

074

A

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

Zespół Budowy Cyfrowych Urządzeń Systemowych

Główny wykonawca dr inż. Wiesław Stańczak

Wykonawcy

Konsultant

Nr zlecenia 1132

Modułowy bazowy system sterowania dla ESP na tle koncepcji komputerowo zintegrowanego wytwarzania (CIM)

Zad.2.2.- Aktualizacja krajowych interfejsów sprzęgających komputer z obiektem w systemach kompleksowej automatyzacji

Zleceniodawca MERA Sp.z o.o., CPBR 7.2.cel 85

Pracę rozpoczęto dnia 02.04.89 zakończono dnia 30.11.89

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

dr inż. M. Syrczyński

Z-ca Dyrektora d/s  
Automatyki Pomiarów

dr inż. B. Kontnyłowicz

doc. dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

4

stron 64

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 OAE

fotografii

Egz. 3 MERA

tabel

Egz. 4 MERA

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr.

6372

1

## **Analiza deskryptorowa**

AUTOMATYZACJA WYTWARZANIA + ELASTYCZNE  
SYSTEMY PRODUKCJI + INTERFEJSY

## **Analiza dokumentacyjna**

Przedstawiono analizę krajowych interfejsów sprzęgających komputer z obiektem w systemach kompleksowej automatyzacji. Zaproponowano kierunki rozwojowe.

## **Tytuły poprzednich sprawozdań**

Przegląd literatury fachowej w zakresie rozwiązań gniazd produkcyjnych o cechach elastyczności, nr rej. 6172

## Spis treści

1. Wstęp
2. Elastyczne systemy produkcyjne
3. Części składowe elastycznego systemu produkcji: struktury wykonawcze
4. Komunikacja w ramach elastycznych systemów produkcyjnych
5. Standardy połączeniowe, funkcjonalne i mechaniczne
  - 5.1. Standard V.24 (RS 232C)
  - 5.2. Standard RS 4496. Standardy elektryczne
6. Standardy elektryczne
  - 6.1. Standard V.28
  - 6.2. Standard RS 422A
  - 6.3. Standard RS 423A
  - 6.4. Standard RS 485
7. Protokół BITBUS i protokół SDLC
  - 7.1. Uwagi wprowadzające
    - 7.1.1. Urządzenie nadrzędne
    - 7.1.2. Urządzenie podporządkowane
    - 7.1.3. Łącze transmisyjne
    - 7.1.4. Tryby transmisji
  - 7.2. Uwagi ogólne o protokole transmisji miejscowej magistrali szeregowej BITBUS
  - 7.3. Podstawowe zasady transmisji w protokołach SDLC i BITBUS
  - 7.4. Protokół SDLC i protokół komunikacyjny magistrali miejscowej BITBUS
    - 7.4.1. Format ramki właściwej
    - 7.4.2. Pole sterujące ramki
  - 7.5. Protokół przesyłania wiadomości magistrali miejscowej
    - 7.5.1. Format pola informacyjnego ramki informacyjnej
    - 7.5.2. Zawartość pola F
    - 7.5.3. Zawartość pola T

7.6. Protokół zdalnego sterowania i dostępu

7.6.1. Pole DT

7.6.2. Pole C/R i pole parametrów

7.6.3. Polecenia protokołu zdalnego sterowania i dostępu

7.6.4. Odpowiedzi protokołu zdalnego sterowania i dostępu

8. Częściej spotykane interfejsy krajowe

9. Uwagi końcowe

Literatura

Załączniki

## 1. Wstęp

Proces produkcyjny stanowi uporządkowany w czasie ciąg przedsięwzięć, których efektem końcowym są wyroby produkcyjne lub też usługi [1,8,9,10]. W procesie produkcyjnym można wyróżnić pewne operacje elementarne, a mianowicie operacje technologiczne, operacje pomiarowe i kontrolne, transport i składowanie (magazynowanie). Z punktu widzenia ogólnej teorii systemów [28] i bez wnikania w szczegóły realizacyjne operacje technologiczne można rozpatrywać jako system (podsystem większego systemu), na którego wejście podawany jest materiał będący surowcem (zbiorem surowców) lub półfabrykatem (zbiorem półfabrykatów). Na wyjściu omawianego systemu pojawia się inny półfabrykat lub produkt końcowy. Różni się on od materiału podawanego na wejście, gdyż w trakcie przebywania w systemie (podsystemie) podlega on wpływowi operacji technologicznych zmieniających jego właściwości fizykochemiczne (w szczególności: kształt i/lub postać lub wzajemne usytuowanie elementów składowych - w przypadku montażu). W analogiczny sposób można określić transport i składowanie. W tym pierwszym jednak przypadku zarówno na wyjściu jak i na wejściu podsystemu pojawia się ten sam materiał, półprodukt lub też produkt końcowy. Zmienia się jedynie jego fizyczne położenie.

W przypadku elementarnej operacji składowania mamy do czynienia ze znanym z teorii regulacji opóźnieniem. Innymi słowy zarówno na wejściu jak i na wyjściu systemu pojawia się to samo (tzn. materiał, półprodukt lub produkt końcowy) i nie zmienia się także położenie. Zatem elementarną operację składowania można uznawać za szczególny przypadek elementarnej operacji transportu z zerowym przemieszczeniem (w niektórych publikacjach operację składowania rozpatruje się jako ciąg trzech operacji elementarnych: transport na miejsce

składowania, składowanie "właściwe", transport z miejsca składowania).

Wreszcie operacje pomiarowe i kontrolne polegają na poddaniu pomiarom właściwości fizykochemicznych materiału, półproduktu lub produktu końcowego ewentualnie na dokonaniu jego porównania z istniejącym wzorcem.

Przedstawiony powyżej opis procesu produkcyjnego ma charakter deterministyczny w tym sensie, że dotyczy z góry ustalonego procesu produkcyjnego, w którym poszczególne operacje elementarne zostały uprzednio dokładnie określone oraz ustalono dokładnie kolejność ich realizacji (wzajemne następstwo). Innymi słowy odnosi się on do sytuacji, w której projektowanie procesu produkcyjnego jest oddzielone w czasie i w przestrzeni od procesu produkcyjnego, a ponadto sam proces produkcyjny nie podlega zmianom. Zatem dotyczy to przede wszystkim sytuacji wytwarzania długoseryjnego.

Obecnie istnieje tendencja idąca w kierunku szybkiego reagowania na zapotrzebowanie rynku. Wiąże się to z przystosowaniem się do wytwarzania krótkich serii tego samego produktu końcowego, a w przypadku produkcji długoseryjnej - do różnicowania asortymentu. Dlatego powstaje konieczność zmiany "na bieżąco" kolejności wykonywania poszczególnych elementarnych operacji procesu produkcyjnego (jednakże z zachowaniem ich wzajemnej koordynacji - jest przecież oczywiste, że niektóre operacje technologiczne muszą poprzedzać inne operacje technologiczne, np. proces odlewania nie może następować po procesie wyżarzania) oraz zmian przebiegu niektórych operacji technologicznych. Efektem ubocznym omawianego podejścia jest lepsze wykorzystanie maszyn i urządzeń, gdyż w trakcie prowadzenia pewnego procesu produkcyjnego, niejako w tle, można w chwilach braku obciążenia niektórych stanowisk technologicznych produkować i składować półfabrykaty stanowiące części

składowe innych produktów końcowych niż główny w danej chwili produkt finalny. Stanowi to dobre wyjście np. w przypadku nierytmicznych dostaw. Omawiana właśnie koncepcja stanowi podstawę dla elastycznych systemów produkcji.

W ścisłym związku z poruszonym wyżej problemem zmian kolejności wykonywania poszczególnych elementarnych operacji procesu produkcyjnego (a więc i z zachowaniem ich wzajemnej koordynacji) a także zmian niektórych operacji technologicznych pozostaje konieczność przekazywania informacji między poszczególnymi stanowiskami technologicznymi (również magazynami) oraz strefą nadrzędną - dotyczącą sterowania przebiegiem procesu produkcyjnego jako całości. Z jednej więc strony - od najniżej usytuowanych warstw systemu produkcji, tzn. stanowisk technologicznych i magazynów - jest przekazywana informacja nt. przebiegu realizacji poszczególnych operacji elementarnych. Może ona podlegać częściowej obróbce i agregacji w warstwach pośredniczących sterowaniem systemem produkcji (pośrednie szczeble zarządzania), potem zaś dociera do strefy nadrzędnej. Z drugiej zaś strony - od strefy nadrzędnej biegną polecenia dotyczące zmian w procesie produkcyjnym. Mogą one mieć wstępnie charakter globalny - są wówczas dekomponowane i odpowiednio interpretowane w warstwach pośredniczących sterowaniem systemem produkcji. W rezultacie (po ewentualnym uzupełnieniu przez informacje wytworzone w warstwach pośredniczących) informacje docierają już w postaci szczegółowej do najniżej usytuowanych warstw systemu produkcji. Zatem przedstawiony tu model stanowi typowy system hierarchiczny [27] i do jego analizy oraz projektowania z powodzeniem można zastosować aparat teorii systemów opracowany przez Mesarovicę, Mackę i Takaharę [27,28]. Z czysto zaś technicznego punktu widzenia nasuwa się problem opracowania odpowiednich interfejsów wzajemnie sprzęgających elementy składowe poszczególnych warstw systemu produkcji.

## 2. Elastyczne systemy produkcyjne

W skład środków technicznych przeznaczonych do konstruowania elastycznych systemów produkcyjnych wchodzi [ 8, 9, 10]:

- automatyczne urządzenia transportowe;
- automatyczne (sterowane komputerem) magazyny;
- sterowane komputerowo testery;
- manipulatory i roboty przemysłowe;
- automatyczne urządzenia realizujące elementarne operacje technologiczne.

W przypadku przemysłu elektromaszynowego wśród automatycznych urządzeń realizujących elementarne operacje technologiczne można wyróżnić [8,9,10]:

- obrabiarki sterowane numerycznie w sposób konwencjonalny, tzn. sterowane sprzętowo;
- obrabiarki sterowane programowo;
- obrabiarki sterowane bezpośrednio przez komputer.

Analogicznej klasyfikacji poddają się również testery, automatyczne urządzenia transportowe oraz manipulatory i roboty przemysłowe. Autorowi nie są znane tylko automatyczne magazyny sterowane sprzętowo. Przedstawiony przed chwilą podział ma nie tylko wydźwięk formalny. Jest on również istotny z punktu widzenia doboru odpowiednich interfejsów między elementami składowymi poszczególnych warstw systemu produkcji. I tak np. w przypadku bezpośredniego sterowania przez komputer ogólnie rozumiany wektor stanu (pod)procesu produkcyjnego musi być ciągle uaktualniany w pamięci komputera sterującego. Na podstawie wspomnianego wektora stanu opracowywana jest decyzja dotycząca postępowania, która potem w postaci ciągu mikrorozkazów (rozkazów elementarnych) przekazywana jest do elementu sterowanego wykonawczego. Wiąże się to z obustronnym przepływem dużej ilości danych, co w przypadku procesów szybkozmiennych



sprowadza się do żądania medium transmisyjnego o dużej przepustowości. Jak więc widać w danym przypadku należy zastosować przesyłanie równoległe, które jest szybsze, ale i droższe od szeregowego.

W przypadku elementów wykonawczych (tzn. np. obrabiarzek, urządzeń transportowych, manipulatorów i robotów przemysłowych) sterowanych programowo rzecz ma się zupełnie odmiennie. Wówczas do elementu sterowanego przekazywany jest tylko program zawierający algorytm sterowania. Ponieważ można śmiało założyć, że zmiany w przebiegu procesu produkcyjnego nie zachodzą zbyt często, więc nie jest też wymagana ciągła wymiana informacji jak w poprzednio rozważanym wariantcie. Dlatego też nie jest konieczne medium transmisyjne o dużej przepustowości. Przekazywanie informacji może się odbywać łączami szeregowymi. Co prawda niektóre algorytmy sterowania cechują się dużą złożonością, co pociąga za sobą długie programy. Zatem może zachodzić konieczność przekazywania co pewien czas znacznej ilości danych.

Inną jeszcze wadą rozpatrywanego rozwiązania w stosunku do poprzedniego wariantu (tzn. sterowania bezpośredniego) jest podwyższenie wymagań dotyczących jakości transmisji, co w warunkach spodziewanych silnych zakłóceń występujących w halach produkcyjnych wydaje się sprawą niebagatelną. Otóż w przypadku sterowania bezpośredniego pojedyncze przekłamanie przy przekazywaniu wektora stanu sterowanego elementu wykonawczego lub też w pojedynczym mikrorozkazie nie powinno mieć tak groźnych następstw jak zafalszowanie fragmentu programu, a więc i algorytmu sterującego, który potem jest wykonywany w dłuższym odcinku czasu w sposób prawie autonomiczny.

Przeciwdziałać przytoczonym wadom sterowania programowego można w następujący sposób. Mianowicie w chwili uruchamiania procesu produkcyjnego do sterowanego

programowo elementu wykonawczego przekazuje się nie jeden, a kilka algorytmów działania. Można to czynić w pewnych ustalonych chwilach, przerywając uprzednio działanie wszystkich pobliskich elementów wykonawczych, zmniejszając w ten sposób prawdopodobieństwo pojawienia się zakłóceń. Następnie już w trakcie trwania procesu produkcyjnego wystarczy wywołać odpowiednie algorytmy. Wspomniany mechanizm działania przewidziany jest między innymi w protokole szeregowej magistrali miejscowej Bitbus [33, 51] omawianym w dalszej części opracowania. Należy zauważyć, że proponowane rozwiązanie pociąga za sobą wzrost kosztów spowodowany koniecznością zastosowania odpowiednio dużych pamięci operacyjnych w poszczególnych elementach wykonawczych (powinno się w nich zmieścić kilka algorytmów, a nie jeden). Wydaje się jednak, że ta niedogodność powinna zostać zrekompensowana w wyniku większej niezawodności pracy systemu (mniej braków) i przez zastosowanie tańszych mediów transmisyjnych.

W przypadku elementów wykonawczych sterowanych sprzętowo nie wydaje się (poza wyłącznie akademickim przypadkiem, w którym rozważa się zdalne przełączanie zwór, itp.) możliwe zdalne zmienianie sposobu działania. Fakt ten nie wyklucza jednak stosowania wspomnianego rozwiązania do elastycznych systemów produkcji w miejscach, w których przebieg odpowiedniego fragmentu szerokiej gamy procesów produkcyjnych jest raz na zawsze ustalony.

Przytoczone uwagi wskazują na jeszcze jeden aspekt procesu produkcyjnego, który jest ważny z punktu widzenia przepływu informacji. Chodzi tu mianowicie o stopień decentralizacji funkcji nadrzędnych lub też o stopień rozproszenia inteligencji systemu produkcyjnego. Stopień ten jest oczywiście znacznie większy w przypadku zastosowania elementów wykonawczych

sterowanych programowo niż w wariancie zakładającym wykorzystanie elementów wykonawczych sterowanych bezpośrednio przez komputer.

Jak wynika z przytoczonych wyżej uwag jednym z ważnych aspektów procesu produkcji jest przepływ informacji. Jest on obecnie szeroko dyskutowany przez specjalistów CIM (Computer Integrated Manufacturing) i to w odniesieniu do zależności między wszystkimi szczeblami przedsiębiorstwa (zakładu produkcyjnego) jak i do jego współdziałania z ogólnie rozumianym otoczeniem, a więc rynkiem zbytu, rynkiem surowców, sytuacją ekonomiczną przedsiębiorstwa na tle sytuacji krajowej, itp. [2, 3, 7, 26, 31, 40, 41, 45, 46]. Aspekty te nie będą tu rozpatrywane aż tak ogólnie, gdyż wykraczają poza ramy narzucone tej pracy. W dalszej części opracowania uwaga zostanie skierowana na najniższy szczebel hierarchicznie rozumianego przedsiębiorstwa, a mianowicie na realizację procesu produkcyjnego o przebiegu uprzednio opracowanym przez specjalistów w tej dziedzinie (CAD - Computer Aided Design).

### 3. Części składowe elastycznego systemu produkcji: struktury wykonawcze

W p. 2 wymieniono już elementarne urządzenia wykonawcze, z których konstruowany jest elastyczny system produkcji. Ponadto podjęto tam próbę przeprowadzenia klasyfikacji tych elementarnych urządzeń wykonawczych z punktu widzenia komunikowania się z urządzeniami sterującymi produkcją (komputerami, mikro- i minikomputerami oraz sterownikami technologicznymi). Zasygnalizowano przy tym następujące aspekty zagadnienia: ilość transmitowanych danych, częstotliwość ich przekazywania (i związana z tym szybkość transmisji) oraz bezbłądność przesyłanej informacji. Ten ostatni wskaźnik jest szczególnie ważny w środowisku dużych zakładów przemysłowych, w których istnieją rozliczne źródła zakłóceń. Przejdziemy teraz do scharakteryzowania poszczególnych podsystemów składających się na elastyczny system produkcji.

Maszyna wielofunkcyjna wraz z systemem transportu dla załadunku obrabianych i wyładunku podlegających obróbce detali oraz podręczny automatyczny magazyn części zamiennych może stanowić autonomiczną część zakładu produkcyjnego. Nosi ona nazwę elastycznego gniazda produkcyjnego [24]. W omawianej strukturze maszynę wielofunkcyjną można zastąpić kilkoma maszynami jednofunkcyjnymi, wzajemnie połączonymi systemem transportu wewnętrznego, a ponadto posiadającymi sieć wymiany informacji. Przykład innego, opracowanego w Polsce, elastycznego gniazda produkcyjnego omówiono w [29]. System transportu wewnętrznego i sieć wymiany informacji zastępuje tu robot przemysłowy IRp - 6/60 współpracujący z kamerą wizyjną. Pobiera on detale do obróbki ze sprzęgniętego z nim mechanicznie transportera lub palety posiłkując się przy tym informacją pochodzącą z kamery. Następnie robot podaje detale na kolejne stanowiska obróbcze, a po zakończeniu całego fragmentu procesu technologicznego gotowy detal lub

półfabrykat umieszcza na transporterze odprowadzającym.

Zalety związane z wydzieleniem elastycznego gniazda produkcyjnego są analogiczne jak w omawianym w p. 2 przypadku elementów wykonawczych sterowanych programowo. Dzięki znacznej autonomiczności nie jest tu wymagana częsta i o dużej prędkości komunikacja z otoczeniem. Dlatego w skład elastycznego gniazda produkcyjnego mogą wchodzić zarówno elementy wykonawcze sterowane sprzętowo (wówczas mamy do czynienia z wydzielonym gniazdem produkcyjnym) jak i elementy wykonawcze sterowane programowo oraz elementy wykonawcze sterowane przez komputer. W tym ostatnim przypadku najczęściej jest to komputer lokalny.

W skład elastycznej linii produkcyjnej wchodzi pewna liczba automatycznych obrabiarek i innych automatycznych elementów (magazynów, testerów, manipulatorów i robotów przemysłowych), które są wzajemnie zsynchronizowane i połączone z automatycznym urządzeniem transportowym [24]. Z ostatnich wypowiedzi grupy naukowców i praktyków ze Swansea University (Wlk. Brytania) wynika, że bardziej ekonomicznie uzasadnione są krótkie elastyczne linie produkcyjne. Z punktu widzenia przepływu informacji można je scharakteryzować podobnie jak elastyczne gniazda produkcyjne.

Elastyczny system produkcyjny zawiera pewną liczbę obrabiarek automatycznych i elastycznych gniazd produkcyjnych [24]. W jego skład mogą również wchodzić elastyczne linie produkcyjne. Poszczególne części elastycznego systemu produkcyjnego (automatyczne obrabiarki, gniazda i linie produkcyjne) są połączone automatycznym systemem transportu i powiązane siecią wymiany informacji. Poszczególne detale zazwyczaj wędrują różnymi drogami (w trakcie wędrówki są obrabiane), zaś sterowanie jest odpowiedzialne za ich dotarcie w odpowiednim czasie do automatycznego zespołu montażowego. W elastycznych systemach produkcyjnych

można się spotkać zarówno z lokalnym, autonomicznym przetwarzaniem i przesyłaniem informacji jak i z przetwarzaniem globalnym, z którym związana jest transmisja między częścią centralną a poszczególnymi częściami podrzędnymi systemu produkcyjnego. Ponieważ ten ostatni wariant pociąga za sobą zarówno znaczne koszty związane z przetwarzaniem (skomplikowane programy; duże, wydajne komputery) jak i wysokie koszty transmisji (połączenia na znaczne odległości i często wymagana duża prędkość przesyłania), więc preferowana jest struktura hierarchiczna. Umożliwia ona zmniejszenie ilości przepływającej informacji [27, 28] dzięki częściowemu przekazaniu podejmowania decyzji do pośrednich szczebli hierarchii. Daje to w wyniku rozproszenie procesu decyzyjnego. Rozwiązanie takie jest obecnie ekonomicznie atrakcyjne z uwagi na coraz niższe koszty sprzętu elektronicznego, a przede wszystkim pamięci i mikroprocesorów.

#### 4. Komunikacja w ramach elastycznych systemów produkcyjnych

Niezależnie od wyboru scentralizowanego ewentualnie rozproszonego systemu decyzyjnego działającego w ramach konkretnego elastycznego systemu produkcyjnego stajemy przed problemem umożliwienia przepływu informacji między poszczególnymi częściami składowymi systemu produkcyjnego. Sprawę dodatkowo komplikuje fakt często spotykanej niejednorodności wyposażenia zakładu produkcyjnego. Istotnie, jest rzadko spotykane, ażeby wszystkie urządzenia pochodziły od tego samego wytwórcy. Wręcz przeciwnie, bardzo często mamy do czynienia z całą gamą producentów pochodzących niejednokrotnie z różnych krajów. Jedynym zatem do przyjęcia rozwiązaniem wydaje się nie unifikacja poszczególnych urządzeń, a standaryzacja połączeń między nimi (interfejsów). Jest to poprawne z ekonomicznego punktu widzenia w każdym przypadku, w którym mamy do czynienia z urządzeniami pochodzącymi od więcej niż dwóch producentów [46]. Takie podejście ułatwia też kontakty handlowe. Pozostaje jeszcze kwestia opracowania odpowiednich standardów.

Propozycja standardu interfejsu dla CIM (a więc i elastycznych systemów produkcyjnych) pojawiła się na konferencji Autofact '85 [18, 19, 25, 37, 48]. Jednym z jej głównych propagatorów był koncern General Motors. W ten sposób powstał załączek jednolitego, otwartego systemu komunikacji (OSI - Open System Interconnection), którego realizację stanowi MAP (Manufacturing Automation Protocol). Jego wersja biurowa nosi nazwę TOP (Technical and Office Protocol). MAP

składa się z siedmiu poziomów zwanych warstwami, a mianowicie [34]:

- poziomu 1 zwanego warstwą fizyczną (physical layer);
- poziomu 2 zwanego warstwą łącza danych (data link layer);
- poziomu 3 zwanego warstwą sieci (network layer);
- poziomu 4 zwanego warstwą transportową (transport layer);
- poziomu 5 zwanego warstwą sesji (session layer);
- poziomu 6 zwanego warstwą prezentacji (presentation layer);
- poziomu 7 zwanego warstwą zastosowań (application layer);

Warstwa zastosowań jest pomyślana jako podstawowy standard współpracujący (a więc i zgodny) z innymi standardami. Jest ona zorientowana na zarządzanie programami przeznaczonymi do sterowania procesami produkcyjnymi, pojedynczymi obrabiarkami i/lub robotami oraz manipulatorami. Warstwa zastosowań obejmuje oprogramowanie użytkowników współpracujące z różnymi urządzeniami fizycznymi. Oprogramowanie użytkowników składa się z Common Application Service Elements (CASE - elementy wspólne obsługi) i/lub ze Specific Application Service Elements (SASE elementy szczególne obsługi). CASE zapewnia sprawdzanie haseł, pracę równoległą itp. W skład SASE wchodzi File Transfer, Access and Management (FTAM - przekazywanie plików i dostęp do nich, zarządzanie plikami - zgodnie z ISO/DP 8571), Virtual Terminal Protocol (VTP - protokół terminala wirtualnego), Job Transfer and Manipulation (JTM - przekazywanie zadań i manipulacja nimi), Manufacturing Message Service (MMS - obsługa wiadomości wytwórczych - wg. ISO/DP 9506 lub RS-511) oraz organizacja dostępu do baz danych i manipulacji bazami danych.

Warstwą prezentacji nie jest do końca sprecyzowana. Dotyczy ona obsługi danych, protokołu standaryzacji danych, struktury tekstu i symboli dla przekazywania tekstu. Zaproponowany w związku z tym przez ISO dokument DP 8822 nie został zaakceptowany.



Warstwa sesji jest zgodna z dokumentami ISO/DIS 8326 i ISO/DIS 8327. Dotyczy obsługi i protokołu seansu łączności. Zapewnia ona mechanizmy niezbędne do pracy w pełnym duplexie.

Warstwa transportowa jest zgodna z dokumentami ISO/DIS 8072 i ISO/DIS 8073. Dotyczy ona protokołu transmisji danych i ma zapewnić tzw. standard klasy 4.

Warstwa sieci jest zgodna z dokumentem ISO/DIS 8473. Dotyczy ona organizacji wewnętrznej sieci i protokołu współpracy sieci lokalnych. Umożliwia dołączenie kanału transmisji pracującego wg. protokołu X.25 (interfejs łączący terminal z siecią publiczną dla pracy w trybie przesyłania pakietów).

Warstwa łącza danych odnosi się do obsługi kanału danych. W przypadku magistrali - sterowanie logiczne magistralą wg. dokumentu IEEE 802.2 Logical Link Control. Ponadto - sterowanie kanałem danych zgodnie z protokołem HDLC (High Data Link Control).

Warstwa fizyczna jest zgodna z dokumentami: ISO/DIS 8802/3 (magistrala z dostępem z rywalizacją i wykrywaniem kolizji wg. IEEE 802.3 - CSMA/CD - ETHERNET), ISO/DIS 8802/4 (magistrala typu Token Bus wg. IEEE 802.4), ISO/DIS 8802/5 (sieć pierścieniowa typu Token Ring wg. IEEE 802.5), ISO/DIS 8802/6 (sieć miejska MAN - Metropolitan Area Network wg. IEEE 802.6), a ponadto z następującymi dokumentami CCITT dotyczącymi sieci komutacji kanałów: X.21 (interfejs ogólnego przeznaczenia między terminalem dla wprowadzania / wyprowadzania danych a siecią publiczną - praca synchroniczna), X.24 (specyfikacja obwodów połączeniowych między terminalem dla wprowadzania/wyprowadzania danych a siecią publiczną) i X.27 (zastosowanie standardu V.11 do interfejsu z siecią publiczną, przy czym V.11 opisuje parametry

elektryczne obwodów łączeniowych używanych w transmisji danych).

Wymienione wyżej dokumenty dotyczą różnorodnych aspektów transmisji. Począwszy od specyfikacji obwodów łączeniowych, parametrów funkcjonalnych i mechanicznych (standardy RS 232C i RS 449) i określenia parametrów elektrycznych (standardy RS 422A, RS 423A i RS 485), poprzez wielopoziomowe protokoły transmisji (np. omawiany dalej projekt IEEE 1118 standardu magistrali szeregowej Bitbus) aż do standardu RS-511, który zajmuje się tak ogólnymi aspektami przesyłania informacji jak instrukcje współpracy z plikami danych, instrukcje wejścia/wyjścia, instrukcje sprowadzania urządzenia oddalonego do stanu początkowego, przy czym dane mogą mieć charakter binarny, symboliczny lub nawet graficzny.

Zdaniem autora w warunkach krajowych należy zająć się przede wszystkim charakterystykami obwodów łączeniowych, parametrów funkcjonalnych i mechanicznych, parametrów elektrycznych i w miarę prostym protokołem transmisji. Poświęcanie sił i środków już w tej chwili na implementację standardu RS-511 (lub standardu na podobnym poziomie) wydaje się przedwczesne. Z tą też myślą były wybierane tematy poruszane w dalszej części pracy.

## 5. Standardy połączeniowe, funkcjonalne i mechaniczne

### 5.1. Standard V.24 (RS 232C)

Po piątym zgromadzeniu plenarnym Międzynarodowego Komitetu Doradczego do spraw Telegrafii i Telefonii - CCITT (ang. Consultive Committee on International Telegraph and Telephone), które odbyło się w 1972 r., opublikowano znowelizowaną wersję tzw "Księgi Zielonej". W księdze tej, w tomie VIII pt. "Transmisja danych" zamieszczono zalecenie V.24 pt. "Zestawienie definicji obwodów styku urządzeń końcowych transmisji danych z urządzeniami komunikacyjnymi transmisji danych". W tym samym tomie "Księgi Zielonej" znajduje się także zalecenie V.28 dotyczące parametrów elektrycznych obwodów stykowych.

W zaleceniu V.24 definiuje się obwody połączeniowe (zwane w publikacji źródłowej stykowymi) między tzw. urządzeniem końcowym dla danych - DTE (ang. Data Terminal Equipment) a tzw. urządzeniem komunikacyjnym dla danych - DCE (ang. Data Communication Equipment). Służą one do przekazywania:

- sygnałów danych,
- sygnałów sterujących,
- sygnałów podstaw czasu (czyli sygnałów synchronizacji transmisji),

a także, w miarę potrzeby, sygnałów analogowych. Dopuszcza się również wprowadzanie dodatkowych obwodów (nieokreślonych w zaleceniu V.24). W tym ostatnim jednak przypadku wymaga się spełnienia zaleceń dotyczące parametrów elektrycznych.

Liczba wszystkich obwodów definiowanych w zaleceniu V.24 wynosi 49. Przy transmisji szeregowej nie jest oczywiście konieczne wykorzystywanie wszystkich zdefiniowanych obwodów. W najprostszym przypadku wystarcza użycie tylko dwóch obwodów wraz z linią masy.

Zalecenie V.24 nie określa rodzaju stosowanych złączy. Styk V.24 może się składać z dwóch oddzielnych złączy, jednego dla obwodów związanych z transmisją danych i drugiego dla obwodów automatycznego nawiązywania połączeń.

Między DTE a DCE może być włączone urządzenie pośredniczące. Urządzeniem tym jest np. układ zabezpieczeń przed błędami czy też regeneratory impulsów. Może być onowłączone we wszystkie lub tylko w część wykorzystywanych linii. Połączenie urządzenia pośredniczącego z liniami musi spełniać wszystkie warunki obowiązujące dla urządzeń końcowych.

Określone w zaleceniu V.24 obwody (linie) są podzielone na obwody serii 100 i obwody serii 200. Obwody wchodzące w skład grupy pierwszej są obwodami ogólnego przeznaczenia. Obwody zaś serii 200 służą do automatycznego nawiązywania połączeń. Mają one zastosowanie typowo telekomunikacyjne i w związku z tym pominiemy je w dalszym opisie. Obwody serii 100 zestawiono w tabelicy 5.1.1.

Tablica 5.1.1. Zestawienie obwodów serii 100 wg. standardu V.24 (RS 232C)

Grupa	Numer	Określenie	Kierunek		Uwagi
			DTE Drukarka	DCE Komputer	
1	2	3	4		5
Obwody masy	101	masa ochronna			
	102	masa sygnałowa			
Obwody danych	103	dane nadawane	—>		
	104	dane odbierane	<—		
	118	dane nadawane w kanale powrotnym	—>		4)
	119	dane odbierane w kanale powrotnym	<—		4)
Obwody sterujące	105	żądanie nadawania	—>		
	106	gotowość do nadawania	<—		
	107	gotowość DCE	<—		
	108/1	żądanie dołączenia DCE do linii	—>		1)
	108/2	gotowość DTE	—>		1)
	109	poziom sygnału odbieranego	<—		
	110	jakość sygnału odbieranego	<—		
	111	wybór szybkości transmisji przez DTE	—>		2)
	112	wybór szybkości transmisji przez DCE	<—		2)
	116	wybór zestawów rezerwowych	—>		
	117	przygotowanie zestawu rezerwowego	<—		
	120	żądanie nadawania w kanale powrotnym	—>		4)
	121	gotowość kanału powrotnego	<—		4)
	122	poziom sygnału odbieranego w kanale powrotnym	<—		4)
	123	jakość sygnału odbieranego w kanale powrotnym	<—		4)
	124	wybór grup częstotl.	—>		
	125	wskaźnik wywołania	<—		
	126	wybór częstotliwości nadawania	—>		
	127	wybór częstotliwości odbioru	—>		
	129	żądanie odbioru	—>		
130	żądanie nadawania w kanale powrotnym	—>			
132	żądanie przejścia DCE do stanu NIE DANE	—>			
133	gotowość do odbioru	—>		3)	

Tablica 5.1.1.(c.d.) Zestawienie obwodów serii 100 wg. standardu V.24 (RS 232C)

1	2	3	4	5
cd. Obwody sterujące	134	prezentacja danych	—>	
	113	podstawa czysu z DTE dla elementów nadawanych	—>	
	114	podstawa czasu z DCE dla elementów nadawanych	<—	
	115	elementowa podstawa czasu wytwarzania w DCE	<—	
	128	elementowa podstawa czasu wytwarzania w DTE	—>	
	131	odbiorcza znakowa podstawa czasu	<—	
Obwody analogowe	191	nadawana odpowiedź głosowa	—>	
	192	odbierana odpowiedź głosowa	<—	

Objaśnienia uwag:

- 1) Wykorzystywana może być tylko jedna z tych linii. Zastosowanie tego obwodu jako 108/1 lub 108/2 powinno dać się zrealizować poprzez przetączenie zwory w DTE.
- 2) Wykorzystywana może być tylko jedna z tych linii.
- 3) Linia współpracy między DTE a urządzeniem pośredniczącym.
- 4) Dotyczy kanału pomocniczego (powrotnego).

Dwie linie 101 i 102 służą do łączenia mas. Pozostałe linie sygnałowe mają normatywnie ustaloną kierunkowość, która nie może być zmieniona przez użytkownika.

Przedstawione w tablicy obwody stykowe pogrupowano zgodnie z ich przeznaczeniem funkcjonalnym. Do dwukierunkowego przesyłania danych binarnych służą obwody stykowe o numerach 103, 104, 118 i 119. Obwody oznaczone jako 103 i 104 tworzą kanał podstawowy. Natomiast obwody 118 i 119 składają się na kanał pomocniczy nazywany również powrotnym. Obwodami 103 i 118 urządzenie DTE wysyła dane do komputera lub modemu, zaś obwodami 104 i 119 odbiera ono informację przychodzącą.

Wśród obwodów sterujących można wydzielić:

- obwody przekazujące sygnały gotowości do pracy współpracujących ze sobą urządzeń,
- obwody przekazujące sygnały gotowości związane z transmisją.

W skład pierwszej z wymienionych grup wchodzi obwody 107 - "Gotowość DCE" i 108/2 - "Gotowość DTE". W obwodach tych 1<sup>a</sup> oznacza, że odpowiednie urządzenie jest gotowe do wymiany dalszych sygnałów sterujących w celu dokonania transmisji danych. Do grupy drugiej należą obwody 105 - "Zadanie nadawania" (przez DTE do DCE) i 106 - "Gotowość do nadawania" (przez DCE w linię transmisyjną do odległego DCE). Poprzez obwód 105 DTE zawiadamia DCE, że ma dane do wysłania (będą one przekazywane przez obwód 103), a DCE obwodem 106 zawiadamia DTE, że jest gotowe do odbierania z DTE danych. Obwody 105 i 106 mają swoje odpowiedniki wśród obwodów dotyczących kanału pomocniczego. Są to obwody 120 i 121.

Obwodem 109 - "Poziom sygnału odbieranego" - DCE przekazuje współpracującemu z nim DTE informację o sygnale odbieranym z linii (kanału transmisyjnego). Stan 1 w omawianym obwodzie wskazuje, że sygnał odbierany przez DCE znajduje się w zakresie wartości prawidłowych.

Obwodem 110 - "Jakość sygnału odbieranego" są przesyłane do DTE informacje o jakości sygnału odbieranego przez DCE z linii. Stan 0 w tym obwodzie sygnalizuje zwiększenie prawdopodobieństwa błędu. Obwody 109 i 110 mają swoje odpowiedniki w kanale pomocniczym - są to obwody 122 i 123.

Obwodami stykowymi 111 i 112 transmituje się sygnały służące do wybierania jednej z dwu szybkości transmisji. Przez linię 111 DTE określa szybkość transmisji (nadawania i odbierania)

realizowanej przez DCE, a przez linię 112 DCE określa szybkość transmisji DTE. Używany może być tylko jeden z tych obwodów. Stan 0 w obwodzie 111 (112) powoduje przełączenie na niższą z dwu uprzednio ustalonych szybkości transmisji.

Obwód 125 służy jako wskaźnik wywołania. Za pomocą niego DCE może informować DTE o tym czy odbiera sygnał z oddalonego DCE.

Przesyłanie informacji po liniach danych może być realizowane metodą start - stopową czyli synchronizowaną (asynchroniczne przesyłanie słów, synchroniczne przesyłanie bitów) lub w sposób synchroniczny. Przy transmisji synchronicznej wykorzystuje się obwody przekazujące sygnały zegarowe. W celu umożliwienia realizacji wymienionych możliwości zalecenie V.24 definiuje pięć różnych tzw. obwodów podstawy czasu. Należą do nich cztery tzw. obwody elementowej (bitowej) podstawy czasu (113, 114, 115 i 128) i jeden obwód znakowej podstawy czasu - 131 (przekazywanej przez DCE). Dwa spośród tych czterech obwodów synchronizacji bitowej są podawane przez DTE (113 i 128), a dwa pozostałe przez DCE (114 i 115).

Sygnały zegarowe umożliwiają:

- nadawanie przez DTE danych obwodem 103 w rytm własnego zegara - obwód 113,
- nadawanie przez DTE danych obwodem 103 w rytm zegara przychodzącego z DCE - obwód 114,
- odbieranie przez DTE danych z obwodu 104 w rytm zegara DCE - obwód 115,
- odbieranie z DTE danych z obwodu 104 w rytm własnego zegara - obwód 128.

Na podstawie streszczonych powyżej zaleceń wiele państw wprowadziło normy dotyczące szeregowej transmisji danych binarnych. W normach tych przyjęto dodatkowe ustalenia dotyczące typu stosowanych złączy, sposobu ich okablowania oraz ewentualnego zestawu obwodów wykorzystywanych wybranych spośród obwodów zdefiniowanych w zaleceniu V.24. Najbardziej



rozpowszechnioną normę państwową stanowi amerykański standard RS 232C (RS - Recommended Standard) wprowadzony przez instytucję normalizującą EIA (Electronic Industries Association). Norma RS 232C obejmuje pewien podzbiór obwodów opisanych w zaleceniu V.24 wraz z parametrami elektrycznymi zgodnymi z Zaleceniem V.28. Ponadto ustala typ stosowanego złącza (złącze 25 - kontaktowe, szufladowe typu DB-25P lub DB-25S firmy Cannon, lub DB-19604-432/DB-19604-433 firmy CINCH JONES). W Polsce na podstawie zaleceń V.24 i V.28 opracowano Polską Normę PN-75/T-05052 pt. "Urządzenia transmisji danych STYK S2". Zawiera ona ustalenia dotyczące obwodów stykowych (zgodne z zaleceniem V.24), parametrów elektrycznych obwodów niesymetrycznych (zgodne z zaleceniem V.28) oraz ustalenia dotyczące złącza. Norma precyzuje również parametry obwodów symetrycznych oraz rodzaje złączy do transmisji szybszych od 20 kbit/s. Dla obwodów niesymetrycznych norma ustala złącze szufladowe 25 - kontaktowe typu 871/881.025.02 produkowane przez UNITRA ELTRA (odpowiednik DB-25P / DB-25S firmy Cannon). Wtyk powinien być instalowany po stronie DTE, a gniazdo po stronie DCE. Norma przewiduje cztery odmiany (A, B, C, D) okablowania złączy dla obwodów serii 100 i jedną (E) dla obwodów serii 200. Złącze odmiany D znajduje zastosowanie w urządzeniach, w których stosuje się dodatkowe nieznormalizowane linie (z zastrzeżeniem zgodności parametrów elektrycznych). Polska Norma PN-75/T-05052 jest zgodna z normą GOST 18145-72 przyjętą w ZSRR i z normą przyjętą w Jednolitym Systemie EMC - JSEMS - Standart ES EVM: Systemy peredaci danych. Styk S2.

## 5.2. Standard RS 449

Standard transmisji danych RS 449 stanowi rozszerzenie i modyfikację standardu RS 232C. Wprowadzenie standardu RS 449 i towarzyszących mu norm RS 422A oraz RS 423A dotyczących znowelizowanych parametrów elektrycznych miało na celu polepszenie jakości transmisji jak i również rozszerzenie zakresu zastosowań. W rezultacie uzyskano zwiększenie szybkości transmisji do 2 Mbit/s i znaczne dopuszczalne

wydłużenie linii transmisyjnych między współpracującymi urządzeniami. W standardzie RS 449 zawarto większość obwodów stykowych uwzględnionych już w RS 232C. Jednak kilka z nich zdefiniowano od nowa. Ponadto dodano 10 nowych obwodów. W stosunku do RS 232C dokonano także zmian w skrótach nazw obwodów. Obwody określone w standardzie RS 449 oraz ich odpowiedniki w standardzie RS 232C i V.24 zestawiono w tablicy 5.2.1.

Tablica 5.2.1. Zestawienie obwodów standardu RS 449 i ich odpowiedników z RS 232C

Nazwa	Odpo- -wie- -dnik RS 332C	Odpo- -wie- -dnik V.24	Numer nóżki złącza 37-kon- -takto- -wego	Numer nóżki złącza 9-kon- -takto- -wego	Określenie	Kie- -ru- -nek DTE DCE
RC			20	6	Receive Common	
SC			37	9	Send Common	
SG	AB	102	19	5	Signal Ground	
RD	BB	104	6,24		Receive Data	<—
SD	BA	103	4,22		Send Data	—>
CS	CB	106	9,27		Clear to Send	<—
DM	CC	107	11,29		Data Mode	<—
IC	CE	125	15		Incoming Call	<—
IS			28		Terminal In Service	—>
LL			10		Local Loopback	—>
NS			34		New Signal	—>
RL			14		Remote Loopback	—>
RR	CF	109	13,31		Receiver Ready	<—
RS	CA	105	7,25		Request to Send	—>
SB		117	36		Standby Indicator	<—
SF		162	16 <sup>1</sup>		Select Frequency	—>
SI	CI	112	2		Signalling rate Indica- -tor	<—
SQ	CG	110	33		Signal Quality	<—
SR	CH	111	16 <sup>1</sup>		Signalling Rate selector	—>
SS		116	32		Selected Standby	—>
TM			18		Test Mode	<—
TR	CD	108/2	12,30		Terminal Ready	—>
RT	DD	115	8,26		Receive Timing	<—
ST	DB	114	5,23		Send Timing	<—
TT	DA	113	17,35		Terminal Timing	—>
SRD	SBB	119		4	Secondary Receive Data	<—
SSD	SBA	118		3	Secondary Send Data	—>
SCS	SCB	121		8	Secondary Clear to Send	<—
SRR	SCF	122		2	Secondary Receiver Ready	<—
SRS	SCA	120		7	Secondary Request to Send	—>

Objaśnienia uwag:

1) Może być wykorzystany tylko jeden z obwodów SF, SR.

Dziesięć obwodów, którym w tablicy 5.2.1 odpowiadają dwa kontakty złącza (tzn. BB, BA, CB, CC, CF, CA, CD, DD, DB i DA) należy do tzw. I kategorii obwodów i może uczestniczyć w transmisji z prędkością do 2 Mbit/s. Potrzebne są do tego celu dwa kontakty złącza ze względu na wyjście symetryczne (RS 422A).

W standardzie RS 449 są wykorzystywane złącza 37-kontaktowe dla kanału głównego i 9-kontaktowe dla kanału powrotnego. W przypadku, w którym nie wykorzystuje się kanału powrotnego to drugie złącze nie jest potrzebne.

## 6. Standardy elektryczne

### 6.1. Standard V.28

Standard V.28 towarzyszył zaleceniu V.24 i zajmował się ustaleniem parametrów elektrycznych dla obwodów stykowych. Sformułowano w nim niżej przedstawione zalecenia. Mianowicie rezystancja obciążenia musi być zawarta w przedziale od 3000 om do 7000 om, a łączna pojemność obciążenia nie może przekraczać 2500 pF. Składowa reaktancyjna impedancji obciążenia nie może być typu indukcyjnego. Jeśli w obciążeniu istnieje siła elektromotoryczna, to moduł jej wartości zespolonej nie może być większy od 2 V. Siła elektromotoryczna źródła powinna być mniejsza od 25 V. Rezystancja źródła nie jest specyfikowana, ale zwarcie źródła, bądź też dwóch dowolnie wybranych obwodów stykowych nie może prowadzić do jakiegokolwiek uszkodzenia, zaś prąd zwarcia nie powinien przekraczać 0,5 A. Pojemność źródła również nie jest specyfikowana. Żąda się jednak, ażeby źródło pracowało poprawnie przy obciążeniu pojemnością 2500 pF. Na liniach danych stosuje się logikę ujemną. Na pozostałych zaś liniach obowiązuje logika dodatnia. Stanowi niskiemu odpowiadają napięcia z przedziału obustronnie otwartego od -15 V do -3 V. Stanowi wysokiemu przypisuje się napięcia z przedziału obustronnie otwartego od +3 V do +15 V. Przejście sygnału przez tzw. zakres przejściowy (napięcia z przedziału obustronnie domkniętego od -3 V do +3 V) powinno mieć charakter monotoniczny, przy czym następne wejście w zakres przejściowy może nastąpić dopiero po zmianie stanu sygnału w linii. Czas przechodzenia poprzez zakres przejściowy:

- dla obwodów sterujących musi być mniejszy od 1 ms,
- dla obwodów danych i podstaw czasu musi być mniejszy od 1 ms zarazem nie przekraczają 3% czasu trwania elementu sygnału przekazywanego.

Ponadto szybkość zmian wartości sygnałów w liniach nie powinna przewyższać 30 V w ciągu 1 mikrosekundy.

## 6.2. Standard RS 422A

Standard RS 422A towarzyszył standardowi RS 449 i zajmował się ustaleniem parametrów elektrycznych dla obwodów symetrycznych. Sformulowano w nim niżej przedstawione zalecenia. Mianowicie impedancja wyjściowa nadajnika musi być mniejsza od 100 om. Czas narastania zboczy musi być mniejszy od 10% czasu trwania elementu informacyjnego, w przypadku gdy czas trwania elementu informacyjnego jest większy lub równy 200 ns, oraz równy 20 ns, gdy czas trwania elementu informacyjnego jest mniejszy od 200 ns. W zakresie od 0,1 do 0,9 wartości międzyszczytowej sygnału różnicowego zbocza muszą być monotoniczne.

Parametry odbiornika są następujące:

- impedancja wejściowa  $\geq$  4000 om,
- histereza ok. 30 mV.

Parametry linii symetrycznej:

- impedancja charakterystyczna 100 om,
- rezystancja szeregową linii  $<$  240 om,
- rezystancja właściwa przewodów  $<$  98 om/km,
- pojemność między parą przewodów  $\leq$  65 pF/m,
- przesłuch  $\leq$  -40 dB przy 150 kHz,
- tłumienie sygnału między nadajnikiem a odbiornikiem  $\leq$  6 dBV.

### 6.3. Standard RS 423A

Standard RS 423A podobnie jak i RS 422A towarzyszył standardowi RS 449. Zajmował się jednak ustaleniem parametrów elektrycznych dla obwodów niesymetrycznych. Parametry elektryczne obwodów RS 423A są obowiązujące dla pewnych linii standardu RS 449, a dla innych są opcjonalne. Oznacza to, że można je stosować (ale nie musi się tego robić) zamiast parametrów sprecyzowanych w RS 422A. Jeśli nie jest istotne uzyskanie bardzo dużej szybkości transmisji, to wygodniej jest stosować parametry elektryczne według standardu RS 423A. Można wtedy do połączenia współpracujących urządzeń użyć mniejszej liczby przewodów, gdyż w standardzie RS 423A przewidziano jeden wspólny przewód masy.

W standardzie RS 423A sformułowano niżej przedstawione zalecenia. Mianowicie impedancja wyjściowa nadajnika musi być mniejsza od 50 om; charakterystyka obszaru przejściowego, obejmującego zakres 0,1 do 0,9 wartości międzyszczytowej sygnału, musi być monotoniczna. Ponadto parametry odbiornika są takie same jak dla obwodów symetrycznych omawianych w RS 422A. Parametry linii łączącej współpracujące urządzenia są następujące:

- rezystancja właściwa przewodów  $\leq 98$  om/km,
- pojemność między jednym przewodem a pozostałymi  $< 131$  pF/m.

#### 6.4. Standard RS 485

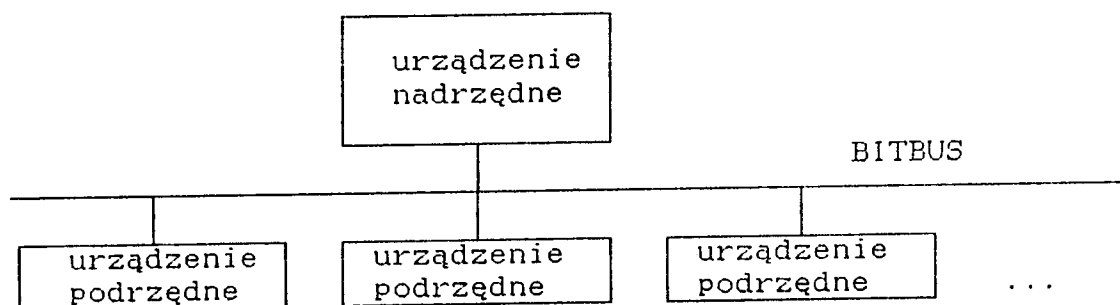
Standard RS 485, podobnie zresztą jak wyżej wspomniane standardy RS 422A i RS 423A, podaje specyfikację parametrów elektrycznych dla standardu RS 449 ujmującego aspekty połączeniowe, funkcjonalne i mechaniczne. Wprowadzenie RS 485 miało na celu umożliwienie uzyskania prędkości transmisji do 10 Mbit/s, a ponadto ułatwienie projektowania sieci lokalnych poprzez zwiększenie aż do 32 liczby podłączanych bezpośrednio do linii biernych odbiorników. Propozycje zawarte w standardzie RS 485 są w zasadzie zgodne z zaleceniami ujętymi w RS 422A. Jedyne różnice polegają na tym, że w przypadku RS 485 impedancja wyjściowa nadajnika musi być mniejsza od 54 om, a minimalne napięcie wyjściowe nadajnika przy 54 om powinno wynosić 1,5 V, ponadto pozwala się, aby czas narastania zboczy był mniejszy od 30% czasu trwania elementu informacyjnego przy obciążeniu 54 om i 50 pF (w RS 422A - 10% przy obciążeniu 100 om), a poza tym przy zwarcjach nie dopuszcza się prądów powyżej 250 mA.

## 7. Protokół BITBUS i protokół SDLC

### 7.1. Uwagi wprowadzające

Standard szeregowej magistrali miejscowej BITBUS został zaproponowany przez firmę amerykańską INTEL. W magistrali BITBUS wyróżnia się urządzenie sterujące i do 28 urządzeń podporządkowanych. W trybie synchronicznym (przesyłany zegar) można uzyskać szybkość transmisji od 500 kbit/s do 2,4 Mbit/s na odległość około 30 metrów. Przy transmisji synchronizowanej (self clocked) można przysyłać z szybkością 375 kbit/s na odległość do 300 m i z szybkością 62,5 kbit/s na odległość do 1200 m.

Magistrala miejscowa wg. standardu BITBUS ma strukturę hierarchiczną, którą przedstawia poniższy rysunek:



#### 7.1.1. Urządzenie nadrzędne

Głównym urządzeniem magistrali miejscowej jest urządzenie nadrzędne. Stanowi ono ogniwo pośredniczące umożliwiające przekaz informacji z oddalonych urządzeń podporządkowanych do jednostki centralnej sterownika. W opisywanej tu wersji dla uproszczenia przyjęto strukturę jednowarstwową, chociaż dopuszczalna jest struktura wielowarstwowa (hierarchiczna). Wówczas urządzenie nadrzędne niższego stopnia hierarchii jest zarazem urządzeniem podporządkowanym wyższego stopnia hierarchii.



Wymiana informacji polega na zadawaniu pytań i uzyskiwania na nie odpowiedzi.. Transmisję inicjuje zawsze urządzenie nadrzędne. Nie dopuszcza się przekazywania nadrzędności pomiędzy poszczególnymi węzłami w sieci (ang. token passing) ze względu na niezawodność - (możliwość zgubienia wskaźnika nadrzędności).

Zadania urządzenia nadrzędnego są następujące:

- przyjmowanie zleceń od jednostki centralnej sterownika, sprawdzanie ich poprawności pod względem syntaktycznym i zgłaszanie przerwania w przypadku błędu oraz umieszczanie kodu błędu w pamięci dwudostępnej. Zakłada się, że w zależności od typu zlecenia może ono dotyczyć jednego lub więcej urządzeń podporządkowanych.
- przetworzenie zlecenia jednostki centralnej na ciąg poleceń protokołu zdalnego sterowania i dostępu (RAC por. p. 7.6). Po wykonaniu polecenia zgłaszane jest przerwanie, natomiast przez pamięć dwudostępną przekazywane są dane uzyskane w wyniku realizacji polecenia oraz, ewentualnie, kod określający numer błędu (w przypadku jego wystąpienia).
- realizacja ciągu poleceń protokołu zdalnego sterowania i dostępu (RAC). Oznacza to realizację polecenia na niższych poziomach tzn. na poziomie protokołu przesyłania wiadomości oraz na najniższym poziomie protokołu przesyłania danych.
- zgłoszenie przerwania w przypadku błędu.

#### 7.1.2. Urządzenie podporządkowane

Urządzenie podporządkowane stanowi adresowaną jednostkę podrzędną. Jakkolwiek w magistrali miejscowej dopuszcza się do 250 urządzeń podporządkowanych, to jednak w pojedynczej warstwie zakłada się, że możliwa jest instalacja co najwyżej 28 takich urządzeń.

Zadania urządzenia podporządkowanego są następujące:

- realizacja zadań (ang. task) przesłanych poprzez linię transmisyjną z urządzenia nadrzędnego.
- przygotowanie i przesyłanie odpowiedzi do urządzenia nadrzędnego.

#### 7.1.3. Łącze transmisyjne

Zgodnie z międzynarodowymi zaleceniami (IEEE 1118) standardem elektrycznym nadajników i odbiorników linii jest EIA RS 485. Kabel stanowi linia doziemnie symetryczna zrealizowana w postaci pary skręconej w ekranie.

#### 7.1.4. Tryby transmisji

W standardzie BITBUS dopuszcza się następujące tryby transmisji:

- synchroniczny, w którym w jednej linii przesyłana jest szeregowo informacja cyfrowa, natomiast w drugiej linii przesyłany jest sygnał zegarowy. Taki tryb transmisji wykorzystuje się w przypadku konieczności realizacji przesyłania z dużą prędkością na małe odległości. Szybkość transmisji może wówczas wynosić od 500 kbit/s do 2.4 Mbit/s na odległość ok. 30 metrów.
- synchronizowany (ang. self-clocked), w którym występuje tylko jedna linia transmisyjna. Dane są wówczas zakodowane w kodzie NRZI (ang. non return to zero inverted). Pozwala to wyodrębnić z przesyłanego ciągu sygnałów sygnał zegarowy i dane transmitowane. Układy odbiorcze wydzielające zegar synchronizowane są przez układ cyfrowej pętli fazowej DPLL. Taki tryb transmisji umożliwia przesyłanie na większe odległości przy znacznie mniejszej szybkości transmisji.

Szybkość transmisji może wówczas wynosić 62,5 kbit/s i 375 kbit/s na odległość, odpowiednio, 1200 m i 300 m.

Zarówno w trybie synchronicznym jak i synchronizowanym informacja w danej chwili przesyłana jest w jednym kierunku. Taki sposób transmisji informacji (półdupleks) wynika z przyjętej zasady pytanie/odpowieź.

## 7.2. Uwagi ogólne o protokole transmisji miejscowej magistrali szeregowej BITBUS

Protokół magistrali miejscowej ma strukturę hierarchiczną. Można wyróżnić trzy jego warstwy. Są nimi kolejno protokół komunikacyjny, protokół przesyłania wiadomości oraz protokół zdalnego sterowania i dostępu. Warstwę najniższą stanowi protokół komunikacyjny, będący nieznacznie uproszczoną wersją protokołu SDLC opracowanego przez firmę Intel. Jego zadaniem jest uporządkowanie wymiany komunikatów między urządzeniem sterującym magistralą miejscową a urządzeniami podporządkowanymi. Protokół przesyłania wiadomości jest realizowany przy pomocy specjalnych ramek protokołu komunikacyjnego, a mianowicie omówionych dalej ramek informacyjnych. Z kolei protokół zdalnego sterowania i dostępu wykorzystuje pewne specyficzne właściwości protokołu przesyłania wiadomości. Ich opis znajduje się w końcowej części tego rozdziału. Obecnie zajmiemy się jedynie uwagami o charakterze wprowadzającym, które jednak silnie rzutują na treść następnych punktów.

## 7.3. Podstawowe zasady transmisji w protokołach SDLC i BITBUS

Podstawowa zasada działania protokołów komunikacyjnych SDLC i BITBUS głosi, że urządzenie podporządkowane samo nigdy nie inicjuje wymiany komunikatów. Zaczyna ono dopiero transmisję w odpowiedzi na komunikat pochodzący z urządzenia sterującego magistrali miejscowej. W związku z tym opis współdziałania obu urządzeń w trakcie wymiany komunikatów wchodzących w skład protokołu komunikacyjnego wygodnie jest rozpocząć od sytuacji,

w której urządzenia podporządkowane wykonują zleczone im uprzednio zadania, bądź też nie wykonują żadnych zadań, a także nie nadają i nie odbierają przesylek do/od urządzenia sterującego magistralą. Ponadto założymy, że urządzenie nadrzędne ma przygotowany komunikat do wysłania. Ma on postać standaryzowanej ramki.

pole adresowe ramki	pole opóźniające ramki	reszta ramki
---------------------	------------------------	--------------

Rys. 7.3.1. Schemat formatu ramki właściwej

Ramka składa się z ramki właściwej o konstrukcji przedstawionej na rys. 7.3.1, która poprzedzana jest i kończona specyficznym bajtem synchronizacyjnym o zawartości 7EH. Bajt ten jest w sposób automatyczny wstawiany w przypadku przesyłania - i rozpoznawany, a następnie pomijany - w przypadku odbioru. Pole adresowe stanowi następny bajt przychodzący bezpośrednio po bajcie o zawartości 7EH. Dalsze postępowanie jest tu następujące. Mianowicie po stwierdzeniu zgodności bajtu adresowego z fizycznym adresem urządzenia podporządkowanego, to ostatnie przygotowuje się do odebrania pozostałych pól ramki. W przeciwnym zaś przypadku (tzn. gdy bajt adresowy różni się od adresu fizycznego urządzenia) urządzenie powraca do swego poprzedniego stanu.

Po zakończeniu nadawania urządzenie nadrzędne magistrali miejscowej przechodzi w stan analogiczny do stanu urządzenia podporządkowanego po odebraniu właściwego dla niego pola adresowego ramki. Innymi słowy oczekuje na bajt synchronizacyjny o zawartości 7EH. Rozwiązanie to umożliwia uniknięcie powtórnego przerywania pracy procesorów komunikacyjnych pozostałych urządzeń podporządkowanych.

#### 7.4. Protokół SDLC i protokół komunikacyjny magistrali miejscowej BITBUS

W tym punkcie zostanie opisany pełny format ramki, a następnie bajty danych poszczególnych jej pól.

#### 7.4.1. Format ramki właściwej

pole adresowe ramki	pole sterujące ramki	pole informacyjne ramki (opcjonalne)	pole zabezpieczające ramki
---------------------	----------------------	--------------------------------------	----------------------------

Rys.7.4.1. Pełny format ramki właściwej

Ramka właściwa zawiera trzy do czterech pól. Przedstawiono je schematycznie na rys. 7.4.1. Pole informacyjne występuje tylko w pewnych sytuacjach i o jego obecności bądź nieobecności decyduje zawartość pola sterującego. Pozostałe pola muszą się znajdować w każdej przesyłanej ramce. Zawartość bajtów danych poszczególnych pól oraz ich znaczenie są opisane poniżej:

pole adresowe ramki - zawiera 1 bajt, który przybiera wartość od 01H do 0FFH (wartość 00H jest zastrzeżona). Jeśli ramka jest przekazywana od urządzenia nadrzędnego magistrali miejscowej do urządzenia podporządkowanego, to w omawianym polu przenoszony jest adres odbiornika. W przypadku transmisji w przeciwnym kierunku pole zawiera adres nadajnika;

pole sterujące ramki - zawiera 1 bajt z kodem operacji, której dotyczy dana ramka oraz ewentualne dodatkowe parametry. Kod operacji jest zawsze różny od 00H (por. p. 7.4.2). Kod operacji decyduje o tym, czy w ramce występuje pole informacyjne, czy też nie ma go. Bliższe informacje na temat pola sterującego ramki znajdują się w p. 7.4.2.

pole informacyjne ramki - zawiera od 0 (brak) do 255 bajtów. Występuje jedynie w ramach informacyjnych, tzn. w takich, w których zerowy i czwarty bit bajtu danych pola sterującego równa się, odpowiednio, 0 i 1 (por. p. 7.4.2);

pole zabezpieczające ramki - zawiera dwa bajty danych, w których znajduje się kod kontrolny liczony według wzoru  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  (standard CRC-CCITT).

#### 7.4.2. Pole sterujące ramki

W protokole komunikacyjnym specyfikuje się trzy rodzaje ramek (podobnie zresztą jak i komunikatów): synchronizacyjne, służbowe i informacyjne. W zależności od nich pozostaje zawartość bajtu danych pola sterującego ramki. W przypadku ramki synchronizującej spotykamy się z czterema kodami operacji umieszczonymi w bajcie danych pola sterującego. Są to 93H - SNRM, 53H - DISC, 73H - UA oraz 97H - REJ. Pokazano je na rys. 7.4.2.

MSB		LSB	
1	0	0	1 0 0 1 1 -SNRM
0	1	0	1 0 0 1 1 -DISC
1	0	0	1 0 1 1 1 -REJ
0	1	1	1 0 0 1 1 -UA

LSB - najmniej znaczący bit  
MSB - najbardziej znaczący bit

Rys.7.4.2. Bajty danych pól sterujących ramek synchronizacyjnych

Kody SNRM i DISC są używane przy przesyłaniu od urządzenia nadrzędnego magistrali miejscowej do urządzenia podporządkowanego, dwa zaś pozostałe kody wykorzystuje się podczas transmisji w przeciwnym kierunku.

REJ - (ang. frame REJect) - stosuje się w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości w bajcie danych pola sterującego ramki, której inne elementy składowe są jednak poprawne. W szczególności dotyczy to odebrania ramki synchronizacyjnej przez urządzenie podporządkowane będące w stanie aktywnym tzn. przygotowane do współpracy z urządzeniem sterującym magistrali miejscowej oraz ramki służbowej bądź informacyjnej przez urządzenie

podporządkowane znajdujące się w stanie nieczynnym ( tj. nie przygotowane do odbierania ramek służbowych oraz informacyjnych). Ponadto kod REJ wysyła się do urządzenia sterującego magistrali miejscowej po wykryciu niezdefiniowanej zawartości bajtu danych pola sterującego dopiero co otrzymanej ramki ewentualnie po stwierdzeniu błędu stanu liczników Ns i Nr (por. ramki służbowe i informacyjne, dalej w tym punkcie). Po odebraniu kodu REJ urządzenie sterujące przystępuje do akcji mającej na celu resynchronizację (patrz DISC, niżej) z urządzeniem podporządkowanym transmitującym kod REJ.

DISC - (ang. DISConnect) - stosowany przez urządzenie nadrzędne dla rozpoczęcia procesu resynchronizacji, tzn. wymuszenia przejścia odpowiedniego urządzenia podporządkowanego do stanu nieczynnego w celu późniejszego sprowadzenia go ponownie do stanu aktywnego. DISC wysyła się w odpowiedzi na REJ (patrz wyżej), w przypadku włączenia urządzenia nadrzędnego magistrali miejscowej, bądź też po stwierdzeniu przez urządzenie nadrzędne nienaprawialnego błędu (tj. niezdefiniowanej zawartości bajtu danych pola sterującego lub błędu stanu liczników Ns oraz Nr). Prawidłową odpowiedź urządzenia podporządkowanego na skierowane do niego DISC stanowi ramka synchronizacyjna z kodem UA.

SNRM - (ang. Set Normal Response Mode) - stosowany przez urządzenie sterujące magistrali miejscowej dla uzyskania synchronizacji z urządzeniem podporządkowanym. Jeśli to drugie znajduje się w stanie nieczynnym, to powinno ono przejść do stanu aktywnego i przesłać ramkę z kodem UA. Jeżeli zaś urządzenie podporządkowane jest aktywne, to SNRM traktuje się jako błąd i do urządzenia sterującego przekazuje się kod REJ.

UA - (ang. Unnumbered Acknowledge) - przekazywany jest przez nieczynne urządzenie podporządkowane dla potwierdzenia otrzymania prawidłowo zastosowanego DISC lub SNRM.

Ramki służbowe umożliwiają wplatanie dodatkowych komunikatów podczas przesyłania ciągu ramek informacyjnych między urządzeniem nadrzędnym magistrali miejscowej a urządzeniem podporządkowanym. Pozwala to na kontrolowanie prawidłowości przebiegu wymiany ramek informacyjnych. Bajty danych pól sterujących ramek służbowych przedstawiono na rys. 7.4.3.

MSB		LSB	
X	X	X	1 0 0 0 1 -RR
X	X	X	1 0 1 0 1 -RNR

Licznik  $N_r$

LSB - najmniej znaczący bit  
MSB - najbardziej znaczący bit

Rys.7.4.3. Bajty danych pól sterujących ramek służbowych

Istnieją dwa rodzaje ramek służbowych:

RR - (ang. Receiver Ready) - w ten sposób urządzenie nadrzędne magistrali pyta się o ramkę informacyjną. W odpowiedzi urządzenie podporządkowane wysyła żadaną ramkę informacyjną (jeśli oczywiście ma ją już skompletowaną), ramkę z kodem RR (jeżeli ramka informacyjna nie jest jeszcze skompletowana, ale urządzenie podporządkowane jest gotowe do przyjęcia następnej ramki informacyjnej), bądź RNR (patrz niżej):

- w ten sposób urządzenie podporządkowane potwierdza otrzymanie syntaktycznie poprawnej i bezbłędnej ramki informacyjnej albo też ramki służbowej w sytuacji, w której samo nie ma jeszcze skompletowanej ramki informacyjnej, a dysponuje wolnym buforem na przyjęcie kolejnej ramki informacyjnej.



RNR - (ang. Receiver Not Ready) - jest używany przez urządzenie podporządkowane dla potwierdzenia rozpoznania prawidłowej ramki informacyjnej bądź prawidłowej ramki służbowej z jednoczesnym ostrzeżeniem, że z braku wolnego bufora żadna ramka informacyjna chwilowo nie może być przyjęta. W przypadku uzyskania odpowiedzi z kodem RNR na ramkę informacyjną urządzenie nadrzędne magistrali miejscowej zobowiązane jest wysłać ramkę informacyjną powtórnie.

- jest wykorzystywane przez urządzenie nadrzędne magistrali miejscowej do sprawdzania stanu urządzenia podporządkowanego. W odpowiedzi to ostatnie wysyła kod RR lub RNR w zależności od tego, czy ma wolny bufor na przyjęcie ramki informacyjnej, czy też go nie ma.

Wraz z kodami RR i RNR przesyłany jest także licznik  $N_r$  (patrz rys. 7.4.3) urządzenia nadawczego, w którym przekazuje się informację o liczbie ramek służbowych oraz informacyjnych przyjętych do tej pory przez urządzenie nadawcze. Zawartość  $N_r$  jest porównywana z licznikiem  $N_s$  urządzenia odbierającego ( $N_s$  wskazuje na liczbę ramek służbowych oraz informacyjnych wysyłanych do nadajnika). Jeśli nie jest spełniona żadna z równości:  $N_r = N_s$ ;  $N_r = N_s + 1$ , to stwierdzany jest błąd, po którym musi nastąpić resynchronizacja urządzenia podporządkowanego (patrz ramki synchronizacyjne - wyżej).

Do przesyłania wiadomości służą ramki informacyjne. Ich pole sterujące poza odpowiednim kodem zawiera także licznik  $N_r$  oraz  $N_s$  urządzenia nadawczego; jak pokazano na rys. 7.4.4.

MSB	LSB
X X X 1 X X X 0	
_____	_____
Licznik $N_r$	Licznik $N_s$

LSB - najmniej znaczący bit  
 MSB - najbardziej znaczący bit

Rys. 7.4.4. Bajty danych pola sterującego ramki informacyjnej

Podobnie jak w przypadku ramek służbowych zawartości wspomnianych Nr i Ns są porównywane z, odpowiednio, Ns i Nr urządzenia odbiorczego. Pozwala to na stwierdzenie ewentualnego błędu w sekwencji nadchodzących ramek, co w rezultacie prowadzi do wymuszenia resynchronizacji urządzenia podporządkowanego. Wyższe warstwy protokołu magistrali miejscowej tzn. protokół przesyłania wiadomości oraz protokół zdalnego sterowania i dostępu, są właśnie realizowane w wyniku wykorzystania ramek informacyjnych.

#### 7.5. Protokół przesyłania wiadomości magistrali miejscowej

Protokół przesyłania wiadomości magistrali miejscowej służy do transmisji zadań między urządzeniem nadrzędnym a urządzeniami podporządkowanymi. W tym celu wykorzystywany jest schemat polegający na wysyłaniu poleceń przez urządzenie nadrzędne i odpowiedzi na polecenie - przez stacje podporządkowane. Protokół przesyłania wiadomości realizuje się wykorzystując ramki informacyjne protokołu komunikacyjnego. Format pola informacyjnego ramki informacyjnej stosowanej w protokole przesyłania wiadomości przedstawiono na rys. 7.5.1.

Pole	L
Pole	F
Pole	NA
Pole	T
Pole	C/R
Pole	parametrów (opcjonalne)

Rys.7.5.1. Zawartość pola informacyjnego ramki informacyjnej stosowanej w protokole przesyłania wiadomości

### 7.5.1. Format pola informacyjnego ramki informacyjnej

Pole informacyjne ramki informacyjnej protokołu przesyłania wiadomości składa się z pięciu lub sześciu (pod)pól przedstawionych na rys. 7.5.1. Poza polem parametrów, którego występowanie i interpretacja jest uwarunkowana zawartością pól L oraz C/R, wszystkie inne muszą wchodzić w skład pola informacyjnego. Każde (pod)pole składa się z całkowitej liczby bajtów:

pole L (ang. Length) - zawiera jeden bajt o wartości od 07H do OFFH włącznie. Wskazuje on na długość całego pola informacyjnego (dokładniej, jego wartość równa się powiększonej o 7 liczbie bajtów znajdujących się w polu Parametry);

pole F (ang. Flags) - zawiera jeden bajt danych, którego każdy bit ma inne znaczenie. Omówiono je dokładniej w p. 7.5.2;

pole NA (ang. Node Address) - zawiera jeden bajt danych mających identyczną wartość oraz interpretację jak bajt danych pola adresowego ramki;

pole T (ang. Task) - zawiera jeden bajt danych podzielony na dwie czterobitowe części. Dokładniejsze ich omówienie przedstawiono w p. 7.5.3;

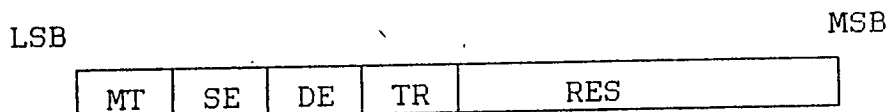
pole C/R (ang. Command/Response) - zawiera jeden bajt wykorzystywany zarówno przez zadania użytkownika (patrz też p. 7.7.3) jak i przez sam protokół przesyłania wiadomości. W tym przypadku pole C/R używane jest tylko do sygnalizacji błędów przez urządzenie podporządkowane zgodnie z następującymi regułami:

00H - brak błędów,  
 80H - brak zadania,  
 91H - błąd protokołu,  
 93H - brak urządzenia, któremu postawiono  
 zadanie  
 01H do 7FH - znaczenie określone przez  
 użytkownika  
 zaś pozostałe - w zależności od implementacji,  
 najczęściej jednak zarezerwowane przez  
 system (patrz np. p. 7.7.4);

pole parametrów - jedyne pole, które nie musi występować w  
 polu informacyjnym ramki informacyjnej wchodzącej w  
 skład protokołu przesyłania wiadomości. Jeśli zaś  
 pojawia się ono w ramce, to jego długość nie powinna  
 przekraczać 248 bajtów i jest jednoznacznie określona  
 przez zawartość pola L (patrz wyżej). Wymaga się, ażeby  
 konkretne implementacje zapewniały możliwość przesyłania  
 w tym polu co najmniej 8 bajtów danych. Sposób  
 interpretacji pola parametrów wynika z zawartości pola  
 C/R. Innymi słowy pole parametrów zawiera dodatkowe dane  
 potrzebne dla prawidłowego wykonania zadania  
 użytkownika. Przykłady wykorzystania pola parametrów  
 przedstawiono w p. 7.7.

#### 7.5.2. Zawartość pola F

Bajt danych pola F składa się z pięciu części pokazanych na  
 rys. 7.5.2. Są one następujące:



Rys.7.5.2. Zawartość bajtu danych pola F

MT (ang. Message Type) - jeden bit informujący o kierunku przesyłania wiadomości. Jeśli  $MT = 0$ , to transmisja zachodzi od urządzenia nadrzędnego magistrali miejscowej do urządzenia podporządkowanego. Jeżeli zaś  $MT = 1$ , to wiadomość biegnie w przeciwną stronę;

SE (ang. Source Extension) - jeden bit informujący o tym, czy wiadomość dotyczy rozszerzenia urządzenia nadrzędnego magistrali miejscowej ( $SE = 1$ ), czy też samego urządzenia nadrzędnego ( $SE = 0$ );

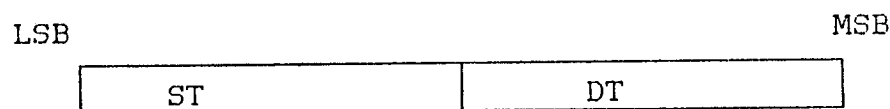
DE (ang. Device Extension) - jeden bit informujący o tym, czy wiadomość dotyczy rozszerzenia urządzenia podporządkowanego ( $DE = 1$ ), czy też samego urządzenia podporządkowanego ( $DE = 0$ );

TR (ang. TRack) - jeden bit, który może być wykorzystany przy sprawdzaniu poprawności procesu przesyłania wiadomości. Bitowi temu nadaje się wartość 1 w chwili wysyłania wiadomości i zeruje się go w chwili jej odebrania;

RES (ang. REServed) - cztery kolejne bity zarezerwowane dla ewentualnych dalszych zastosowań. Przy wysyłaniu wiadomości bity te są zerowane, po odebraniu wiadomości ich wartość obecnie nie jest specyfikowana.

### 7.5.3. Zawartość pola T

Bajt danych pola T składa się z dwóch czterobitowych części (patrz rys. 7.5.3):



Rys. 7.5.3. Zawartość bajtu danych pola T

ST (ang. Source Task) - cztery bity zawierające kod zadania, które wygenerowało polecenie lub czeka na odpowiedź;

DT (ang. Destination Task) - cztery bity zawierające kod zadania, które ma dać odpowiedź lub czeka na polecenie. Kod DT będzie również omawiany przy okazji rozważania protokołu zdalnego sterowania i dostępu.

#### 7.6. Protokół zdalnego sterowania i dostępu

Protokół zdalnego sterowania i dostępu tworzy się w ramach protokołu przesyłania wiadomości. Wykorzystuje się w tym celu w specyficzny sposób określone zadania użytkownika dla urządzeń podporządkowanych. Protokół zdalnego sterowania i dostępu umożliwia dokonywanie różnego rodzaju operacji ogólnego przeznaczenia w urządzeniach podporządkowanych. Można tu między innymi wymienić zapis i odczyt z urządzeń wejścia/wyjścia oraz różnorakie czynności prowadzące do zmiany zawartości pamięci urządzeń podporządkowanych. Z wyżej przytoczonych uwag wynika, że format ramki właściwy dla protokołu zdalnego sterowania i dostępu jest identyczny z formatem ramki informacyjnej protokołu komunikacyjnego. Pole informacyjne omawianej ramki ma zawartość opisaną w p. 7.5. Sam zaś protokół zdalnego sterowania i dostępu można zdefiniować specyfikując pole C/R i pole parametrów oraz podpole DT pola T (patrz rys. 7.5.1 i 7.5.3).

##### 7.6.1. Pole DT

Kodem zadania (zawartością czterobitowego pola DT) odpowiadającego protokołowi zdalnego sterowania i dostępu jest 0H. Umożliwia to zastosowanie omawianego protokołu bez większych zmian w różnych implementacjach. Jeżeli jednak protokół zdalnego sterowania i dostępu nie ma zastosowania dla konkretnego urządzenia podporządkowanego, to wariant DT = 0H można wykorzystać do specyfikacji innego rodzaju zadania zlecanego wspomnianemu urządzeniu podporządkowanemu.

### 7.6.2. Pole C/R i pole parametrów

Zawartości pola C/R i pola parametrów są ściśle ze sobą związane. Zgodnie z uwagami zamieszczonymi w p. 7.5.1 pole parametrów ma dowolną długość ograniczoną od góry przez 248 bajtów. Jednakże w przypadku zastosowania protokołu zdalnego sterowania i dostępu musi istnieć możliwość tworzenia omawianego pola o długości co najmniej 13 bajtów.

Pole C/R zawiera kody poleceń oraz odpowiedzi wykorzystywanych w protokole zdalnego sterowania i dostępu. Tym pierwszym towarzyszy wyzerowane pole MT (fragment pola F, por. p. 7.5.2) zaś w przypadku tych drugich wartością bitu MT pola F jest 1.

### 7.6.3. Polecenia protokołu zdalnego sterowania i dostępu

Polecenia protokołu zdalnego sterowania i dostępu można podzielić na dwie grupy, a mianowicie na polecenia sterujące oraz polecenia dostępu. Jest pięć poleceń sterujących:

RS (ang. Reset Slave) - kod 00H. Polecenie to inicjuje proces sprowadzania urządzenia podporządkowanego do stanu początkowego określanego w odrębny sposób dla każdej implementacji. Związane z tym pole parametrów ma zerową długość. Polecenie RS jest jedynym poleceniem, które w zasadzie nie wymaga odpowiedzi. Ta ostatnia jest formułowana jedynie w przypadku wystąpienia błędu.

CT (ang. Create Task) - kod 01H. Polecenie to uruchamia wykonanie zadania w urządzeniu podporządkowanym. Zakłada się przy tym, że wspomniane zadanie zostało już uprzednio przekazane do urządzenia podporządkowanego i jest zapisane w jego pamięci. Pole parametrów zawiera wskaźnik będący adresem uruchamianego zadania. Adres ten jest przesyłany w odwrotnej kolejności niż większość elementów protokołu komunikacyjnego. Innymi słowy jako pierwszy występuje najbardziej znaczący bit. Postać

wskaźnika zadania (a w związku z tym i długość pola parametrów) zależy od konkretnej implementacji. Prawidłowa odpowiedź na CT ma niezmienione pole parametrów i wyzerowany kod bajtu danych pola C/R.

DTA (ang. Delete TAsk) - kod 02H. Polecenie to powoduje bezterminowe zawieszenie wykonywania zadania w urządzeniu podporządkowanym. Pole parametrów zawiera 1 bajt danych, w którym zakodowano numer przerywanego zadania (numer 0H jest zarezerwowany dla zadań związanych z protokołem zdalnego sterowania i dostępu). Prawidłowa odpowiedź na DTA ma taką samą postać jak odpowiedź na CT.

GFID (ang. Get Function IDentifier) - kod 03H. Polecenie to umożliwia specyfikację zadania dla urządzenia podporządkowanego w sposób symboliczny, tzn. bez odwoływania się do adresów fizycznych. Innymi słowy każdemu zadaniu przypisuje się w pewien numer (identyfikator), a potem wykonanie tego zadania uruchamia się wywołując wspomniany numer. Poleceniu GFID towarzyszy puste pole parametrów o długości potrzebnej dla zapisania identyfikatorów (tzn. liczba bajtów danych jest równa liczbie identyfikatorów). Prawidłowa odpowiedź na GFID ma kod 00H w bajcie danych pola C/R oraz identyfikatory w bajtach danych pola parametrów zakodowane zgodnie z następującą regułą:

00H-brak zadania  
01H-zadanie protokołu zdalnego sterowania  
02H-7FH-zarezerwowane  
80H-FEH-definiowane przez użytkownika  
FFH-zadanie bez identyfikatora



RACP (ang. Remote Access Control Protect) - Kod 04H. Polecenie to steruje dostępem zadań specyficznych dla protokołu zdalnego sterowania i dostępu do urządzenia podporządkowanego. Jeśli dostęp jest zablokowany (pole parametrów zawiera bajt danych 01H), to procesor komunikacyjny urządzenia podporządkowanego rozpoznaje polecenie wspomnianego protokołu, jednakże urządzenie podporządkowane nie realizuje go. W przypadku RACP z wyzerowanym bajtem danych w polu parametrów następuje odblokowanie dostępu. Wówczas polecenia protokołu zdalnego sterowania i dostępu są nie tylko rozpoznawane, ale i także wykonywane (analogiczny efekt można uzyskać wykonując polecenie RS). Pole parametrów związane z RACP zawiera 1 bajt danych o wartości 00H lub 01H (patrz wyżej). Inne jego zawartości nie powinny być używane, gdyż mogą prowadzić do nieoczekiwanych skutków. Prawidłowa odpowiedź na RACP ma podobną postać jak odpowiedź na CT.

Istnieje dziesięć poleceń dostępu o kodach od 05H do 0EH. Można je podzielić na polecenia dotyczące: wejścia/wyjścia, pamięci oraz stanu.

Polecenia wejścia/wyjścia umożliwiają urządzeniu sterującemu magistrali miejscowej dostęp do portów (o numerach od 00H do 0FFH (dowolnego urządzenia podporządkowanego). Wszystkie one mają taki sam format pola parametrów. Pokazano to na rys. 7.6.1.

LSB

MSB

Adres portu 1	
Bajt danych 1	
Adres portu 2	
Bajt danych 2	
Adres portu 3	
Bajt danych 3	
.....	
Adres portu N	
Bajt danych N	

Rys. 7.6.1. Format pola parametrów poleceń wejścia/wyjścia

Ogólnie mówiąc pole parametrów składa się z pewnej liczby bajtów, z których pierwszy specyfikuje numer (adres) portu urządzenia podporządkowanego udostępnianego urządzeniu nadrzędnemu magistrali miejscowej. Drugi bajt danych ma różnorakie przeznaczenie w zależności od kodu polecenia. Może on zawierać parametr konieczny do wykonania omawianego polecenia, ewentualnie ma dowolną wartość i służy jedynie do późniejszego zapisywania wyniku powstałego na skutek wykonania polecenia. Odpowiedzi na polecenie wejścia/wyjścia mają wyzerowany bajt danych pola C/R, a w polu parametrów niezmienione bajty numerów portów. Zawartość pozostałych bajtów pola parametrów zależy od konkretnego polecenia i będzie omówiona poniżej.

Jest sześć poleceń wejścia /wyjścia:

RI/O (ang. Read I/O ports) - kod 05H. Polecenie to wymaga odczytanie danych z wyspecyfikowanych portów wejścia/wyjścia urządzenia podporządkowanego. Bajty pola parametrów mają o numerach parzystych dowolną wartość. W odpowiedzi bajty te zawierają wyniki odczytu.

WI/O (ang. Write I/O ports) - kod 06h. Polecenie to powoduje zapisanie danych umieszczonych w bajtach pola parametrów o numerach parzystych do specyfikowanych portów wejścia/wyjścia urządzenia podporządkowanego. Pole parametrów odpowiedzi pozostaje niezmienione.

Przebieg wykonania czterech pozostałych poleceń dotyczących wejścia/wyjścia jest podobny. Mianowicie w bajtach danych pola parametrów o numerach parzystych zapisywany jest argument specyfikowanej operacji. Operacja ta jest wykonywana na zawartości wskazanych portów, następnie odczytuje się jej wynik, który potem jest przekazywany w polu parametrów odpowiedzi. Reguła ta ma zastosowanie do następujących poleceń:

UI/O (ang. Update I/O ports) - kod 07H. Wykonuje się operację zapisu do wymienionych portów.

ORI/O (ang. OR I/O ports) - kod 0AH. Wykonuje się operację logicznego OR na zawartości portów i argumentów przekazanych w polu parametrów.

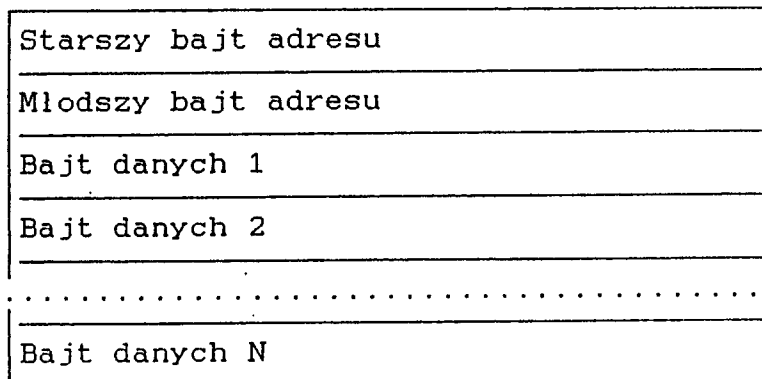
ANDI/O (ang. AND I/O ports) - kod 0BH - analogicznie jak w przypadku ORI/O, z tą tylko różnicą że zamiast operacji OR wykonana jest operacja AND.

XORI/O (ang. XOR I/O ports) - kod 0CH - analogicznie jak w przypadku ORI/O, z tą tylko różnicą, że zamiast operacji OR wykonywana jest operacja XOR (różnicy symetrycznej).

Polecenia dotyczące pamięci umożliwiają przesyłanie bloków danych pomiędzy pamięciami urządzenia nadrzędnego magistrali miejscowej oraz urządzenia podporządkowanego. Towarzyszy temu specyficzny format pola parametrów, który pokazano na rys. 7.6.2.

LSB

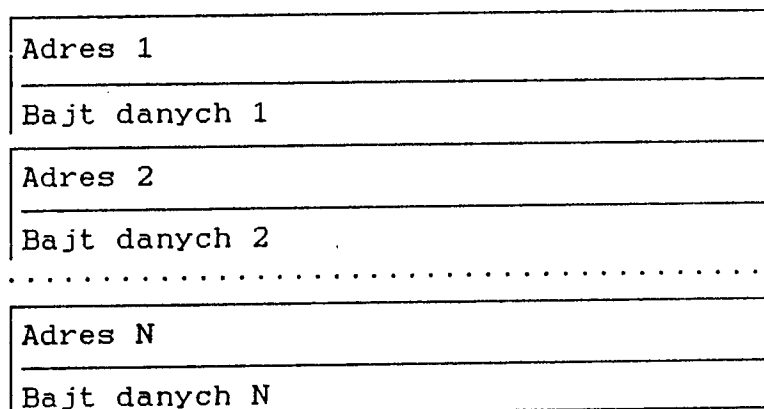
MSB



Rys. 7.6.2. Format pola parametrów poleceń dotyczących pamięci  
Liczbę przesyłanych bajtów wyznacza się odemując dziewięć od wartości bajtu pola danych L wziętego z pola informacyjnego ramki. Adres wynikający z konkatenacji dwóch pierwszych bajtów pola parametrów dotyczy umiejscowienia w pamięci pierwszego z przesyłanych bajtów informacji. Kolejne dalsze bajty są lokowane w pamięci lub czytane z pamięci sukcesywnie, począwszy od wspomnianego adresu początkowego. Mamy dwa następujące polecenia dotyczące pamięci:

MU (ang. Memory Upload) - kod 08H. Polecenie to powoduje odczytanie zawartości specyfikowanego pola pamięci urządzenia podporządkowanego. W odpowiedzi na MU przesyłana jest ramka informacyjna z kodem C/R = 00H, z dwoma pierwszymi bajtami danych pola parametrów pozostawionymi bez zmiany i pozostałymi bajtami danych pola parametrów zapelnionymi zawartością odczytaną ze wspomnianego uprzednio pola pamięci.

MD (ang. Memory Download) - kod 09H. Polecenie to ma podobny skutek jak MU, z tą tylko różnicą, że zamiast czytać wprowadza się do wyspecyfikowanego pola pamięci zawartości poszczególnych bajtów danych z pola parametrów. W odpowiedzi wysyła się ramkę, w której bajt danych pola C/R jest wyzerowany, zaś pole parametrów pozostaje bez zmian.



Rys. 7.6.3. Format pola parametrów poleceń dotyczących stanu

Polecenie dotyczące stanu umożliwia stacji nadrzędnej dostęp do 256 bajtów pamięci każdego urządzenia podporządkowanego oraz jego rozszerzenia. Tego typu polecenia stwarzają szansę wygenerowania rozproszonej struktury danych obejmującej zarówno urządzenie sterujące magistrali miejscowej jak i urządzenia podporządkowane. Wszystkie polecenia dotyczące stanu mają taki sam format pola parametrów. Przedstawiono go na rys. 7.6.3. Jest on w zasadzie analogiczny do formatu pola parametrów poleceń wejścia wyjścia, z tą tylko różnicą, że zamiast adresów portów mamy teraz do czynienia z adresami pamięci. Odpowiedzi na polecenia dotyczące stanu są analogiczne do korespondujących z nimi odpowiedzi na polecenia wejścia/wyjścia (patrz RI/O oraz WI/O).

SR (ang. Status Read) - kod ODH - działa podobnie jak RI/O, dotyczy jednak pamięci urządzenia podporządkowanego, a nie portów.

SW (ang. Status Write) - kod OEH - działa analogicznie jak WI/O, przy czym występuje tu ta sama różnica jak pomiędzy SR i RI/O.

#### 7.6.4. Odpowiedzi protokołu zdalnego sterowania i dostępu

Poza niektórymi sytuacjami, w których wystąpił błąd, a także poza przypadkiem polecenia RS, na każde polecenie protokołu zdalnego sterowania i dostępu generowana jest odpowiedź. Jej formaty i interpretacje omówiono już w p. 7.6.3. W przypadku pojawienia się błędu mogą wystąpić różnorakie reakcje. Zależne są one od poziomu, na którym zostanie wykryty wspomniany błąd. Jeżeli stanie się to na poziomie protokołu komunikacyjnego, to wówczas nastąpi proces resynchronizacji wspomniany w punkcie 7.4 (patrz m. in. ramki synchronizacyjne w p. 7.4.2.). Jeżeli zaś błąd zostanie stwierdzony na poziomie protokołu przesyłania wiadomości, to wtedy będą uruchomione mechanizmy przeciwdziałające opisane w punkcie 7.5 (pole C/R poruszone w punkcie 7.5.1). W końcu błąd może zostać wykryty na poziomie zdalnego sterowania i dostępu. Z tą sytuacją związane są następujące odpowiedzi:

NT (ang. No Task) - kod 80H. Odpowiedź ta powstaje w wyniku otrzymania polecenia DTA dotyczącego zadania, które nie istnieje

TO (ang. Task Overflow) - kod 81H. Odpowiedź ta powstaje w sytuacji, w której urządzenie podporządkowane, bądź jego rozszerzenie nie może przyjąć następnego zadania.

RBO (ang. Register Bank Overflow) - kod 82H. Odpowiedź ta powstaje w wyniku otrzymania polecenia CT dotyczącego zadania, które nie może zostać wykonane z powodu niedostatecznych zasobów banku rejestrów (patrz organizacja procesora 8051)

DFID (ang. Duplicate Function Identifiers) - kod 83H. Odpowiedź ta jest wynikiem sytuacji, w której zadanie wywołane poleceniem CT ma ten sam identyfikator (patrz opis GFID w p. 7.6.3) co zadanie właśnie rozpoznane przez system operacyjny urządzenia podporządkowanego, oczywiście poza zadaniem o kodzie OFFH.

NB (ang. No Buffers) - kod 84H. Odpowiedź ta powstaje w przypadku otrzymania polecenia CT, którego nie można wykonać z powodu braku pamięci.

RACPE (ang. Remote Access Control Protect Error) - kod 95H. Odpowiedź ta jest generowana przez zablokowane urządzenie podporządkowane (patrz RACP w p. 7.6.3.) po otrzymaniu polecenia protokołu zdanego sterowania i dostępu różnego od RS i różnego od RACP z bajtem danych w polu parametrów zawierającym 00H.

### 8. Częściej spotykane interfejsy krajowe

W Polsce wytwarza się systemy oraz elementy systemów automatyki przemysłowej nadające się choć częściowo do zastosowania w elastycznych systemach produkcji. Powstają one między innymi w następujących zakładach przemysłowych i instytutach:

- w Fabryce Mierników i Komputerów - system MERA CNC/NUCON 400;
- w CBKO Pruszków - system PRUS 720 (wdrożony do produkcji w Fabryce Aparatów Elektrycznych APENA w Bielsku Białej) oraz PRUS 730 i NUMS 406R;
- w Przemysłowym Instytucie Elektroniki UNITRA - CEMI - system MSA-80, system MSP-80 i system MSA-88;
- w Zakładzie Elektroniki ELWRO - Wrocław - system ELWRO-80;

Z wymienionych wyżej rozwiązań najlepiej opracowany interfejs ma system ELWRO-80. W skład zestawu wchodzi:

- moduł przetwornika kodu przekształcającego kod równoległy ELWRO-80 na kod szeregowy wg. standardu V.24
- moduł przetwornika kodu przekształcającego kod ELWRO-80 na kod równoległy urządzeń peryferyjnych komputerów.

Krakowska Fabryka Aparatów Pomiarowych MERA - KFAP wraz z Akademią Górniczo - Hutniczą opracowały "Programowy System Sterowania Przemysłowego KFAP-IANiUP-PLC". Jest on jednorodnym zestawem sprzętu mikrokomputerowego umożliwiającym tworzenie wieloprocesorowych, hierarchicznych struktur sterowania realizujących współbieżne funkcje sterowania logicznego, analogowo-cyfrowego oraz sterowania nadrzędnego, wizualizacji i raportowania stanu procesu. W jego skład wchodzi następujące pakiety interfejsów i pakiety wyposażone w interfejsy:



- PLK - 02 procesor logiczny dla małych konfiguracji:  
8 kb pamięci programu EPROM/CMOS RAM z podtrzymaniem, 256 bitów pamięci znaczników z podtrzymaniem, obszar adresowy we/wy - 128 obiektów, emulator i procesor komunikacyjny /łącze RS 232C , na pakiecie procesora.
- EMK - 01 pakiet emulatora/procesora komunikacyjnego:  
emulator procesora logicznego PLK - 01 wyposażony w procesor komunikacyjny ze złączem transmisji szeregowej RS 232 C, TTY 40 mA.
- PM3K - 01 pakiet mikrokomputera 8 bitowego:  
procesor Z80, do 32 kb pamięci EPROM, 8 kb pamięci CMOS RAM z podtrzymaniem, programowy układ przerwań, programowy timer, układ arbitrażu globalnej, 2 kanały transmisji szeregowej RS 232 C i pętli prądowej 20/40 mA.
- PM16K - 01 pakiet mikrokomputera 16 bitowego:  
procesor I8086, pamięć EPROM z oprogramowaniem rezydującym 128 kb, pamięć DRAM 256 kb, RAM CMOS 8 kb z podtrzymywaniem, programowy układ przerwań, programowy timer, układ arbitrażu magistrali globalnej, 2 kanały transmisji szeregowej RS 232 C i pętli ~~prądowej~~ prądowej 20/40 mA.

Najbardziej jednak rozbudowany system automatyki przemysłowej został opracowany wspólnie przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP oraz Zakład Automatyki Przemysłowej w Ostrowie Wlkp. MERA-ZAP. Nosi on nazwę INTELDIGIT - PROWAY i jest przeznaczony do kompleksowej automatyzacji zarówno procesów dyskretnych jak i procesów ciągłych. System ten zawiera obecnie trzy pakiety interfejsów: pakiet MI05 adaptera wspólnej szyny, pakiet MI06 interfejsu V.24 oraz pakiet MI24 interfejsu V.24. Pakiet MI05

umożliwia sprzęgnięcie magistrali kasety ze wspólną szyną mikrokomputera SM. Pozwala on na transformację wybranych obszarów adresowania mikrokomputera SM (o wielkości 4 Mbajty) i magistrali kasety (1 Mbajt). Umożliwia w związku z tym przekazywanie bezpośrednio danych ośmio i szesnastobitowych, a także przerw i sygnałów kontroli zasilania. Pakiet MI06 posiada 6 oddzielnych kanałów transmisji V.24. Każdy kanał jest programowalny z jednostki centralnej. Pakiet MI24 umożliwia sprzęgnięcie magistrali kasety z urządzeniami o interfejsie V.24 lub z urządzeniami transmisji szeregowej pracującymi sygnałem 0 - 20 mA z oddzieleniem galwanicznym.. Jest on wyposażony w dwa kanały sprzężenia. Istnieje możliwość transmisji asynchronicznej i synchronicznej o formacie przesyłki zadawanym programowo i o szybkości transmisji wybieranej wewnętrznym krosem.

Z ulotek reklamowych [53, 54, 55] wynika, że stosunkowo bogate zestawy urządzeń automatyki przemysłowej są produkowane w kraju przez sp. z o. o. Jako przykład mogą tu posłużyć warszawskie firmy Dialog, Guru i Modulex. Produkują one całe zestawy sterowników. Sterowniki te mogą współpracować ze sobą, mogą też wchodzić w skład zestawu zbudowanego z pakietów systemu MSM wytwarzanego przez PZZ Impol. Ograniczymy się tutaj jedynie do scharakteryzowania modułów interfejsów proponowanych przez firmy Dialog, Guru i Modulex:

- GDM-VSBC - modul mikrokomputera i sterownika jedno-plytkowego w formie podwójnej eurokarty. Zawiera mikroprocesor NEC V20, koprocesor 8087 - jako opcję, podstawkę na EPROM 8, 16, 32 lub 64 kbajtów, dwie podstawki dla pamięci RAM 8 lub 32 kbajtów, programowany układ przerw 8259, układ sterownika klawiatury 8279, dwukanałowy układ komunikacyjny 82350 realizujący protokół HDLC/SDLC z modulacją NRZ, NRZI lub FM, nadajniki i odbiorniki pracujące w standardzie V.24 oraz wejścia i wyjścia analogowe i dwustanowe;

- GDM-ZSBC - moduł mikrokomputera i sterownika jedno-  
plytkowego. Zawiera on mikroprocesor Z80 - H; podstawkę  
na EPROM 8, 16, 32 lub 64 kbajtów, dwie podstawki dla  
pamięci RAM 8 lub 32 kbajtów, programowany układ przerwań  
8259A, układ trzech liczników 8253, układ interfejsu RS  
232C (8251A), dwa układy portów równoległych 8255 oraz  
wejścia i wyjścia analogowe i dwustanowe;
- GDM-BATCPU - moduł procesora autonomicznego przysto-  
sowanego do pracy z zasilaniem bateryjnym. Zawiera on  
układy będące odpowiednikami następujących układów z  
rodziny Zilog Z80: Z80 - B, CTC, SIO, PIO, a poza tym  
posiada podstawkę na EPROM 8, 16, 32 lub 64 kbajtów, dwie  
podstawki dla pamięci RAM 8 lub 32 kbajtów, układ zegara  
zasilanego bateryjnie - opcja, układ modemu 300 bodów -  
opcja. Między innymi może on realizować transmisję  
zgodnie ze standardem V.24 lub też - dwukanałowo -  
protokół HDLC/SDLC.
- GDM-VSBC - moduł procesora komunikacyjnego sieci  
lokalnych. Zawiera autonomiczny mikroprocesor, podstawkę  
na EPROM 8, 16, 32 lub 64 kbajtów, podstawkę dla pamięci  
RAM 8 lub 32 kbajtów, programowany sterownik linii  
transmisyjnych. Umożliwia elastyczne programowanie  
protokołów transmisyjnych. Pracuje równoległe z pakietem  
procesora nadrzędnego. Jest przeznaczony do tworzenia  
sieci lokalnych. Między innymi realizuje protokół  
HDLC/SDLC z prędkością do 1 Mbit/s w 2 niezależnych  
kanałach.
- GXM-LANAD - adapter sieci lokalnej współpracujący z  
GSM-LAN. Umożliwia łączenie sterowników przemysłowych w  
sieć lokalną o strukturze magistrali. Zapewnia standard  
elektryczny RS 422A.

- GXM-RSAD - w przypadku wykorzystania do transmisji szeregowej stanowi adapter interfejsu V.24 dla modułu GSM-LAN. może też służyć do tworzenia prostych sieci pierścieniowych.
- DMS-HDLC - moduł procesora komunikacyjnego protokołu HDLC/SDLC. Zawiera autonomiczny mikroprocesor, podstawkę na EPROM 8, 16, 32 lub 64 kbajtów, podstawkę dla pamięci RAM 8 lub 32 kbajtów, programowalny sterownik HDLC/SDLC typu 8273, układ trzech liczników 8253 oraz rejestrydo komunikacji z procesorem nadrzędnym.
- DMS-COM - moduł interfejsu szeregowego V.24. Obsługuje 2 kanały wejścia/wyjścia w oparciu o układy 8251A. Pozwala na osiągnięcie prędkości transmisji do 19200 bodów.
- DMS-V24AD - moduł adaptera linii wg. standardu V.24 przeznaczony do współpracy z modulem DMS-HDLC.

W Przemysłowym Instytucie Elektroniki UNITRA - CEMI opracowano ostatnio pakiet MSA-88.300 [56], który jest przeznaczony do pełnienia funkcji procesora komunikacyjnego dla sterowników MSA-88 (patrz wyżej). Pakiet ten, wg. informacji jego autorów zapewnia możliwość szeregowej transmisji danych w standardzie V.24 z szybkością od 110 bit/s do 19,2 kbit/s albo też zgodnie z protokołem Bitbus, jednak z szybkością transmisji od 2400 bit/s do 62,5 kbit/s i na odległość do 500 m (dla porównania przedstawionych parametrów z propozycją normy Bitbus - por. rozdz. 7). Pakiet między innymi mikroprocesor Z80 - A, pamięć EPROM 8 lub 32 kbajty, pamięć RAM o pojemności od 8 do 32 kbajtów oraz układ transmisji szeregowej typu Z80 - SIO.

## 9. Uwagi końcowe

Przedstawione w rozdziale 8 przykłady częściej spotykanych w kraju interfejsów pracujących w systemach automatyki przemysłowej pozwalają stwierdzić, że większe instytuty i zakłady przemysłowe albo nie produkują takich interfejsów, albo też oferują interfejsy zgodne ze standardem V.24 (i V.28). Nielicznych przypadków dotyczących wytwarzania specyficznych interfejsów, niezgodnych z żadnym ze standardów światowych (lub też istniejącymi propozycjami takich standardów) nie należy poważnie rozpatrywać, gdyż po pierwsze ich szersze stosowanie stworzy barierę między myślą techniczną przychodzącą z krajów wysoko rozwiniętych, a po drugie nawet przy uzyskaniu w Polsce znaczących wyników w konstruowaniu sterowników i innych elementów wyposażenia stanowisk elastycznych systemów produkcyjnych - zamknie im drogę na rynki światowe pozbawiając nas tak w tej chwili potrzebnych wpływów dewizowych.

Jeśli chodzi o interfejsy realizujące standard V.24, to trzeba zauważyć [26, 35], że nie zapewniają one dużej szybkości transmisji (praktycznie do 10 kbit/s na odległość 10 m), która może okazać się konieczna w niektórych zastosowaniach (np. w przypadku silnie scentralizowanego systemu sterowania), przeznaczone są przede wszystkim do realizacji połączeń typu punkt - punkt, a więc ich zastosowanie wiązałoby się z otoczeniem np. elastycznego gniazda produkcyjnego pajęczyną przewodów - co jest niewygodne, stwarza zagrożenie dla pracowników (BHP) i jest ekonomicznie nieuzasadnione, gdyż koszt takiego okablowania byłby znaczny. Ponadto interfejs V.24 może się okazać zbyt podatny na zakłócenia przemysłowe. Warto nadmienić, że we wszystkich krajach wysoko rozwiniętych do celów przemysłowych stosuje się standard RS 449 wraz z jednym z następujących standardów elektrycznych: RS 422A, RS 423A lub RS 485. Wyjściem z sytuacji wydaje się podjęcie w miarę możliwości szeroko zakrojonych prac nad skonstruowaniem i zastosowaniem

szeregowej magistrali miejscowej. Jest to zgodne z najnowszymi tendencjami w technice światowej i umożliwia przekazywanie informacji o stanie obiektu do jednostki centralnej przy wykorzystaniu linii transmisyjnej zrealizowanej w postaci pary skręcanej w ekranie, a więc stosunkowo tanio. Taki szeregowy sposób przekazu eliminuje okablowanie obiektowe konieczne w instalacjach starego typu. Wadami systemu są: wydłużenie czasu dostępu w systemie i konieczność instalacji programowalnych urządzeń obiektowych. Pierwszą z tych wad można eliminować poprzez tworzenie efektywnych i szybkich systemów transmisyjnych, natomiast zastosowanie programowalnych urządzeń obiektowych jest obecnie coraz powszechniejsze i koszt tych urządzeń relatywnie obniża się. Przewiduje się, że urządzeniami podporządkowanymi magistrali miejscowej mogą być urządzenia wejść / wyjść analogowych i cyfrowych, sprzężone z czujnikami przetworniki różnych wielkości mierzonych (np: ciśnienia, temperatury, przepływu, itp.) oraz elementy wykonawcze.

Pojęcie magistrali miejscowej (ang. FIELD BUS), pojawiło się po raz pierwszy w propozycji Niemieckiego Narodowego Komitetu Normalizacyjnego (RFN) dotyczącej standaryzacji magistrali najniższego poziomu hierarchii przemysłowego systemu automatyki. Propozycja ta została przedstawiona na posiedzeniu podkomitetu 65 IEC w Montrealu w maju 1985 r. Zasadniczym jej motywem było dążenie do dalszej decentralizacji funkcji sterowania procesem w oparciu o dostępne już środki techniczne. Coraz szersze wyposażanie urządzeń obiektowych w urządzenia mikroprocesorowe stworzyło potrzebę zapewnienia wzajemnej wymiany informacji pomiędzy tymi urządzeniami. Dotychczas stosowane techniki transmisyjne nie spełniały postawionych wymagań.

Najważniejszą cechą nowej techniki wymiany informacji przy wykorzystaniu magistrali miejscowej jest zastąpienie połączeń bezpośrednich między urządzeniami obiektowymi a centralnym systemem sterowania poprzez sprzężenie tychże urządzeń

obiektowych oraz centralnego systemu sterowania ze wspólna magistralą miejscową.

Nie ma obecnie dokumentu IEC, który określałby międzynarodowy standard dla magistrali miejscowej. Jest natomiast dostępny szereg propozycji zgłaszanych przez poszczególne firmy lub krajowe komitety normalizacyjne:

- PROFIBUS zaproponowany przez firmę SIEMENS został zaakceptowany przez zachodnioniemiecki komitet normalizacyjny DIN. Protokół PROFIBUS jest oparty na znanych standardach takich jak IEEE 802.4, PROWAY/IEEE 802.2 i ISO 1177 & 2022. Proponuje się w nim transmisję asynchroniczną o szybkości w zakresie od 9,6 kbit/s do 500 kbit/s. Protokół PROFIBUS jest jednak zbyt złożony aby mógł znaleźć zastosowanie w prostych krajowych sterownikach mikroprocesorowych. Jego realizacja wymagałaby zaangażowania dużych kosztów na opracowanie oprogramowania oraz byłaby trudna do wykonania przy sprzęcie będącym obecnie do dyspozycji w kraju. Ponadto nie wydaje się celowe realizowanie tak złożonego protokołu wymiany informacji na niskim poziomie hierarchii jaki stanowi magistrala miejscowa.
- FIP został zaproponowany przez francuskie towarzystwo CLUB FIP. Protokół magistrali jest względnie skomplikowany. Dane przekazywane są poprzez magistralę w kodzie MANCHESTER II. Kod ten, mając składową stałą równą zeru, jest idealnie przystosowany do używania prostej separacji galwanicznej. Dzięki temu jest możliwe zastosowanie zwykłych transformatorów. Mankamentem tego rozwiązania jest bardziej skomplikowany sposób dekodowania przesyłanych informacji. Najważniejszym argumentem, który można postawić przeciw zastosowaniu tego rozwiązania, jest, według dostępnych w kraju informacji, niezdefiniowanie pewnych aspektów dotyczących najniższej warstwy wymiany informacji oraz zaproponowanie rozwiązań wymagających układów elektronicznych specyficznych dla rynku francuskiego.

- BITBUS został zaproponowany przez firmę amerykańską INTEL (także: propozycja standardu IEEE 1118). Protokół magistrali BITBUS w porównaniu z wyżej wymienionymi protokołami PROFIBUS i FIP jest bardzo prosty i stosunkowo łatwy do oprogramowania. Ma on strukturę hierarchiczną i najwyższa warstwa protokołu jest dobrze dostosowana do wymagań automatyki przemysłowej. W magistrali BITBUS wyróżnia się urządzenie sterujące (nadrzędne) i do 28 urządzeń podporządkowanych. W trybie synchronicznym (przesyłany zegar) można uzyskać szybkość transmisji od 500 kbit/s do 2,4 Mbit/s na odległość około 30 metrów. Przy transmisji synchronizowanej (self clocked) można przysyłać z szybkością 375 kbit/s na odległość do 300 m i z szybkością 62,5 kbit/s na odległość do 1200 m. Za magistralą BITBUS dodatkowo przemawia też większe zaawansowanie prac wdrożeniowych firm zachodnich niż w przypadku innych szeregowych magistrali miejscowych.

Nie może uspokajać fakt, że nieliczne spółki prywatne i przedsiębiorstwa zagraniczne (patrz rozdz. 8) oferują już rozwiązania oparte na standardach RS 449 i RS 422A oraz proponują pewne odmiany szeregowej magistrali miejscowej pracujące w reżymie HDLC/SDLC. Należy sądzić, że nie są one w stanie szybko zaspokoić potrzeb nawet kilku większych zakładów przemysłowych jednocześnie. Ponadto z uzyskanych materiałów nic nie można wywnioskować na temat odporności na zakłócenia pakietów proponowanych przez wspomniane spółki i przedsiębiorstwa zagraniczne. Cieszy fakt podjęcia działań w kierunku implementacji protokołu BITBUS przez PIE, jednakże dane zawarte w ulotce firmowej wskazują na istniejące rozbieżności ze standardem. Niepokoi także fakt zastosowania przez PIE mikroprocesora Z80, gdyż jak autorowi wiadomo w rozwiązaniach przodujących krajów zachodnich stosuje się elementy z rodziny RUP1 8044, a w najgorszym przypadku - Intel 8051. W tym też kierunku poszły wstępne prace PIAP [51].



Jako dodatkowy argument przemawiający za prawidłowością przedstawionych tu wniosków i propozycji można przytoczyć zalecenia powstałe podczas posiedzenia grupy roboczej PUS w Boglarlelle [33]. Zawierają się one w sugestii wprowadzenia do zastosowań przemysłowych standardu RS 422A i RS 423A zamiast RS 232C, a także do wykorzystania transmisji magistralą szeregową (przy standardzie elektrycznym RS 485) z protokołem BITBUS lub PROFIBUS (ten ostatni wniosek został wprowadzony do materiałów na skutek żądań delegacji NRD).

Na zakończenie należy jeszcze stwierdzić, że do przedstawienia w miarę pełnego obrazu interfejsów wykorzystywanych obecnie w kraju trzeba wspomnieć o standardzie IEC 625 i o protokole komunikacyjnym EF - PROT [5] stosowanym w przypadku regulatora EFTRONIK M. Pierwszy z nich jednak jest typowym standardem pomiarowym, a nie automatyki przemysłowej. Drugi zaś wydaje się być na tyle specyficzny, że nie znajdzie chyba zastosowania poza środowiskiem rodziny EFTRONIK i jej ewentualnych następców. Dane nt. protokołu EF - PROT zamieszczono w załączniku.

## Literatura

1. Abel M., Przybylski W.: Techniczne przygotowanie produkcji w komputerowym systemie zarządzania przedsiębiorstwem. Mechanik 1989, nr 6, 271-273.
2. Bittner G., Büsing K.P., Schönwald B.: Lokale Netze als Grundlage industrieller Kommunikation - MAP und TOP setzen Standards. CIM Management 1986, nr 3, s. 68-73.
3. Celmerowski Z., Downarowicz O., Szukala G.: Wspomagane komputerowo planowanie operatywne w gospodarce konserwacyjno-naprawczej. Mechanik 1989, nr 6, s. 262-263.
4. Czajka W., Jakubowski J., Jordan J.: Koncepcja pracy autonomicznej stacji obróbkowej sterowanej komputerem ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki narzędziowej. Praca PTI-193/88/IOS, Warszawa 1988.
5. Czterokanałowy regulator mikroprocesorowy EFTRONIK M typ U484. Sprzęg szeregowy. MERA-PNEFAL - ulotka firm.
6. Danthine A., Vyncke E.: Broad site local wideband network. Mat. 1st ESPRIT Techn. Week, Brussels 1984.
7. Dieterle G.: MAP - ein Kommunikationsstandard von General Motors für die automatisierte Fertigung. CIM Management 1986, nr 3, s. 74-82.
8. Durlik I.: Podstawowe kierunki rozwoju organizacji i zarządzania produkcją w warunkach komputerowego wspomagania. Mechanik 1989, nr 1, s. 5-10.
9. Durlik I.: Systematyka metod sterowania dyskretnymi procesami produkcyjnymi w warunkach wspomagania komputerowego. Mechanik 1989, nr 6, s. 236-242.
10. Durlik I., Szczerbicki E.: Zagadnienia teoretyczne organizacji produkcji wspomaganej komputerowo. Mechanik 1989, nr 6, s. 229-235.
11. Eschermann K.H., Heinemann R., Hohol R.: Automatisierte Autofabrik. Elektronik 1988, nr 15, s. 78-81.
12. Eschermann K.H., Heinemann R., Hohol R.: Automatisierte Autofabrik. Elektronik 1988, nr 16, s. 58-64.

13. Eschermann K.H., Heinemann R., Hohol R.:  
Automatisierte Autofabrik. Elektronik 1988. nr 17.  
s. 83-88.
14. Federle H., Rittershaus E.: Strukturierung der  
Automatisierungssysteme als Voraussetzung von  
Kommunikationskonzepten in der Praxis. CIM  
Management 1986, nr 3, s. 50-56.
15. Frydel K.: Koncepcja logiczna sterowania  
elastycznym systemem montażowym. Mechanik 1989, nr  
6, s. 253-255.
16. Furgac I., Kirchhoff U., Spur G.: Design rules for  
the intergration of industrial robots into CIM -  
systems. Mat. 1st ESPRIT Techn. Week, Brussels  
1984.
17. Gremminger K.: Lokale Netze - Das Rückgrat der  
rechner integrierten Produktion. CIM Management  
1986, nr 3, s. 6 - 12.
18. Harned J., Holcman S.B.: An approach for solving  
the CIM gap problem. Mat. Konf. Autofact '85, North  
Holland, Amsterdam 1985, s. 3.7 - 3.34.
19. Harris T.R.: Local area networking: What can we do  
until MAP is completed, and how to complement it.  
Mat. Konf. Autofact '85, North Holland, Amsterdam  
1985, s. 4.31 - 4.42.
20. Informator zastosowań części centralnej POLMATIK -  
INTE. INTEL DIGIT PI - Urządzenia sprzężenia  
komputerów z elementami automatyki i pomiarów.  
MERA-PIAP, Warszawa 1980.
21. Jakobs K.: Adressierung in offenen Systemen. CIM  
Management 1986, nr 3, s. 60-65.
22. Jędrzejewski J., Kowal Z.: Analiza i optymalizacja  
właściwości cieplnych obrabiarek. Mechanik 1989, nr  
6, s. 266 - 270.
23. Kozłowski T.S.: Oprogramowanie mikroprocesorowego  
systemu sterowania urządzeniami cieplno -  
chemicznymi do produkcji półprzewodników. Mat. IV  
Konf. nt. Zastosowanie Mikroprocesorów w Automatyce  
i Pomiarach, Warszawa 1984, s. 88 - 93.
24. Leśkiewicz H., Górzyński K.: Koncepcja modułowego  
bazowego systemu sterowania dla ESP. Przegląd  
literatury fachowej w zakresie rozwiązania gniazd  
produkcyjnych o cechach elastyczności. Oprac.  
MERA-PIAP 1988.

25. Melville R., Koshy G.: Selection criteria for manufacturing LANs. Mat. Konf. Autofact '85, North Holland, Amsterdam 1985, s. 4.13 - 4.30.
26. Merry P., Heeler A., Witte H., Finke R.: A computer intergrated produktion INSULA; design rules and standards. Mat. 1st ESPRIT Techn. Week, Brussels 1984.
27. Mesarovic M.D., Macko D., Takahara Y.: Theory of hierarchical multilevel systems. Academic Press, New York 1970.
28. Mesarovic M.D., Takahara Y.: General systems theory: Mathematical foundations. Academic Press, New York 1975.
29. Missala T.: Robot IRp-6/60 w elastycznym systemie produkcyjnym. Biuletyn PIAP 1987, nr 1, s. 5-12.
30. Pietrusiński Z.: Regulatory wielofunkcyjne mikroprocesorowego systemu regulacji ciągłej INTELEKTRAN - M. Mat. IV Konf. nt. Zastosowanie Mikroprocesorów w Automatyce i Pomiarach, Warszawa 1984, s. 94-99.
31. Proposal from SWG/P to ITAEGM on a possible CEN/CENELEC European standardisation work programme for advanced manufacturing technology. ITAEGM SWG/P 1987.
32. Protokół z 18 Posiedzenia PUS. Warna 1989.
33. Protokół z 19 Posiedzenia PUS. Boglarlelle 1989.
34. Report on a principal model for computer intergrated manufacturing. Danish Standards Association 1987.
35. Rey J.C., Luvison A.: LION - A local integrated optical network. Mat. 1st ESPRIT Techn. Week, Brussels 1984.
36. Rogowski Z., Strulak M.: Budowa i oprogramowanie mikroprocesorowego układu sterowania dla robota RIMP - 900. Mat. IV Konf. nt. Zastosowanie Mikroprocesorów w Automatyce i Pomiarach, Warszawa 1984, s. 173-178.
37. Saxe T.: MRP - II into CIM: The interface phase. Mat. Konf. Autofact '85, North Holland, Amsterdam 1985, s. 3.1 - 3.6.
38. Schuon G.: Die Bedeutung der Kommunikationsebene im CIM - Konzept. CIM Management 1986, nr 3, s. 57-59.

39. Soltys W., Czuchnowski J.: Komputerowe wspomaganie projektowania operacji montażu - metodyka SKANOM. Mechanik 1989, nr 6, s. 250-252.
40. Stachowski W.: Ergonomia i ochrona pracy w komputerowym systemie technicznego przygotowania produkcji. Mechanik 1989, nr 6, s. 247-249.
41. Strulak M., Olak A.: Wstępna koncepcja kompleksowej automatyzacji zakładu przemysłu maszynowego w oparciu o system CIM. Etap 1: Przegląd literatury dotyczącej istniejących rozwiązań systemów CIM. Oprac. MERA-PIAF 1988.
42. Strzelecka J., Stefański K.: Specjalizowane sterowniki urządzeń technologicznych. Różnicowanie potrzeb i przedstawienie programu działań budowy modułowego bazowego systemu sterowania urządzeniami technologicznymi, ewentualnie wykorzystując opracowane w kraju sterowniki. Oprac. MERA-PIAF 1986.
43. Syrczyński A.: Zdecentralizowane systemy mikroprocesorowe i sieci lokalne w automatyce. Mat. IV Konf. nt. Zastosowanie Mikroprocesorów w Automatyce i Pomiarach, Warszawa 1984, s. 19-37.
44. Syrczyński A., Słodczyk M., Kacprowski T., Partyka M., Kisiel A., Bartoszek J.: Koncepcja sterownika do automatyki kompleksowej, ESP, sterowanie maszyn i urządzeń technologicznych. Oprac. MERA - PIAP 1989.
45. Szczerbicki E.: Systemy ekspertowe - perspektywa wspomagania organizacji i zarządzania produkcją. Mechanik 1989, nr 6, s. 243-246.
46. The Standardization of Interfaces for Computer - Integrated Manufacturing (CIM). Current state of development and future requirements. Din Techn. Report No. 15, Beuth Verlag, Berlin - Köln 1988.
47. Was ist heute Stand der Technik bei Netzwerk - Herstellern? CIM Management 1986, nr 3, s. 34-49.
48. Wicklund T.L.: System performance in work center control environment. Mat. Konf. Autofact '85, North Holland, Amsterdam 1985, s. 4.1 - 4.12.
49. Wolf M.: Aktuelle Entwicklungen im LAN - Bereich. CIM Management 1986, nr 3, s. 14-18.

50. Yeomans R.W.: Design rules for computer integrated manufacturing systems. Mat. 1st ESPRIT Techn. Week, Brussels 1984.
51. Zakolski J., Stańczak W., Spružil R.: Szeregowa magistrala miejscowa zgodna z protokołem BITBUS. Etap 1: Opracowanie założeń technicznych. Oprac. MERA-PIAP 1989.
52. Zdecentralizowany mikroprocesorowy system automatyki kompleksowej INTEL DIGIT - PROWAY. MERA-PIAP - ulotka firm.
52. Zdecentralizowany mikroprocesorowy system automatyki kompleksowej INTEL DIGIT - PROWAY. MERA-PIAP - ulotka firm.
53. Systemy mikrokomputerowe i aparatura medyczna. Dialog - ulotka firm.
54. Systemy mikrokomputerowe i aparatura medyczna. Modulex - ulotka firm.
55. Systemy mikrokomputerowe i aparatura elektroniczna. Guru - ulotka firm.
56. System sterowników przemysłowych. MSA PIEBUS. Procesor komunikacyjny PK - 0. MSA-88.300. PIE - ulotka firm.