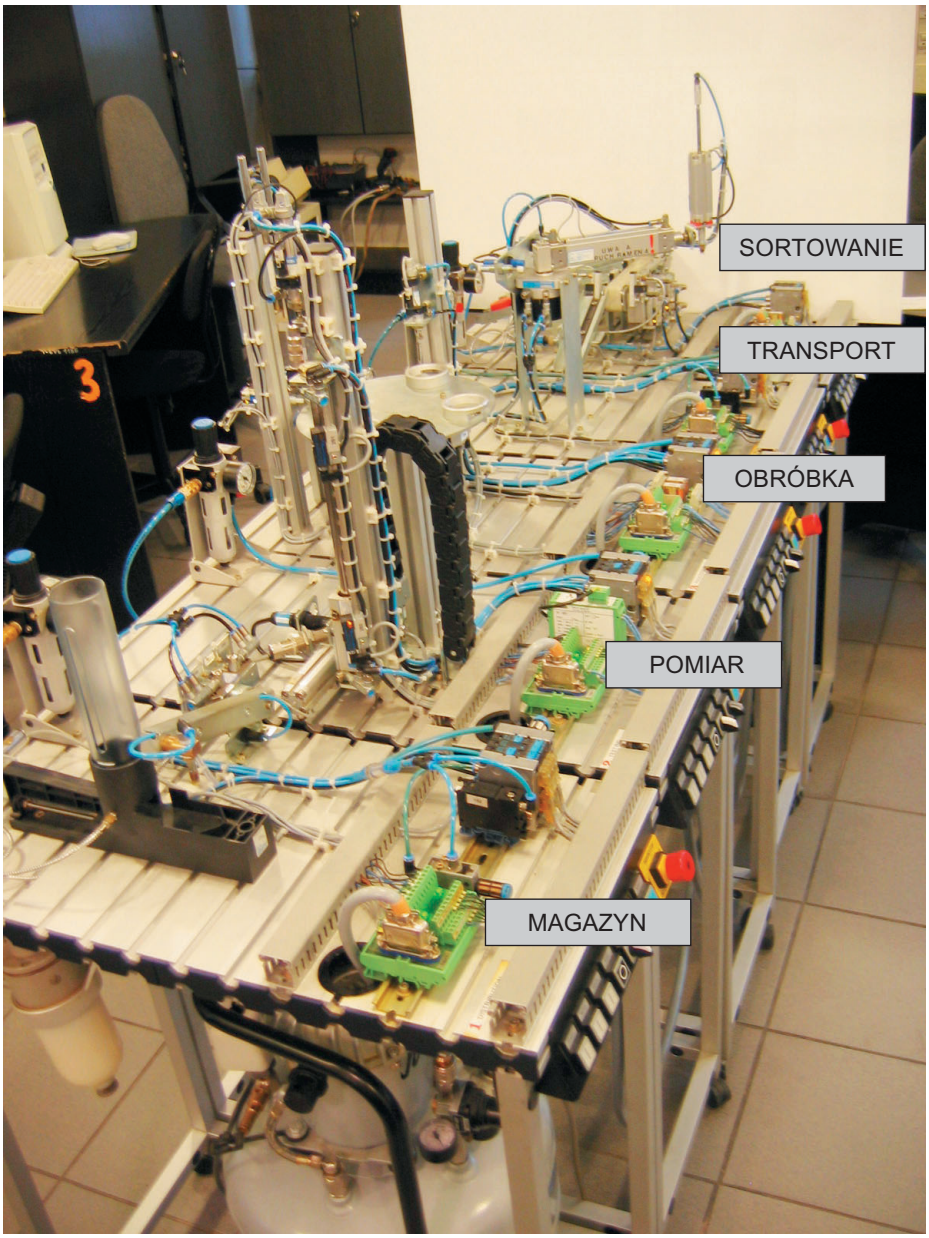
Załącznik

Opis stanowiska do testowania wymiany informacji w sieciach sterowników TSX Modicon

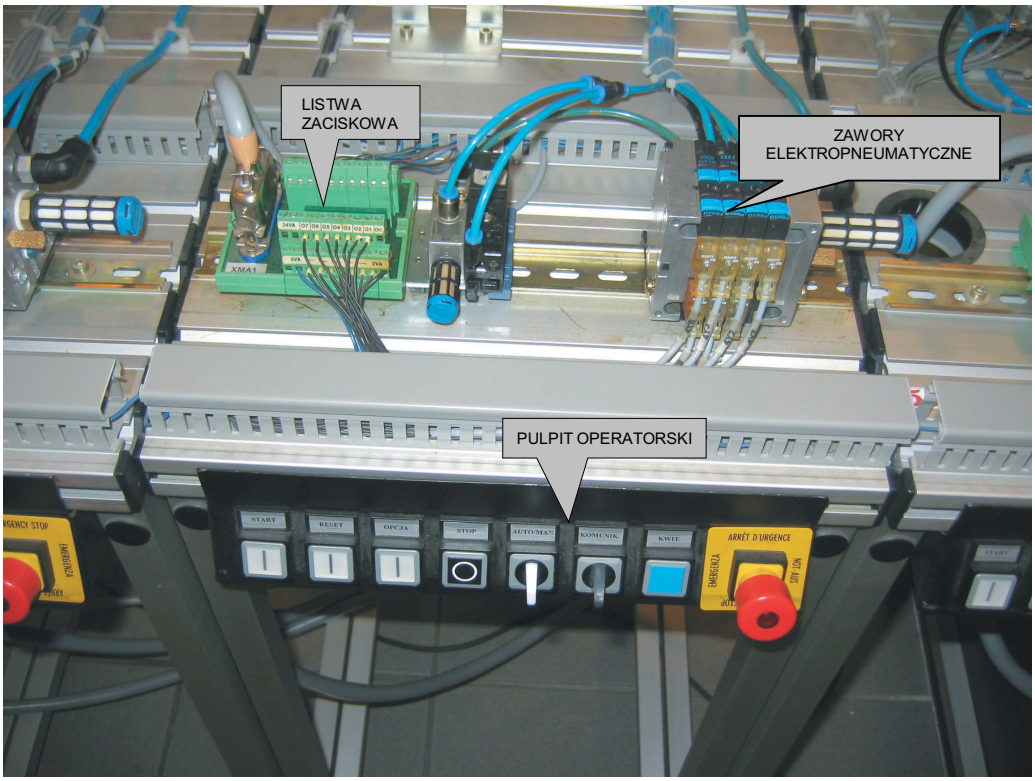
Do testowania wymiany informacji w sieciach sterowników o różnych konfiguracjach w Laboratorium Instytutu Cybernetyki Technicznej wykorzystuje się stanowisko składające się z pięciu stojaków 19" z zamontowanymi sterownikami serii TSX oraz modelu linii produkcyjnej złożonego z pięciu modułów (fot. 1).

Każdy moduł wraz z sygnałami z pulpitu sterowania ręcznego (fot. 2) jest połączony kablem sygnałowym z tablicą krosową, zaś każdy ze sterowników wszystkie wejścia/wyjścia ma wyprowadzone na specjalną listwę zaciskową.

Konstrukcja listwy pozwala zasilić każde z wejść napięciem odpowiadającym sygnałowi jedynki logicznej za pomocą specjalnego wtykanego w listwę przełącznika. Alternatywnym źródłem sygnału może być końcówka żyły kabla transmitującego sygnał z modułu linii produkcyjnej. Dzięki tablicy krosowej można połączyć dowolny sterownik z dowolnym modułem modelu. Zakładając, że kabel połączeniowy jest wykonany tak, że kolejnym pinom złącza odpowiadają kolejne pola listwy zaciskowej i znając tabelę połączeń między modułem a gniazdem tablicy krosowej, można w sposób jednoznaczny określić, na jakie wejścia sterownika trafią odpowiednie sygnały, bez względu na to, który sterownik zostanie wykorzystany do współpracy z wybranym modułem.



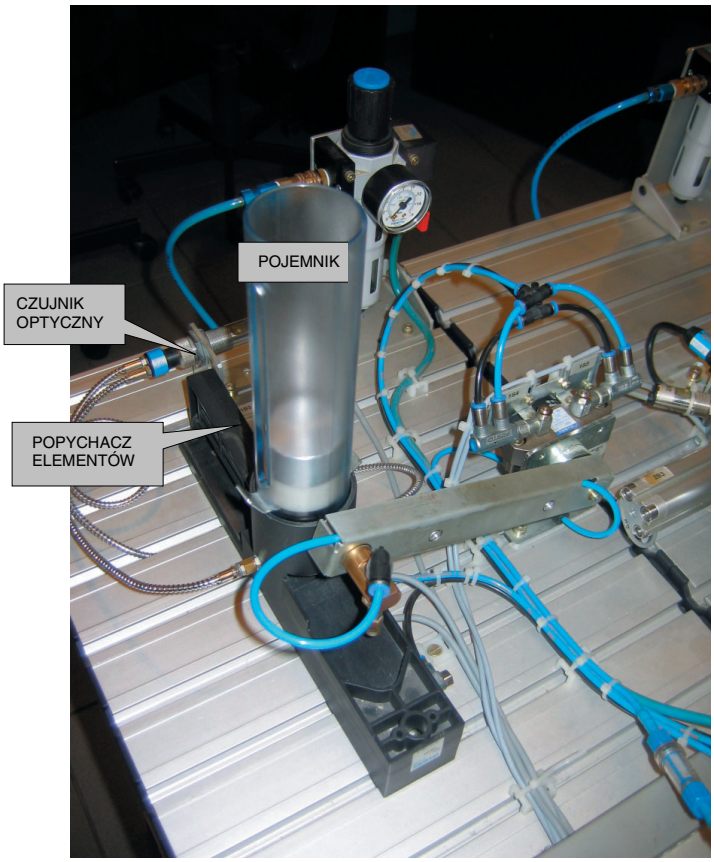
Fot. 1. Model linii produkcyjnej



Fot. 2. Widok przedniej części modułów linii produkcyjnej

Model linii składa się z następujących modułów:

- MAGAZYN,
- POMIAR,
- OBRÓBKA,
- TRANSPORT,
- SORTOWANIE.



Fot. 3. Moduł MAGAZYN

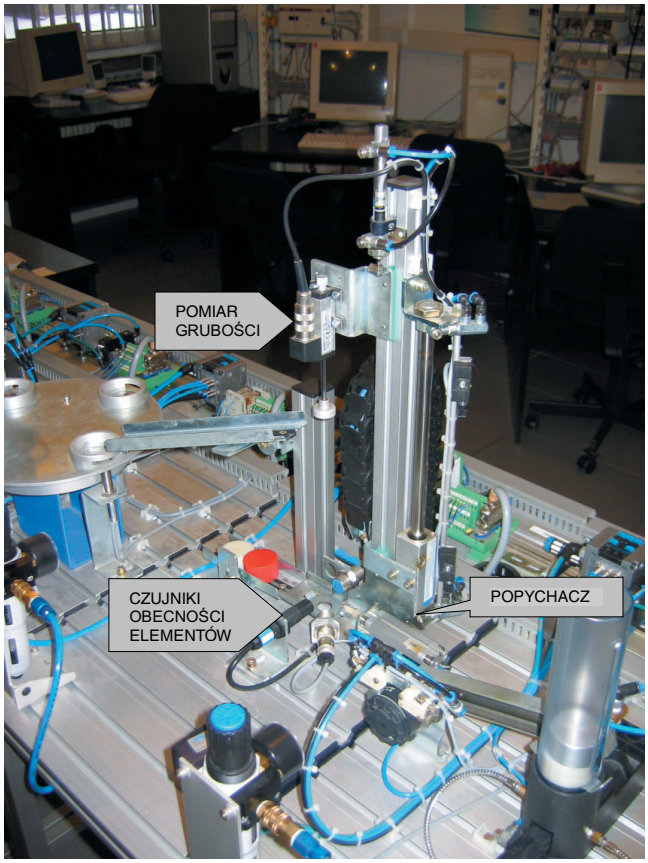
Moduł MAGAZYN (fot. 3) składa się z zasobnika z elementami do obróbki, popychacza transportującego element do punktu, z którego jest pobierany za pomocą ramienia z przyssawką i podawany na następny moduł. Sygnały są wyprowadzone na listwę zaciskową. Sygnał „1” na zaciskach wyjściowych „I” oznacza co następuje:

I0 – popychacz cofnięty,
I1 – popychacz wysunięty,
I2 – ramię podajnika w pozycji maksymalnie wychylonej w kierunku magazynu,
I3 – ramię podajnika w pozycji maksymalnie wychylonej w kierunku stanowiska pomiarowego,
I5 – element przyssany do przyssawki ramienia,
I6 – brak elementu lub popychacza w komorze popychacza.

Jeśli pojawi się jedynka logiczna (24 V) na którymś z zacisków „Q”, to jej działanie jest następujące:

Q0 – wysunięcie popychacza (stan „0” – cofnięcie popychacza),

Q1 – przesuwanie ramienia w kierunku popychacza,
Q2 – przesuwanie ramienia w kierunku stanowiska pomiarowego,
Q3 – wyłączenie ssania (wystarczy impuls),
Q4 – włączenie ssania (wystarczy impuls).



Fot. 4. Moduł POMIAR

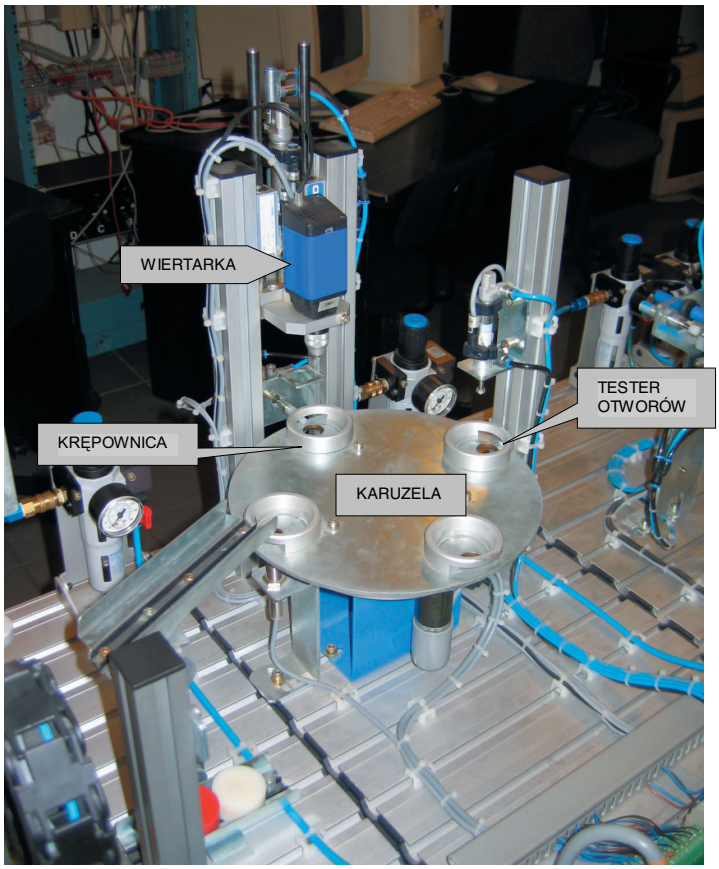
Moduł POMIAR (fot. 4) ma za zadanie rozpoznać materiał, z którego wykonano element za pomocą czujników zbliżeniowych: optycznego, indukcyjnego i pojemnościowego. Czujniki te pozwalają także stwierdzić obecność klocka. Winda transportuje element do góry. W położeniu górnym można opuścić potencjometryczny czujnik przesunięcia, pozwalający zmierzyć grubość klocka. Winda jest wyposażona w popychacz, który pozwala w dowolnym momencie zepchnąć klocek. W położeniu dolnym windy trafia on do rynny magazynującej elementy z niewłaściwego materiału, zaś w położeniu górnym – do rynny, którą klocek zsuwa się na stanowisko obróbki.

Sygnały informacyjne („1” na wyjściach dwustanowych modułu) dostępne na listwie sterownika mają następujące znaczenie:
I0 – zadziałał czujnik indukcyjny obecności elementu metalowego,
I1 – zadziałał czujnik pojemnościowy obecności dowolnych elementów,
I2 – zadziałał czujnik optyczny obecności elementu „nieprzezroczystego”,
I3 – winda znajduje się na dole,
I4 – winda znajduje się na górze,
I5 – popychacz na windzie cofnięty,
I6 – potencjometryczny czujnik przesunięcia do pomiaru grubości w położeniu dolnym.

Jedyny sygnał analogowy w modelu linii produkcyjnej generowany jest przez przetwornik pomiaru grubości i wyprowadzony na zacisk I7 (+). Przetwornik jest ustawiony na zakres 0–10 V.

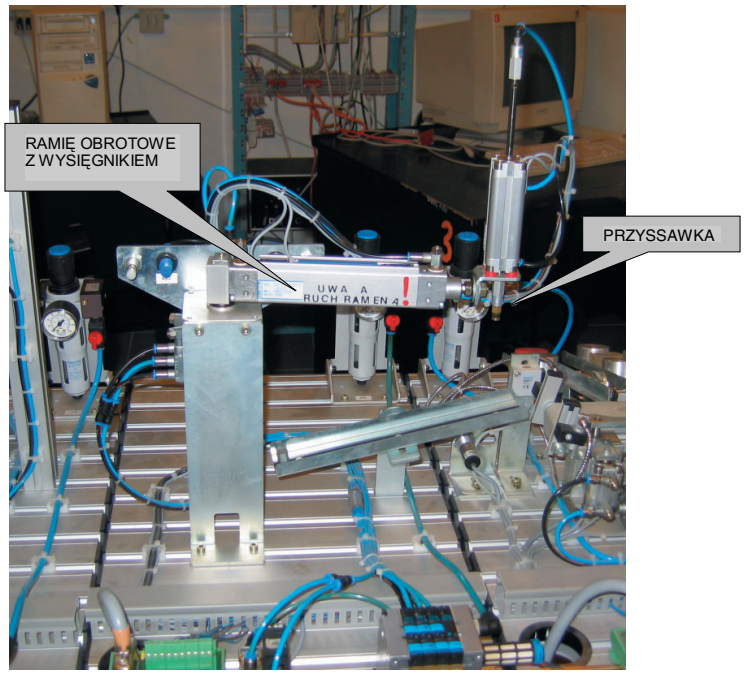
Jeśli pojawi się jedynka logiczna (24 V) na którymś z zacisków „Q”, to jej działanie jest następujące:
Q0 – opuszczanie windy,
Q1 – podnoszenie windy,
Q2 – wysunięcie trzpienia popychacza („0” – cofnięcie trzpienia),
Q3 – opuszczenie czujnika indukcyjnego do pomiaru grubości („0” – podniesienie czujnika).

Moduł OBRÓBKA (fot. 5) służy do wiercenia otworów i sprawdzania poprawności ich wykonania. Transport klocka odbywa się za pomocą karuzeli z czterema gniazdami. Karuzela obraca się o jedną czwartą obrotu, co powoduje iż gniazdo znajduje się kolejno: pod rynną ze stanowiska pomiarowego, pod wiertarką, pod czujnikiem obecności otworu, pod chwytakiem ze stanowiska transportowego. Sygnały informacyjne („1” na odpowiednim wyjściu modułu) mają następujące znaczenie:
I0 – klocek w gnieździe pod rynną lub karuzela niespozycjonowana,
I1 – karuzela spozycjonowana (gniazda znajdują się na swoich miejscach),
I2 – trzpień krępownicy wysunięty (klocek unieruchomiony do wiercenia),
I3 – krępownica zwolniona,
I4 – wiertarka w położeniu górnym,
I5 – wiertarka znajduje się na dole,
I6 – tester otworów w położeniu górnym,
I7 – tester otworów w położeniu dolnym.



Fot. 5. Moduł OBRÓBKA

Pojawienie się jedynki logicznej (24 V) na którymś z zacisków „Q”, oznacza:
Q1 – załączenie wiertarki („0” – wyłączenie),
Q2 – załączenie karuzeli („0” – wyłączenie),
Q3 – opuszczanie wiertarki,
Q4 – podnoszenie wiertarki,
Q5 – cofnięcie trzpienia krępownicy („0” – wysuniecie trzpienia).
Q6 – wysunięcie trzpienia testera otworów („0” – cofnięcie trzpienia),



Fot. 6. Moduł TRANSPORT

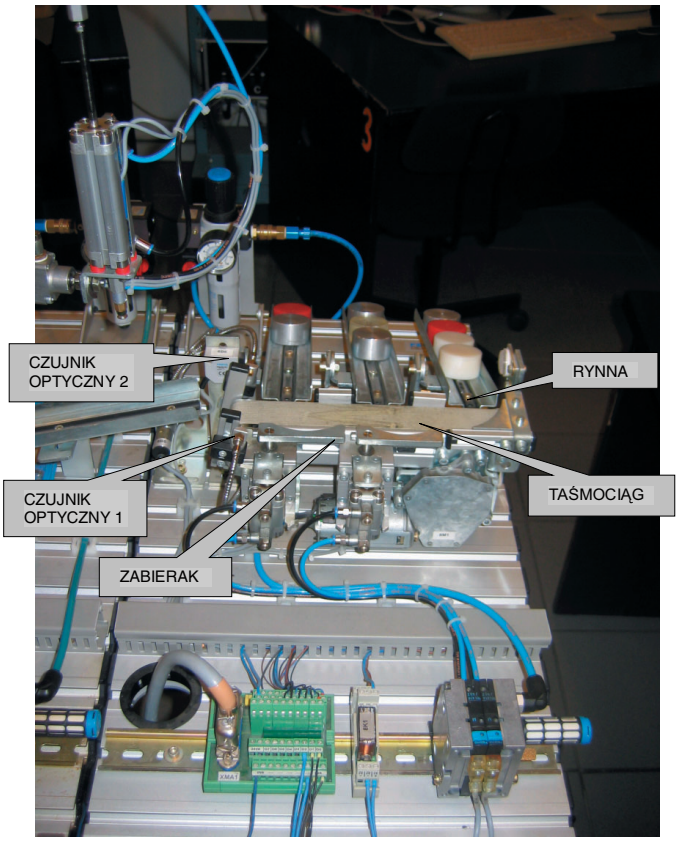
Zadaniem modułu TRANSPORT (fot. 6) jest przeniesienie klocka ze stanowiska wiertarskiego do stanowiska sortowania. Przenośnik wykonuje następujące ruchy: obrót o 180 stopni, cofanie/wysuwanie ramienia, opuszczanie/podnoszenie przyssawki.

Sygnały informacyjne („1” na odpowiednim wyjściu modułu) mają następujące znaczenie:

I0 – element przyssany do przyssawki ramienia,
I1 – ramię podajnika przy module sortowania,
I2 – ramię podajnika przy module obróbki,
I3 – ramię podajnika wysunięte,
I4 – ramię podajnika cofnięte,
I5 – chwytak podajnika opuszczony,
I6 – chwytak podajnika podniesiony.

Jedynka logiczna (24 V) na którymś z wejść modułu oznacza:

Q1 – cofnięcie ramienia (wystarczy impuls),
Q2 – wysunięcie ramienia (wystarczy impuls),
Q3 – obrót ramienia w kierunku modułu sortowania,
Q4 – obrót ramienia w kierunku modułu obróbki,
Q5 – włączenie ssania (wystarczy impuls),
Q6 – wyłączenie ssania (wystarczy impuls),
Q7 – opuszczenie chwytaka („0” – podniesienie chwytaka).



Fot. 7. Moduł SORTOWANIE

Moduł SORTOWANIE (fot. 7) składa się z taśmociągu oraz dwóch zabieraków. Położenie zabieraków decyduje o tym, do której z trzech rynien zostanie skierowany element opuszczany na taśmociąg przez podajnik modułu transportowego.

Sygnały informacyjne („1” na odpowiednim wyjściu modułu) mają następujące znaczenie:

I0 – pierwszy zabierak wyłączony,
I1 – pierwszy zabierak uruchomiony,
I2 – drugi zabierak wyłączony,
I3 – drugi zabierak uruchomiony,
I4 – brak elementu na początku taśmociągu („0” – pojawił się element),
I5 – jedna z trzech rynien pełna lub element zsuwa się po rynnie w polu działania czujnika.

Jedynka logiczna na którymś z wejść modułu, oznacza:

Q1 – uruchomienie pierwszego zabieraka („0” – wyłączanie),
Q2 – uruchomienie drugiego zabieraka („0” – wyłączanie),
Q3 – załączenie taśmociągu („0” – wyłączenie).

Literatura

[1] Grandek K., Kaliczyńska M., Rojek R., *Rozproszony system automatyki na bazie sterowników PLC*, Pomiary–Automatyka–Robotyka, 2000, nr 3, s. 22–25.

[2] Kriesel W., Heimbold T., Telschow D., *Bustechnologien für die Automation*, Hüthig Verlag, Heidelberg 2000.

[3] Legierski T., Kasprzyk J., Hajda J., Wyrwał J., *Programowanie sterowników PLC*, Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 1998.

[4] Tutaj R., *Przemysłowe systemy komunikacyjne typu Fieldbus*, Pomiary–Automatyka–Robotyka, 1997, nr 4, s. 32–35.

[5] Dokumentacja techniczna. XBT-8A. Compact Terminal. UNI-TE protocol. User guide 1991. Wydawnictwo firmowe Telemechanique – Groupe Schneider.

[6] Katalog produktów. Schneider Electric 2002 (wersja elektroniczna – CD ROM).

[7] Dokumentacje techniczne TSX DR NET, TSX DG UTW, TLX DS. COM PL7, TLX DOC PL7 43 v.4.3, TLX DR PL7 30 Wydawnictwo firmowe Groupe Schneider.

[8] Sterowniki programowalne. Dokumentacja techniczna 2002. Schneider Electric (wersja elektroniczna – CD ROM).

[9] Strony internetowe: www.modicon.com, www.schneider-electric.pl, www.control.com, www.PLCopen.org, ethernet.industrial-networking.com.