

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW

4410

PIAP

BE 10

Al. Jerozolimskie 202

02 - 486

Warszawa

Ośrodek Mechatroniki OME

Główny wykonawca: mgr inż. Tomasz Stasiak

Wykonawcy: mgr inż. Marcin Słowikowski

mgr inż. Michał Smater

Nr zlecenia: S1883

Tytuł pracy: Zdalny monitoring instalacji zautomatyzowanych
Etap II : Zakupy podzespołów, montaż i uruchomienie
instalacji doświadczalnej. Przeprowadzenie prób
i opracowanie wniosków.

Zleceniodawca: Praca statutowa PIAP

BOK...

Pracę rozpoczęto dnia:

zakończono dnia:

Kierownik Ośrodka

Dyrektor Pionu


mgr inż. Zbigniew Pilat


dr inż. Jan Jabłkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

Stron --
Rysunków --
Fotografii --
Tabel --
Tablic --
Załączników --

Egz. 1 OME
Egz. 2 OIN
Egz. 3 OME

Nr rej. 7672

1

<i>Spis treści</i>	<i>Strona</i>
1. Zakupy podzespołów	3.
2. Uruchomienie instalacji doświadczalnej	6.
3. Program komputerowy	10.
4. Formaty rozkazów i odpowiedzi sterowników PLC firmy OMRON	15.
5. Wnioski	18.
6. Literatura	20.

1. Zakupy podzespołów

W ramach pracy zakupiono następujące urządzenia:

1.1 Modem telefoniczny USRobotics Sportster x2 Flash.



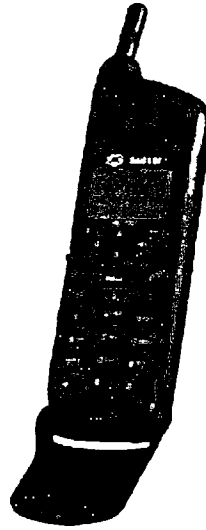
Rys. 1.1 Modem telefoniczny USRobotics Sportster x2 Flash.

Szybki rozwój technologii transmisji danych wymusił konieczność powstania modemów, które mogą być aktualizowane do nowo powstających standardów. Takim urządzeniem jest Sportster Flash. Dzięki zastosowaniu pamięci typu FLASH modem można dostosowywać na drodze programowej do nowo powstających technologii. Urządzenie realizuje cztery funkcje: modem standardu x2 o prędkości pracy 56000 bps, faks umożliwiający wysyłanie dokumentów stworzonych pod dowolną aplikacją systemu Windows, automatyczna sekretarka - umożliwiająca zapis wiadomości podczas nieobecności abonenta. Możliwe jest nagranie komunikatu powitalnego i zdalny odsłuch nagranych wiadomości oraz dwukierunkowy telefon głośnomówiący - po podłączeniu słuchawek, wykorzystując wbudowany mikrofon można prowadzić rozmowę, jednocześnie robiąc notatki. Sportster Flash może w ciągu paru minut być zaktualizowany do każdej nowo powstałej technologii przesyłu informacji, w tym do standardu x2. Plik upgrade jest dostępny w Internecie. x2 to technologia transmisji danych umożliwiająca dostęp do sieci Internet z prędkością 56000 bps. Obecnie w Polsce działają już węzły dostępne zgodne z tą technologią, a ich ilość stale rośnie .

Dane techniczne modemu :

- modem w wersji zewnętrznej
- protokoły modemu - dane: x2, V.34+, V.34, V.FC, V.32bis, V.23, V.22 bis, V.22, V.21, Bell 212A, Bell 103
- prędkość pracy - dane: 56000 (odbiór), ..., 33600, 28800, ..., 300; prędkość faxu: 14400, ..., 2400
- sprzętowa korekcja błędów V.42, MNP 2-4
- sprzętowa kompresja danych V.42 bis, MNP 5
- praca full/half duplex na 2 drutowych liniach telefonicznych
- protokoły faxu: wysyłanie i odbiór faxów Group III, Class 1, Class 2.0, V.17, V.29, V.27 ter
- zgodny z zestawem komend AT
- firmware zapisany w pamięci Flash ROM z możliwością upgrade z komputera
- pamięć dwóch konfiguracji i czterech numerów telefonu
- rozpoznawanie sygnałów centrali: ciągły, zajęty, dzwonienia
- sekretarka z automatycznym przełączaniem głos/fax/dane
- komunikacja z komputerem: port szeregowy RS 232C
- wbudowany mikrofon, gniazdo minijack do podłączenia słuchawek / głośnika
- 2 gniazda RJ-11 do linii telefonicznej i telefonu
- 8 diod świecących LED
- zestaw zawiera słuchawki
- Oprogramowanie: SuperVoice for Windows
- 5 lat gwarancji

1.2 Telefon komórkowy SAGEM RD 750.



Rys. 1.2 Telefon komórkowy SAGEM RD 750.

Telefon GSM RD 750 francuskiej firmy Sagem to urządzenie umożliwiające bezpośrednie przesyłanie danych, bez pośrednictwa zewnętrznych adapterów typu PCMCIA (PC Card). Interfejsem łączącym telefon z urządzeniem komputerowym czy mikroprocesorowym jest standardowe złącze RS232C.

Dane techniczne telefonu :

- wbudowany modem
- przesyłanie danych z prędkościami 9600, 4800, 2400 bitów/s
- tryby przesyłu danych: RLP (Radio Link Protocol) oraz transparent
- pamięć 20 wiadomości tekstowych i 200 numerów telefonów
- pamięć 20 ostatnio wybranych numerów telefonicznych,
- licznik czasu trwania połączenia
- nadawanie i odbieranie krótkich wiadomości tekstowych (SMS)
- identyfikacja rozmówcy (rozmowy przychodzącej)
- możliwość zawieszenia połączenia i rozmowy konferencyjnej
- kalkulator, zegarek, timer i budzik,
- wymiary: 140 x 50 x 23 mm
- masa: 160 g ze zwykłą baterią, 195g z baterią o zwiększonej pojemności
- nominalny czas pracy: 105 minut rozmowy/60 godzin czuwania ze zwykłą baterią, 160 minut/96 godzin z baterią Compact.

2. Uruchomienie instalacji doświadczalnej

Zgodnie z zapisami ogólnymi pracy zrealizowano dwa warianty systemu zdalnego monitoringu:

- Wariant 1 (rysunek 2.2) - monitorowanie instalacji zautomatyzowanej (gniazdo zrobotyzowane) z wykorzystaniem modemów,
- Wariant 2 (rysunek 2.3) - monitorowanie instalacji zautomatyzowanej (gniazdo zrobotyzowane) z wykorzystaniem telefonu komórkowego.

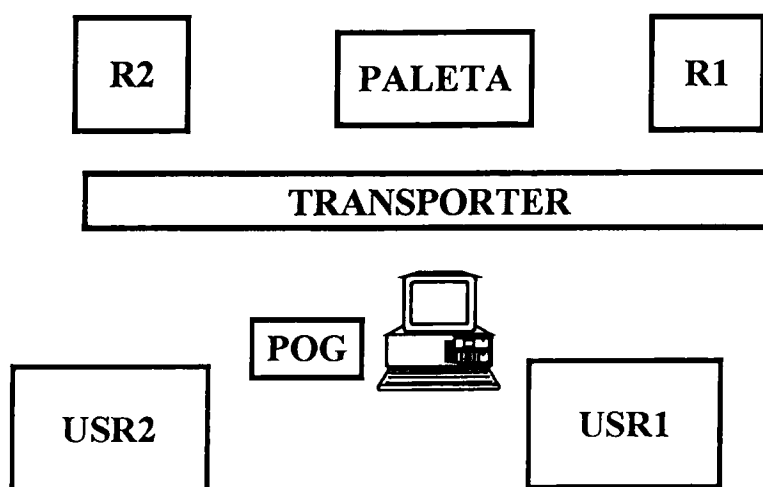
W skład gniazda zrobotyzowanego (rysunek 2.1) znajdującego się w PIAP wchodzi :

- robot URP-10 (R1) wraz z układem sterowania (USR1),
- robot URP-10 (R2) wraz z układem sterowania (USR2),
- transporter taśmowy,
- paleta,
- sterownik PLC serii C60K firmy OMRON (zamontowany w szafie USR2),
- Pulpit Operatora Gniazda (POG).

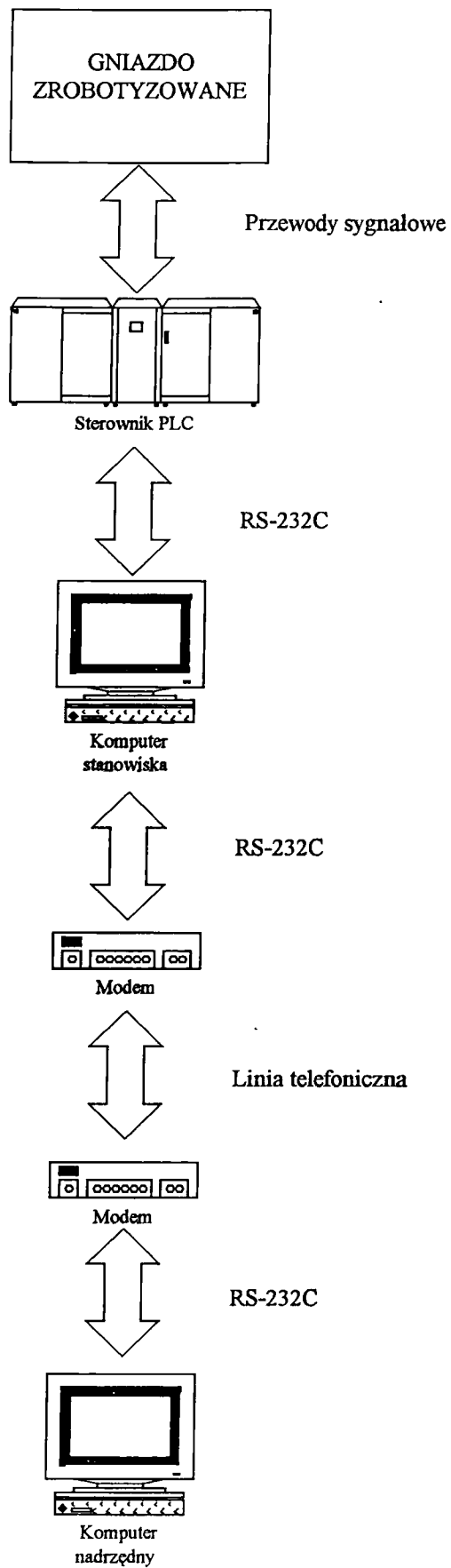
Roboty w gnieździe przekładają trzy typy detali: walec, graniastosłup i prostopadłościan. Przekładanie odbywa się w obiegu zamkniętym. Możliwe są następujące czynności:

- przeniesienie detalu przez robota R1 z palety na transporter i z transportera na paletę,
- ruch transportera w dwie strony,
- przeniesienie detalu przez robota R2 z palety na transporter i z transportera na paletę.

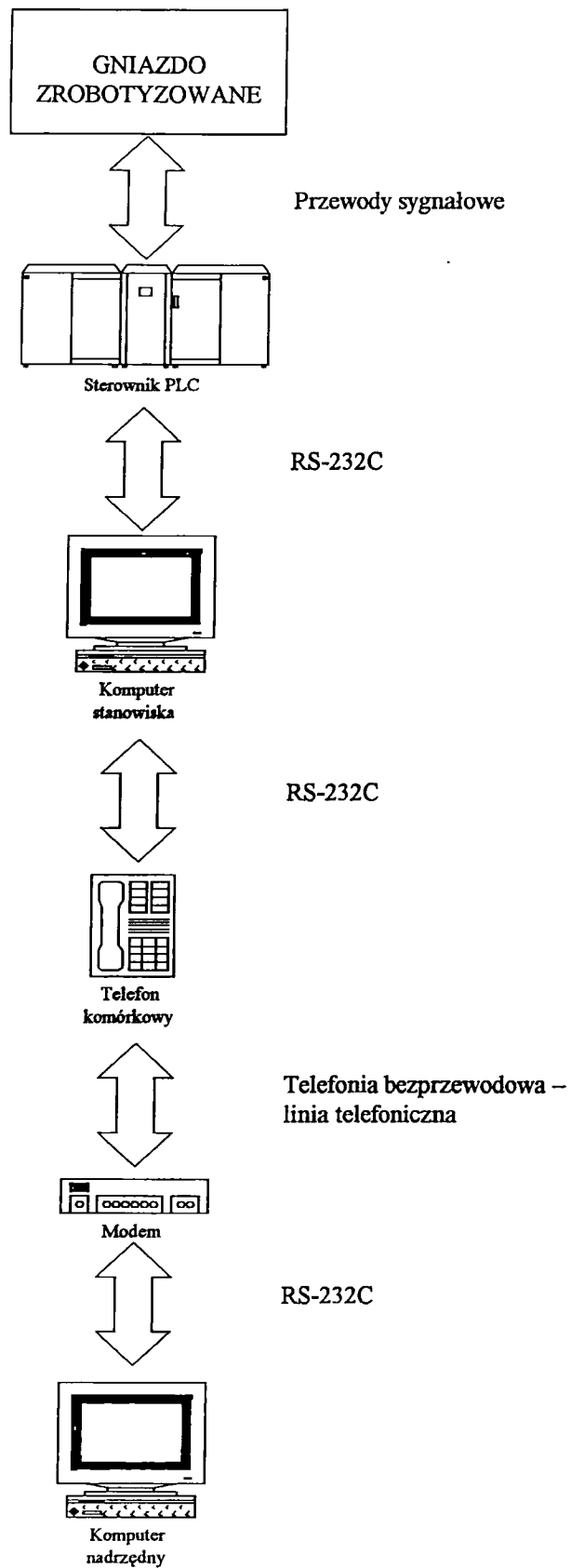
Robot R1 wyposażony jest w chwytak pneumatyczny siłowy z dwoma palcami. Robot R2 posiada chwytak pneumatyczny podciśnieniowy. Transporter napędzany jest silnikiem robotowym - PZTK88-35TRR. Na transporterze umieszczone są dwa fotoelektryczne czujniki obecności detali, odpowiedzialne za uruchomienie i zatrzymanie transportera. Paleta wyposażona jest w trzy czujniki indukcyjne sygnalizujące obecność detali w gniazdach palety.



Rys. 2.1 Gniazdo zrobotyzowane - rozmieszczenie urządzeń.



Rys. 2.2 Monitorowanie instalacji zautomatyzowanej z wykorzystaniem modemów.



Rys. 2.3 Monitorowanie instalacji zautomatyzowanej z wykorzystaniem telefonu komórkowego i modemów.

Funkcję sterowania dla gniazda pełni komputer klasy PC (komputer stanowiska). Jako sterownik zarządzający pracą wszystkich urządzeń gniazda został wykorzystany sterownik logiczny C60K firmy OMRON. Sterownik ten komunikuje się z komputerem PC poprzez kanał transmisji szeregowej RS232C, a z pozostałymi elementami gniazda poprzez wejścia / wyjścia dwustanowe. Każdy robot może operować jednym z trzech detali. W zależności od kierunku ruchu transportera może on dany detal przekładać z palety na transporter lub z transportera na paletę.

Komputer stanowiska komunikuje się z komputerem nadrzędnym za pomocą modemu telefonicznego (wariant 1) lub telefonu komórkowego (wariant 2). W obu przypadkach komputer nadrzędny podłączony jest do modemu telefonicznego.

Ponieważ głównym elementem sterującym gniazda zrobotyzowanego jest sterownik logiczny C60K firmy OMRON proces zdalnego monitoringu został podporządkowany nadzorowaniu pracy tego urządzenia. Stan pracy urządzeń wchodzących w skład gniazda zrobotyzowanego oraz położenie elementów manipulacji zdeterminowane są programem sterownika i jego sygnałami wejściowymi i wyjściowymi.

Proces monitorowania pracy sterownika przeprowadzono w następujących trybach:

- monitorowanie ciągłe gniazda zrobotyzowanego przez komputer stanowiska,
- monitorowanie ciągłe gniazda zrobotyzowanego przez komputer nadrzędny,
- monitorowanie na żądanie przez komputer stanowiska lub komputer nadrzędny, monitorowanie na żądanie tylko bieżącej wartości parametru zadanego .

Kontroli poddane były następujące parametry pracy sterownika:

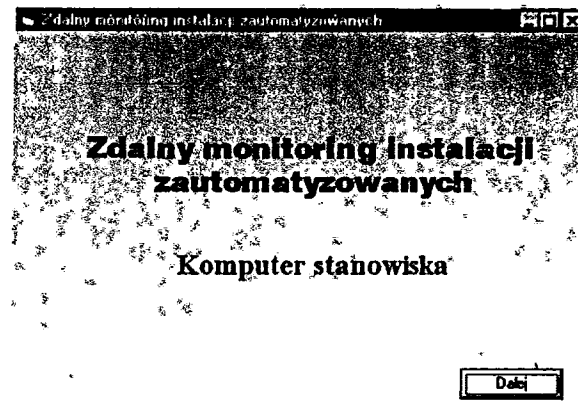
- poprawność komunikacji sterownik – komputer,
- tryb (zmiana) trybu pracy sterownika,
- zawartość przestrzeni adresowej wejść/wyjść sterownika.

3. Program komputerowy

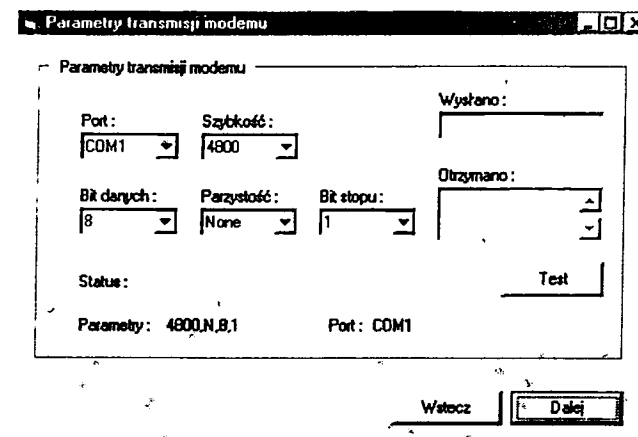
Oprogramowanie przeznaczone do zdalnego monitoringu instalacji zautomatyzowanych stworzone zostało w postaci dwóch programów:

- program *monitor_m* przeznaczony do obsługi komputera nadrzędnego systemu monitoringu,
- program *monitor_s* przeznaczony do obsługi komputera stanowiska.

Programy zostały napisane przy użyciu pakietu Visual Basic 5.0 do pracy pod kontrolą systemów Windows 95/98 i Windows NT.



Rys. 3.1 Okna informacyjne programów „Monitor_m” i „Monitor_s”.



Rys. 3.2 Okno ustawień parametrów transmisji portu szeregowego komputera (port komputera – modem).

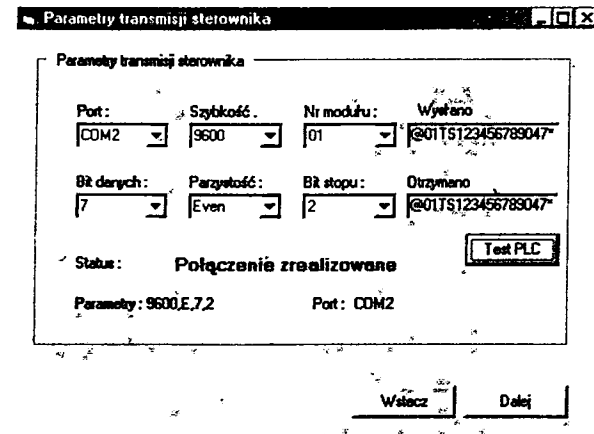
Okno to pozwala operatorowi na określenie parametrów transmisji pomiędzy portem szeregowym komputera a modemem i sprawdzenie poprawności komunikacji.

Możliwe do ustawienia parametry transmisji:

- numer portu szeregowego komputera do którego przyłączony jest modem,
- szybkość transmisji danych,
- liczba bitów danych,
- kontrola parzystości,
- bit stopu.

W przypadku zgodności parametrów transmisji portu szeregowego z ustawieniami modemu i nawiązania komunikacji pomiędzy urządzeniami podczas testu w linii statusu okna pojawia się komunikat: „*Połączenie zrealizowane*”. W przeciwnym wypadku pojawia się komunikat:

„*Brak połączenia*”.



Rys. 3.3 Okno ustawień parametrów transmisji portu szeregowego komputera (port komputera stanowiska – sterownik).

Okno to pozwala operatorowi na określenie parametrów transmisji pomiędzy portem szeregowym komputera a sterownikiem i sprawdzenie poprawności komunikacji.

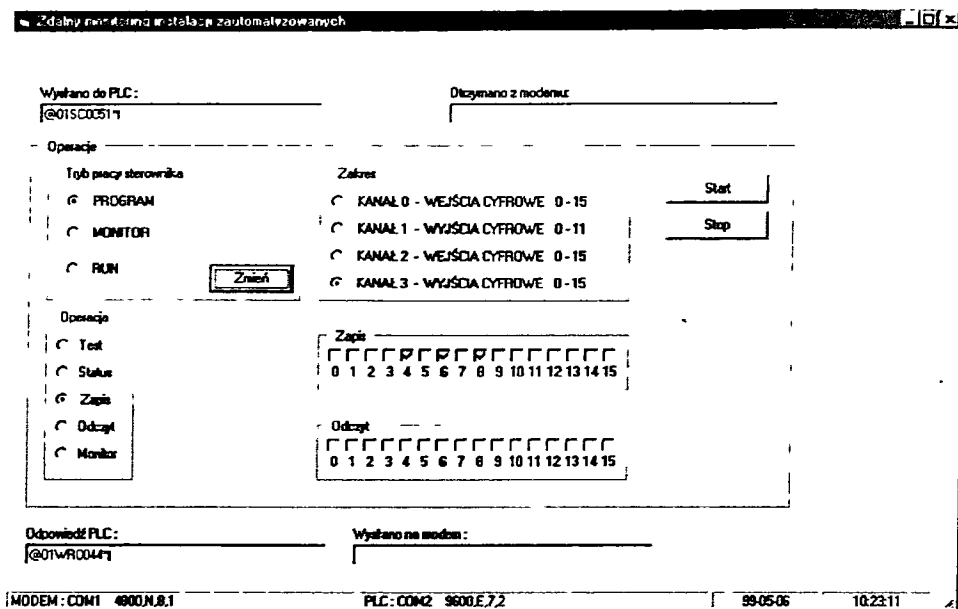
Okno to pojawia się jedynie w przypadku pracy na komputerze stanowiska.

Możliwe do ustawienia parametry transmisji:

- numer portu szeregowego komputera do którego przyłączony jest sterownik,
- numer modułu (numer sterownika),
- szybkość transmisji danych,
- liczba bitów danych,
- kontrola parzystości,
- bit stopu.

W przypadku zgodności parametrów transmisji portu szeregowego z ustawieniami sterownika i nawiązania komunikacji pomiędzy urządzeniami podczas testu w linii statusu okna pojawia się komunikat: „*Połączenie zrealizowane*”. W przeciwnym wypadku pojawia się komunikat:

„*Brak połączenia*”.



Rys. 3.4 Okno pracy komputera stanowiska.

Okno umożliwia operatorowi przeprowadzenie następujących operacji:

- zmianę trybu pracy sterownika (wybór trybu i przycisk „Zmień”),
- RUN – sterownik wykonuje zapisany w nim program, brak możliwości zapisu i odczytu danych ze sterownika,
- MONITOR - sterownik wykonuje zapisany w nim program, możliwy zapis i odczyt danych ze sterownika,
- PROGRAM – sterownik wstrzymuje wykonywanie programu, możliwy zapis i odczyt danych ze sterownika,
- kontrola poprawności komunikacji komputera ze sterownikiem,
- kontrola trybu pracy sterownika,
- zapis danych do sterownika, wybór zakresu (pole „Zakres”) i numerów bitów (pole „Zapis”) do ustawienia.

W przypadku wykorzystywanego sterownika (C60K) jedynie kanały 1 i 3 (kanały wyjść cyfrowych) pozwalają na dokonanie operacji zapisu.

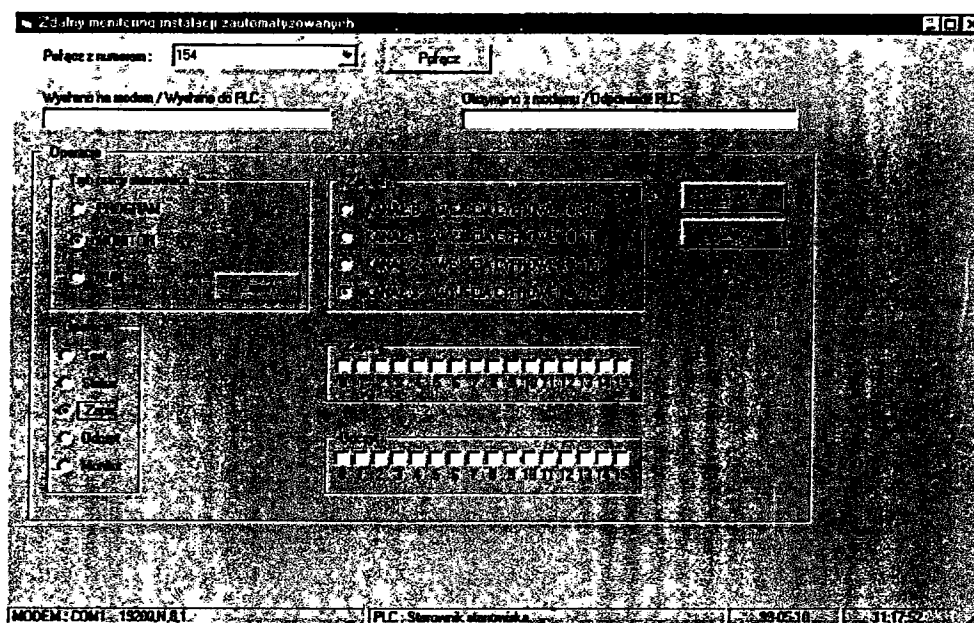
- odczyt danych z wybranego kanału sterownika i wizualizacja danych w polu „Odczyt”,
- monitoring danych – ciągły odczyt danych.

W polach dialogowych umieszczane zostają komunikaty wysyłane i odbierane przez komputer. W linii statusu okna wyświetlane są bieżące ustawienia portów szeregowych komputera.

Program dla komputera stanowiska umożliwia dwa tryby jego pracy:

- komputer stanowiska jest jedynym komputerem pracującym w układzie,
- komputer stanowiska jest komputerem pośredniczącym w procesie monitoringu.

W przypadku, gdy komputer stanowiska jest jedynym komputerem pracującym w systemie monitoringu program umożliwia przeprowadzenie wszystkich operacji jak w przypadku komputera nadrzędnego. Dane uzyskane w wyniku operacji nie są przekazywane do komputera nadrzędnego.



Rys. 3.5 Okno pracy komputera nadrzędnego.

Dodatkową funkcją dla oprogramowania komputera nadrzędnego jest wybór numeru telefonu do którego podłączony jest komputer stanowiska.

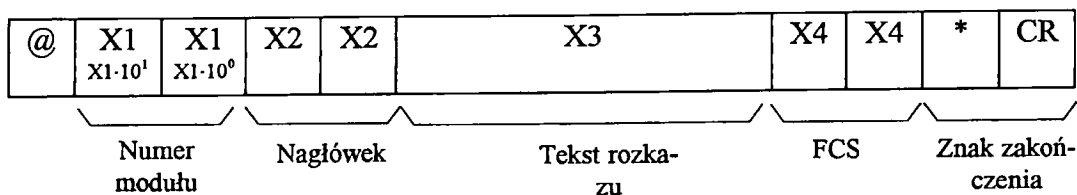
Opracowane programy posiadają zabezpieczenia przed nieuprawnionym dostępem do monitorowanego sytemu (oddzwanianie do stanowiska nadzorującego, zastosowanie unikalnych kodów sterowania pracą urządzeń). Dodatkowym zabezpieczeniem jest automatyczna rejestracja wszystkich zadań i zmian w systemie (logfile).

4. Formaty rozkazów i odpowiedzi sterowników PLC firmy OMRON

Komunikacja pomiędzy sterownikiem a komputerem nadrzędnym odbywa się za pośrednictwem RS – 232. Komputer nadrzędny posiada priorytet inicjowania transmisji. Wymiana danych odbywa się na drodze przesyłania bloków rozkazowych z komputera do sterownika i bloków odpowiedzi w kierunku przeciwnym.

Typowy blok rozkazowy ma następującą postać:

Format bloku rozkazowego.



@ - znak sterujący (rozpoczęcia bloku),

X1 - numer modułu / sterownika z zakresu 00 ÷ 31,

X2 - nagłówek,

X3 - tekst rozkazu,

X4 - suma kontrolna ramki,

*CR - znak sterujący (zakończenia bloku).

Formaty rozkazów i odpowiedzi.

4.1 Test komunikacji pomiędzy sterownikiem a komputerem

Komputer przesyła jeden blok danych do sterownika.

W przypadku poprawnej komunikacji sterownik przesyła blok danych z powrotem w niezmienionej postaci.

Format rozkazu:

@	Nr modułu	TS	Dowolne znaki (max 118)	FCS	*CR
---	-----------	----	-------------------------	-----	-----

Format odpowiedzi w przypadku poprawnej komunikacji:

@	Nr modułu	TS	Dowolne znaki (max 118)	FCS	*CR
---	-----------	----	-------------------------	-----	-----

Format odpowiedzi w przypadku błędu:

@	Nr modułu	TS	Kod odpowiedzi	FCS	*CR
---	-----------	----	----------------	-----	-----

4.2 Odczytywanie statusu sterownika

Format rozkazu:

@	Nr modułu	MS	FCS	*CR
---	-----------	----	-----	-----

Format odpowiedzi:

@	Nr modułu	MS	Kod odpowiedzi $x16^1$ $x16^0$	Status	Komunikat 0,1,2.....15	FCS	*CR
---	-----------	----	-----------------------------------	--------	---------------------------	-----	-----

4.3 Zapis statusu sterownika

Format rozkazu:

@	Nr modułu	SC	Tryb pracy $x16^1$ $x16^0$	FCS	*CR
---	-----------	----	-------------------------------	-----	-----

Możliwe do ustawienia tryby pracy sterownika:

00 – tryb PROGRAM;

10 – tryb MONITOR;

11 – tryb RUN.

Format odpowiedzi:

@	Nr modułu	SC	Kod odpowiedzi	FCS	*CR
---	-----------	----	----------------	-----	-----

4.4 Czytanie obszaru

Format rozkazu:

@	Nr modułu	Obszar	Słowo początkowe $x10^3$ $x10^2$ $x10^1$ $x10^0$	Liczba słów $x10^3$ $x10^2$ $x10^1$ $x10^0$	FCS	*CR
---	-----------	--------	---	--	-----	-----

Format odpowiedzi:

@	Nr modułu	Obszar	Kod odpowiedzi $x16^1$ $x16^0$	Dane słowa początkowego $x16^3$ $x16^2$ $x16^1$ $x16^0$	Dane słowa kolejnego $x16^3$ $x16^2$ $x16^1$ $x16^0$	FCS	*CR
---	-----------	--------	-----------------------------------	--	---	------	-----	-----

Pole obszar określa typ operacji jaka ma zostać wykonana:

- nagłówek - RR - odczyt obszaru IR,
- nagłówek - RH - odczyt obszaru HR,
- nagłówek - RD - odczyt obszaru DM.

4.5 Zapisywanie obszaru

Format rozkazu:

@	Nr modułu	Obszar	Słowo początkowe $x10^3 x10^2 x10^1 x10^0$	Dane do zapisu $x16^3 x16^2 x16^1 x16^0$	FCS	*CR
---	-----------	--------	---	---	-----	-----

Format odpowiedzi:

@	Nr modułu	Obszar	Kod odpowiedzi $x16^1 x16^0$	FCS	*CR
---	-----------	--------	---------------------------------	-----	-----

Pole obszar określa typ operacji jaka ma zostać wykonana:

- nagłówek - WR - zapis do obszaru IR,
- nagłówek - WH - zapis do obszaru HR,
- nagłówek - WD - zapis do obszaru DM.

5. Wnioski

Główne zalety systemów zdalnego monitoringu polegają na tym, że dostarczają one dużą ilość informacji, na podstawie których w sposób zdalny możemy ocenić stan pracy całego systemu lub urządzenia, jak i jego części składowych. Systemy zdalnego monitoringu zapewniają możliwość zdalnego podglądu stanu pracy z dowolnego miejsca i w dowolnym czasie. Dane z procesu monitoringu mogą być przetwarzane przez niezależne systemy ekspertowe.

Wykorzystanie w pracy urządzeń (modem i telefon komórkowy) sterowanych standardowymi kodami AT umożliwia ich współpracę z różnymi systemami operacyjnymi. Bezpośrednia komunikacja pomiędzy urządzeniami (zwłaszcza telefonem a komputerem) odbywa się za pośrednictwem portu szeregowego RS 232C. Taki typ połączenia nie wymaga stosowania kart PCMCIA i umożliwia podłączenie urządzeń przesyłowych do dowolnego komputera wyposażonego w złącze RS232. Zastosowanie złącza szeregowego umożliwia również komunikację z innymi urządzeniami zewnętrznymi (sterowniki PLC, mikrokontrolery oraz inne urządzenia posiadające pełną kontrolę nad złączem szeregowym).

Przeprowadzone próby wykazały przydatność linii telefonicznych do monitorowania procesów przemysłowych. Należy jednak zdawać sobie sprawę z ich zalet oraz ograniczeń :

- ograniczona przepustowość w warunkach przemysłowych 9600 bitów/sekundę,
- konieczność stosowania modemów przemysłowych,
- prędkość modemu praktycznie uniemożliwia zdalne sterowanie (w większości wypadków),
- zawodność połączeń telefonicznych,
- możliwość korzystania z RS-232c w wersji prądowej (przemysłowej odporniejszej na zakłócenia),

Podobna sytuacja występuje w przypadku korzystania z telefonii komórkowej:

- ograniczony zasięg sieci komórkowej,
- podatność na zakłócenia i ekranowanie,
- duży koszt telefonów umożliwiających przesyłanie danych.

Zastosowane w pracy algorytmy monitoringu zostały wzbogacone o system wizualizacji stanu wejść/wyjść sterownika, co poprawia czytelność prezentacji kontrolowanych parametrów. Program zdalnego monitoringu umożliwia nie tylko śledzenie parametrów procesu ale także ingerencję w zmienne decyzyjne stanowiące o jego charakterze. W przyszłości istnieje możliwość rozbudowy programu o funkcje gromadzenia i przetwarzania danych koniecznych dla podejmowania decyzji technologicznych.

Literatura:

- [1] Jednorowski P., Styk K., Pilat Z.: Koncepcja komputerowego wspomagania programowania robotów przemysłowych i jej realizacja na przykładzie KSWP_URP - (Biuletyn PIAP Nr 4-174/94).
- [3] Sawwa R., Pilat Z., Petz M.: Kierunki rozwoju robotyki i robotyzacji - (Biuletyn PIAP Nr 3-179/95).
- [4] Dunaj J.: Monitor operatorski dla sterowników przemysłowych z mikroprocesorem 16-bitowym - (Biuletyn PIAP Nr 2-3(154-155)/91).
- [5] Syrczyński A., Jabłoński P.: Układ sterowania robotów URP - (Biuletyn PIAP Nr 1-165/93).
- [9] Pilat Z., Dunaj J., Jacórczyńska-Śmigiera M.. Rozwój oprogramowania podstawowego robotów URP. Etap 5. Opracowanie opisu programu sterującego robotów URP w zakresie organizacji programu, wykorzystania zasobów sprzętowych sterownika, inicjalizacji systemu sterowania i pętli głównej programu.
- [10] Dokumentacja techniczno-ruchowa układu sterowania robotów URP.
- [11] Dokumentacja techniczno-ruchowa jednostki centralnej MV-52.
- [13] Kościelny J.M., Zakroczyński K. Systemy diagnostyczne dla zautomatyzowanych procesów przemysłowych - (PAR 5-6/1997).
- [14] Kościelny J.M. Metody detekcji uszkodzeń stosowane w diagnostyce procesów przemysłowych - (PAK 4/1998).