

**PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP**

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

074

A

Główny wykonawca prof.dr inż. Tadeusz Missala

Wykonawcy mgr inż. A.Aderek, mgr inż. A.Czernow (OTO-Lublin),
mgr inż. K.Majdan, prof.dr inż. T.Missala,
mgr inż. K.Stefański, dr inż. A.Syrczyński

Konsultant

Nr zlecenia
1065

Koncepcja systemu MAP wg modelu
OSI/ISO wraz z magistralą światło-
wodową

Zleceniodawca

CPBR 7.2

Prace rozpoczęto dnia 1986.12.15

zakończono dnia 1987.08.31

Kierownik Ośrodka:

Z-ca Dyrektora d/s
Automatyki

prof.dr inż. T. Missala

.....
dr inż. T. Gałazka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 105

Egz. 1 BOINTE

rysunków 35

Egz. 2 koordynator CPBR 7.2

fotografii -

Egz. 3 ZAP

tabel -

Egz. 4 IKSAiP

tablic 19

Egz. 5 PNEFAL

załączników -

Egz. 6 OAE-PIAP

Nr rejestr. 5899

Egz. 7 OAE-8 - PIAP

Egz. 8 OAP - PIAP

Analiza deskrypcyjowa AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA: SYSTEMY ZDECENTRALIZOWANE.
MODEL OSI/ISO: SYSTEM MAP. ŚWIATŁOWODY.

Analiza dokumentacyjna

Przedstawiono budowę modelu odniesienia OSI/ISO rozwiązującego znormalizowany sposób komunikacji pomiędzy systemami komputerowymi. Omówiono koncepcję systemu MAP, zaproponowanego przez General Motors, który stał się już światowym standardem komunikacyjnym dla zdecentralizowanych systemów automatyki. Przedstawiono relację pomiędzy normami systemu MAP i normą IEC 955 PROWAY-C. Podano propozycję rozwiązania technicznego możliwego w warunkach polskich oraz rozważono możliwość zastosowania magistrali światłowodowej.

Tytuły poprzednich sprawozdań

681.5 '65 Technika sterania autow. i maszyn
6817.068.009.14 Światłowody - zastosowanie

UKD

MAP-252/03-6000

SPIS TREŚCI

1. ZAGADNIENIA OGÓLNE	Str:	6
1.1. System MAP - geneza i cele	"	6
1.1.1. Wstęp	"	6
1.1.2. Główny kierunek rozwoju automatyzacji	"	6
1.1.3. Dotychczasowe drogi rozwoju	"	7
1.1.4. System MAP-cele do osiągnięcia i drogi realizacji	"	8
1.1.5. MAP - organizacje użytkowników	"	9
1.2. Model odniesienia OSI/ISO	"	11
1.2.1. Zagadnienia ogólne	"	11
1.2.2. Zasada budowy modelu wielowarstwowego	"	13
1.2.3. Zadania realizowane przez warstwy modelu	"	14
1.2.4. Obsługa połączeniowa i bezpołączeniowa	"	22
1.3. Prace normalizacyjne w zakresie realizacji modelu OSI/ISO	"	23
1.3.1. Wstęp	"	23
1.3.2. Prace normalizacyjne dotyczące warstw 1-4	"	24
1.3.3. Prace normalizacyjne dotyczące warstw 5-7	"	26
1.3.4. Normy funkcjonalne	"	28
1.3.5. Sytuacja normalizacyjna z punktu widzenia komputerowo zintegrowanego wytwarzania /CIM/	"	30
1.4. Koncepcja systemu MAP wg. informacji zagranicznych	"	33
1.4.1. Koncepcja ogólna	"	33
1.4.2. Technologie przesyłu: szerokopasmowa i w paśmie podstawowym	"	35
1.4.3. MAPa PROWAY-C	"	36
1.4.4. Mini-MAP	"	39
1.4.5. Zestawienie norm dla MAP	"	40
1.4.6. Magistrala miejscowa /Field Bus/ w Systemie MAP	"	40
1.4.7. Informacje o elementach i urządzeniach	"	42
TABLICE do R.1		
RYSUNKI do R.1		
2. KONCEPCJA REALIZACJI SYSTEMU MAP w POLSCE	"	44
2.1. WSMD na kablu koncentrycznym	"	44
2.1.1. Magistrala PROWAY-C	"	44
2.1.2. Realizacja WSMD w Warunkach Krajowych	"	49
2.2. Koncepcja sprzętowa i programowa realizacji warstw 1-3	"	47
2.2.1. Realizacja warstw 1-3 wg. standardu PROWAY-C	"	47
2.2.2. Realizacja warstwy 3-sieci	"	49
2.2.3. Koncepcja realizacji warstw 1-3 w warunkach krajowych	"	49
2.2.4. Powiązanie z innymi systemami	"	51
2.2.5. Normalizacja i atestacja	"	55
2.2.6. Harmonogramy realizacji zadań	"	55

2.3. Koncepcja magistrali miejscowej	str. 56
2.3.1. Rzeźniczenie magistrali miejscowej	" 56
2.3.2. Urządzenia magistrali miejscowej, ich techniczna realizacja	" 59
2.3.3. Prognoza rozwoju	" 61
2.4. Koncepcja realizacji systemu MAP w zakresie oprogramowania	" 62
2.4.1. Wymagania funkcjonalne na oprogramowanie obsługi komunikacji w sieci MAP	" 62
2.4.2. Język komunikatów MMFS	" 65
2.4.3. Perspektywiczny język programowania urzędzeń współpracujących w sieci MAP	" 66
2.4.4. Wnioski	" 67
TABLICE do r.2 RYSUNKI do r.2	
3. MAGISTRALA ŚWIATŁOWODOWA	" 69
3.1. Wymagania dla opracowania koncepcji magistrali PROWAY-C	" 69
3.1.1. Wstęp	" 69
3.1.2. Przedmiot wymagań	" 71
3.1.3. Obszar zastosowań	" 71
3.1.4. Struktura sieci PROWAY-C	" 71
3.1.5. Transmisja w kanale magistrali sieciowej	" 74
3.1.6. Redundancja środków transmisji	" 77
3.1.7. Magistrala światłowodowa	" 77
3.2. Koncepcja realizacji magistrali światłowodowej	" 81
3.2.1. Wstęp	" 81
3.2.2. Przedmiot i cel projektu	" 81
3.2.3. Założenia wstępne	" 81
3.2.4. Elementy magistrali światłowodowej	" 82
3.2.5. Topologia magistrali światłowodowej	" 89
3.2.6. Podsumowanie	" 93
3.2.7. Wykaz literatury do rozdziału 3.2	" 94
TABLICE do r.3 RYSUNKI do r.3	
4. WNIOSKI	" 95
5. LITERATURA	" 98
6. DOKUMENTY NORMALIZACYJNE	" 104

SPIS AUTORÓW

1. prof.dr inż. Tadeusz Missala p. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.1, 1.4.2,
1.4.3, 1.4.4, 1.4.5, 1.4.7, 4.
2. mgr inż. Krzysztof Stefański p. 1.4.6, 2.3.
3. dr inż. Andrzej Syrczyński p. 2.1, 2.2.
4. mgr inż. Andrzej Aderek p. 2.4.
5. mgr inż. Kazimierz Majdan p. 3.1.
6. mgr inż. Andrzej Czernow /OTO Lublin/ p. 3.2.

1. ZAGADNIENIA OGÓLNE

1.1. SYSTEM MAP - GENEZA I CELE

1.1.1. Wstęp

Postęp cywilizacyjny społeczeństw jest związany nierozdzielnie z rozwojem nauki, techniki i kultury, przyczym pomiędzy tymi dziedzinami istnieje wiele powiązań i interakcji. Wystarczy wspomnieć o wpływie jaki miał wynalazek druku na ożywienie wymiany myśli naukowej oraz na upowszechnienie oświaty, jak rozszerzył on krąg ludzi wykształconych dzięki większej dostępności dzieł naukowych i literackich. Ogólny wzrost poziomu wiedzy i kultury zaowocował kolejnymi wynalazkami technicznymi; spirala się rozkręciła, doprowadzając do coraz szybszego postępu we wszystkich wspomnianych dziedzinach. Jednym z problemów, który nurtował od początku społeczności ludzkie było zwiększenie wydajności działania. Ulepszenie broni myśliwskiej, narzędzi rolniczych i rzemieślniczych, wynalazki różnych maszyn i urządzeń produkcyjnych i transportowych oraz stała poprawa organizacji działania - oto kierunki którymi szedł i idzie postęp. Współczesnym wyznacznikiem postępu technicznego jest automatyzacja uwalniająca człowieka od prac monottonnych i zwielokrotniająca jego możliwości.

1.1.2. GŁÓWNY KIERUNEK ROZWOJU AUTOMATYZACJI

Wyraźnie zarysowanym kierunkiem rozwoju automatyzacji jest wytwórnia zautomatyzowana - fabryka jutra /rys.1.1/ stanowiąca zintegrowany system handlowo-przemysłowy. Powstaje on przez powiązanie w automatycznie pracujący system następujących głównych podsystemów:

- handlowo-serwisowej obsługi klienta
- projektowania wytworów
- zarządzania produkcją
- elastycznego wytwarzania
- gospodarki materiałowo-magazynowej

Patrząc inaczej zagadnienie wytwórni zautomatyzowanej można przedstawić jako wielopoziomowe zagadnienie wymiany i przetwarzania informacji oraz sterowania /tabl. 1.1/.

Automatyzacja każdego z podsystemów lub każdego z poziomów stanowi już zagadnienie skomplikowane; skala trudności rośnie nieproporcjonalnie przy ich zcalaniu.

1.1.3. DOTYCHCZASOWE DROGI ROZWOJU

Stosunkowo najprostszym i najwcześniej rozwiązywanym problemem była automatyzacja procesów wytwórczych ciągłych, której rozwój zaczął się od stosowania względnie prostych regulatorów wraz z urządzeniami współpracującymi. W miarę jednak wprowadzania coraz bardziej skomplikowanych procesów i urządzeń technologicznych oraz stawiania coraz wyższych wymagań układowi sterowania i tu skala trudności związanych z automatyzacją wytwarzania znacznie wzrosła /wprowadzenie sterowania optymalnego i adaptacyjnego w skali całych wydziałów produkcyjnych lub wytwórni/.

Kolejno, lub równolegle, w miarę doskonalenia sprzętu informatycznego i regulacyjnego, zaczęły powstawać m.in. [42] :

- komputerowe systemy wspomaganie projektowania wytworów i procesów technologicznych /CAD/,
- komputerowe systemy wspomaganie zarządzania /CAP,CAA/,
- komputerowe systemy gospodarki materiałowo-magazynowej,
- komputerowe systemy utrzymania jakości /C&Q/
- komputerowe systemy sterowania procesami produkcyjnymi, najczęściej jako systemy zdecentralizowane z rozłożonymi mocami obliczeniowymi /CAM/.

Istotnym przełomem, umożliwiającym objęcie automatyzacją dyskretnych procesów wytwórczych /np. w przemyśle maszynowym/ było wprowadzenie do użytku obrabiarek z komputerowym sterowaniem cyfrowym /CNC/ oraz robotów przemysłowych, co dało podstawy do przejścia na tzw. elastyczne metody prowadzenia produkcji. Elastyczne systemy produkcyjne w postaci gniazd, linii lub wydziałów stworzyły możliwość łatwego przechodzenia z wytwarzania jednych elementów do innych w ramach wytworów technologicznie podobnych dając podniesienie wydajności produkcji średnioseryjnej do poziomu uzyskiwanego przedtem jedynie przy produkcji masowej. Ponadto dają one możliwość eliminowania pracy ludzkiej z wielu operacji technologicznych /np. zgrzewanie, spawanie, malowanie/ a znacznego ograniczenia jej udziału w innych.

Kolejny krok, którego jesteśmy świadkami obecnie, to integrowanie różnych podsystemów w jeden system, obejmujący możliwie duży zakres działalności wytwórni. Rozwija się t.zwane komputerowo zintegrowane wytwarzanie /CIM/ jako istotny krok w kierunku powstawania wytwórni bezzałogowych. Zasadniczym zagadnieniem jest zorganizowanie sprawnego i elastycznego sposobu wymiany informacji pomiędzy dotychczasowymi niezależnymi systemami, które przejdą do roli podsystemów; trudności powiększa fakt różnorodności sprzętu, pochodzącego od różnych dostawców, który ma być zestawiony w jeden system kierowania przedsiębiorstwem. Rozwiązanie tego zagadnienia jest zasadniczym celem obecnych działań w zakresie automatyzacji. Taka jest geneza pojawienia się systemu MAP /Manufacturing Automation Protokol/ na scenie współczesnej techniki.

1.1.4. SYSTEM MAP - CELE DO OSIĄGNIĘCIA I DROGA REALIZACJI [N~~1~~, N2, 42, 50]

Zainicjowane przez amerykański koncern samochodowy opracowanie i wprowadzenie do użytku systemu MAP ma za cel stworzenie "światowego języka", za pomocą którego będą się mogły porozumiewać /tj. wymieniać informacje/ komputery "inteligentne" systemy sterowania i regulacji różnych producentów poprzez "otwartą" magistralę lub "otwartą" sieć przepływu danych.

Zwrot "otwarty" należy przy tym rozumieć jako wolny dostęp do tej wymiany informacji dla wszystkich systemów automatyzacji które posługują się - "mówią i rozumieją" światowym językiem MAP tj. realizują protokoły tego systemu. W tym rozumieniu MAP jest drogą do realizacji komputerowo zintegrowanego wytwarzania /CIM/.

Bizycznie realizacją systemu MAP jest rozgałęzioną sieć wymiany informacji /rys.1.2/; w punktach rozgałęźnych /GATEWAYS/ mogą się komunikować magistrale realizujące protokoły wg. różnych norm m.in. możliwe jest połączenie z modemami telekomunikacyjnymi /węzeł X25/. Do każdej z magistral mogą być dołączone, przez odpowiednie urządzenie liniowe, urządzenia różnych firm.

Z ważniejszych firm, które brały udział w pokazie "AUTOFACT 85" należy wymienić: AT&T, GULD, Hewlett-Packard, IBM, Honeywell, ASEA, Siemens, NCR, Motorola, INTEL, INI, DEC; można więc uznać, że pokaz miał charakter ogólnoświatowego consensusu dotyczącego stosowania systemu MAP.

Wymiana informacji w tak zrealizowanej sieci odbywa się wg. zasad podanych przez ISO w t.zw. modelu odniesienia OSI /Open System Interconnection - otwarte połączenie systemów/ [N2]. Model ten, sprawdzony praktycznie w sieciach telekomunikacyjnych, jest siedmiowarstwowym modelem wymiany informacji o następujących warstwach:

- 1 - fizyczna /physical/
- 2 - magistrala /data link/
- 3 - sieć /network/
- 4 - transport danych /transport/
- 5 - sesja łączności /session/
- 6 - standaryzacja danych /presentation/
- 7 - użytkownika /application/

Protokoły i interfejsy poszczególnych warstw są objęte dokumentami normalizacyjnymi ISO, szczegółowe omówienie modelu będzie podane w p. 1.2 opracowania.

1.1.5. MAP- ORGANIZACJE UŻYTKOWNIKÓW /wg. [23] /

Międzynarodowy zasięg systemu MAP oraz zainteresowanie wielu firm - potencjalnych użytkowników i producentów sprzętu i oprogramowania tego systemu pełną wymiennieścią jego fragmentów spowodowało zorganizowanie się "GRUP UŻYTKOWNIKÓW MAP". Powstały one w USA i Europie, Japonii i Kanadzie. Trwają przygotowania do powołania "Federacji Międzynarodowej Grup Użytkowników MAP", której zadaniem byłoby harmonizowanie działalności grup regionalnych, popięnienie współpracy technicznej oraz uchwalenie "Międzynarodowych Wymagań MAP" /International MAP Specification/. Pierwsze spotkanie w tej sprawie odbyło się w Detroit w dn. 9 listopada 1985r. bezpośrednio po pokazie "AUTOFACT 85".

Europejska Grupa Użytkowników MAP /EMUG/ powstała z inicjatywy europejskich producentów samochodów i firm chemicznych. Jej członkami mogą być firmy i organizacje, przyczym rozróżnia się status członka uczestnictwa lub członka obserwatora.

Członkami uczestnikami są firmy chcące aktywnie uczestniczyć w działalności EMUG zmierzającej do wprowadzania systemu. Mają oni prawo wyborcze do Komitetów EMUG i biorą udział w imprezach technicznych i organizacyjnych.

Członkowie obserwatorzy nie mają praw wyborczych, natomiast mają prawo udziału w dorocznym walnym zebraniu członków oraz we wszystkich posiedzeniach roboczych i mają dostęp do bieżących dokumentów MAP.

Organizacja EMUG obejmuje Komitet Kierujący /Steering Committee/ i Komitet Techniczny /Technical Committee/ mający obecnie trzy Grupy Robocze /Working Groups/. Komitet Kierujący składa się z wybranych: 15 przedstawicieli użytkowników i 5 przedstawicieli producentów; działa przy nim Sekretariat EMUG finansowany z wpłat za uczestnictwo.

Pierwsze posiedzenie wybranego Komitetu Kierującego odbyło się w Genewie w dn. 1986.02.06. Do owego dnia EMUG liczyła 45 uczestników - użytkowników, 41 uczestników - wytwórców i 54 obserwatorów z 11 krajów europejskich. Opracowana konstytucja /EMUG - Constitution/ sformułowała następujące cele EMUG:

- popieranie stosowania MAP przez europejskich użytkowników i wytwórców;
- popieranie rozwoju norm międzynarodowych dla MAP,
- zapewnienie najwyższej zgodności pomiędzy europejskimi i amerykańskimi wymaganiami dla MAP oraz wynikającymi z nich wytworami,
- zapewnienie dostępności wytworów MAP producentów europejskich umożliwiającą tworzenie zintegrowanych systemów komputerowego kierowania produkcją /CIM/ oraz sterowania i regulacji procesami technologicznymi,
- powołanie niezależnych europejskich centrów dla testowania i certyfikacji /MAP Conformance Testing and Certification/.

Dla osiągnięcia tych celów dąży się do nawiązania współpracy z ESPRIT - Projekt 955CNMA /Common Network for Manufacturing Automation - wspólna sieć dla automatyzacji wytwarzania/ jak również z ESPRIT - SPAG /Standard Promotion and Application Group - grupa dla promocji norm i zastosowań/.

Aktywna grupa europejska MAP ma duże szanse na uzyskanie znacznego wpływu na międzynarodowe wymagania dla MAP, przyczyną jest on zależny od zaangażowania użytkowników w prace Grup Roboczych Komitetu Technicznego. Ponieważ MAP przyspiesza rozwój systemów CIM w technice automatyzacji, został skierowany ogromny potencjał badawczy i produkcyjny w skali światowej na opracowanie wytworów wg. norm MAP.

Przewiduje się m.in. znaczne ograniczenie koniecznych zapasów u użytkowników, gdyż zostanie zmniejszona różnorodność rozwiązań systemowych specyficznych dla poszczególnych firm. Tym samym system MAP wpłynie na ograniczenie ryzyka zarówno producentów jak i użytkowników.

Pierwsze roczne zgromadzenie generalne Europejskiej Grupy Użytkowników MAP /EMUG/ odbyło się w dn. 1987.04.17 w Paryżu.

1.2. MODEL ODNIESIENIA OSI/ISO [N2, 13,24]

1.2.1. Zagadnienia ogólne

Systemy komputerowe różnych wytwórców posługują się różnymi konwencjami przedstawiania danych. Różnią się one wewnętrznym przedstawianiem znaków alfanumerycznych, wartości liczbowych, oznaczaniem bitów, sekwencjami sygnałów sterujących urządzeniami peryferyjnymi, strukturą danych itp. Mówi się więc w tym sensie o systemach heterogenicznych. W przeciwieństwie do systemów homogenicznych nazywa się systemy posługujące się takimi samymi konwencjami.

Dla umożliwienia wymiany informacji pomiędzy urządzeniami użytkownika sterującymi różnymi maszynami lub procesami, obok połączeń fizycznych konieczne jest określenie reguł wymiany struktury wymienianych danych; te reguły zwą się PROTOKOŁAMI. Zbiór wszystkich protokołów określa się jako ARCHITEKTURĘ SIECI.

Jest możliwym dopasowanie jednego systemu do konwencji stosowanych w innym systemie, tak by umożliwić wymianę informacji między nimi, odpowiednie urządzenia przetwarzające /dopasowujące, muszą zapewnić wzajemną konwersję protokołów. Na rys. 1.3 przedstawiono konfigurację, złożoną z czterech systemów heterogenicznych; żeby systemy te mogły komunikować się ze sobą trzeba zastosować sześć różnych urządzeń dopasowujących. Jeżeli rozpatrzyć przypadek ogólny to okazuje się że dla rozwiązania komunikacji pomiędzy N systemami heterogenicznymi konieczne jest zastosowanie $1/2 N (N-1)$ różnych urządzeń dopasowujących. Przy większej liczbie systemów rozwiązanie takie jest niepraktyczne i nieekonomiczne, szczególnie ze względu na ewentualną rozbudowę sieci, i nadzór nad jej pracą.

Alternatywną drogą rozwiązania zagadnienia jest znormalizowanie protokołów komunikacyjnych; dla każdego systemu należy wówczas opracować tylko jedno urządzenie, przeprowadzające konwersję protokołów własnych systemu na protokoły znormalizowane /rys.1.4/. Liczba potrzebnych urządzeń dopasowujących różnie teraz liniowo wraz z liczbą różnych systemów. Rozwiązanie takie minimalizuje liczbę niezbędnych urządzeń dopasowujących i zostało ono przyjęte jako podstawa dla modelu odniesienia ISO/OSI /Open Systems Interconnection/. Ustala on, poprzez opis protokołów, w jaki sposób ma być opracowane oprogramowanie aby była możliwa otwarta /swobodna/ komunikacja pomiędzy różnymi obiektami sterowanymi. System, spełniający normy modelu OSI jest nazywany systemem otwartym.

Dla zilustrowania różnicy pomiędzy liczbą urządzeń dopasowujących w systemie otwartym a ich liczbą przy rozwiązaniu tradycyjnym zestawiono na rys. 1.5 odpowiednie wykresy liczba urządzeń dopasowujących w funkcji liczby systemów.

Model OSI jest podzielony na 7 warstw w układzie hierarchicznym /rys.1.6/, każdej z warstw przyporządkowano określone zadania z dziedziny komunikacji. Zdefiniowanie warstw jest arbitralne; jest oczywiście możliwy inny podział zadań. Złożone zagadnienie przekazywania informacji zostało tym samym zdekomponowane na prostsze zagadnienia częściowe. Model dopuszcza podział każdej z warstw na podwarstwy; jest to celowym wówczas, gdy przy określonej koncepcji sieci protokoły danej warstwy są zbyt obszerne, aby były przedstawione w formie przejrzystej. Odwrotnie, niektóre z warstw mogą być zbiorami pustymi jeżeli ich funkcje nie są wykorzystywane.

Dla każdej z warstw podano opis funkcji oraz wymagania dla interfejsów z sąsiednimi warstwami, nie sprecyzowano natomiast opisu implementacji poszczególnych warstw. Dlatego też jest możliwe wprowadzenie różnych protokołów dla realizacji zadań każdej z warstw przy zachowaniu zgodności interfejsów.

Takie protokoły zostały opracowane np. w CCITT, ECMA i IEEE i przyporządkowane określonym warstwom modelu.

1.2.2. Zasada budowy modelu wielowarstwowego.

Zadaniem określonej warstwy jest przygotowanie obsługi warstwy położonej bezpośrednio wyżej w strukturze modelu, przyczym posługuje się ona usługami pochodzącymi z warstwy bezpośrednio niższej. Obsługa świadczona przez każdą warstwę jest przyporządkowana hierarchicznie, co ogólnie oznacza, że warstwa N jednego komputera np. A komunikuje się jedynie z warstwą N drugiego komputera np. B. Na tej podstawie mówi się o protokołach partnerskich /peer to peer/. Reguły komunikacji są ustalone w protokołach warstwy N. Na najniższym poziomie znajduje się fizyczne połączenie /komunikacja/ z inną maszyną. Zbiory danych wymieniane pomiędzy warstwami tego samego komputera nazywają się "jednostkami protokołu danych" /Protocol Data Units - PDU/. Interfejs umożliwiający warstwie N+1 korzystanie z obsługi przez warstwę N nazywa się "punktem dostępu do obsługi" /Service Access Point - SAP/. W punktach tych warstwa N stawia do wykorzystania warstwom wyższej swoje usługi w postaci t.zw. usług pierwotnych. Usługi pierwotne pozwalają np. na tworzenie lub odbudowywanie połączeń lub przesyłanie danych. Odbiorca może żądać usług pierwotnych /życzenie-request/ i wskazać punkt dostępu dla obsługi u odpowiedniego partnera /wskazanie, zadresowanie - indication/. Wskazany partner musi odpowiedzieć na żądanie usługi /odpowiedź - response/, ta odpowiedź musi być potwierdzona /potwierdzenie - confirmation/. Schemat tej wymiany podano na rys. 1.7.

Wymiana informacji pomiędzy dwiema stacjami użytkownika przebiega według następującego obrazu, przedstawionego w uproszczeniu. Informacja, która ma być przekazana, zostaje wprowadzona przez SAP najwyższej warstwy, która uzupełnia ją protokołem ważnym w tej warstwie, informując tym samym odpowiednią warstwę u partnera wymiany informacji, jaka obsługa jest oczekiwana. Tak rozszerzona PDU zostaje przekazana do warstwy bezpośrednio niższej; ta procedura powtarza się aż do warstwy najniższej, która formuje przesyłkę w postaci ciągu bitów i przesyła ją przez medium fizyczne /magistralę danych/. U odbiorcy następuje proces odwrotny. Poczynając od dołu każda z warstw oddziela element protokołu dla niej przeznaczony, wypełnia wynikające z niego czynności obsługowe i przekazuje pakiet danych do najbliższej warstwy wyższej.

Warstwa najwyższa przekazuje informację użytkownikowi /procesowi/ /rys.1.8/. Model odniesienia ISO przewiduje również możliwość komunikacji przez węzły pośredniczące /Intermediajne nodes/, jak to pokazano na rys. 1.9.

1.2.3. Zadania realizowane przez warstwy modelu

1.2.3.1. Warstwa fizyczna /PHYSICS/ - 1

Warstwa fizyczna opisuje warunki elektryczne i mechaniczne dla nadawania i odbioru strumienia bitów o strukturze nieokreślonej. Należą do nich w szczególności; zastosowane medium przesyłowe, przepływność binarna oraz elektryczna reprezentacja sygnałów. W nawiązaniu do tego znormalizowano złącza i kable transmisyjne. Przykładami protokołów warstwy 1 są X21 V24, oraz protokoły podane przez IEEE.

Dla zastosowań w sieciach lokalnych norma IEEE 802 opisuje możliwe technologie, które można podzielić z grubsza na przesyłanie w paśmie podstawowym i przesyłanie w paśmie nośnym. W szczególności, z punktu widzenia systemu MAP ważna jest norma IEEE 802.4. Token Bus /Magistrala z wędrującym żetonem/ oraz jej modyfikacja wg. Publikacji 955 IEC PROWAY-C. Zadania warstwy 1 można więc wymienić jako:

- nadawanie i odbiór strumienia bitów o strukturze nieokreślonej
- elektryczne reprezentacje sygnałów
- sposób przesyłau
- technika połączeń.

1.2.3.2. Warstwa magistrali /DATA LINK/ - 2

Zadaniem warstwy magistrali jest przygotowanie bezpiecznego i transparentnego przekazywania przesyłek z warstwy sieci do medium przesyłowego. Należy przytym rozwiązać trzy problemy podstawowe:

- rozpoznawanie i usuwanie błędów przekazywania danych,
- kontrola przepływu danych,
- dostęp do medium przesyłowego.

Dla wykrywania i usuwania błędów oraz kontroli przepływu danych przekazywany ciąg bitów jest formowany w RAMKI, które są ograniczone ściśle zdefiniowanymi ciągami bitów.

15

Dla zrealizowania rozpoznawania błędów ramki te zawierają sumy kontrolne. Ramki są nadawane sekwencyjnie i potwierdzone przez odbiornik po bezbłędnym odbiorze. Wykrycie błędu powoduje powtórzenie nadawania ramki.

Dla kontroli przepływu danych zastosowano, niezależnie od rozpoznawania błędów, mechanizm potwierdzenia; służy on głównie dopasowaniu szybkości nadawania do szybkości odbioru. Bez takiego dopasowania nadajnik mógłby nadawać dane szybciej niż odbiornik je odbierze i przetworzy lub zmagazynuje. Stosuje się różne metody przesyłania sygnałów potwierdzenia:

- każda wysłana ramka, po jej prawidłowym odbiorze, jest oddzielnie potwierdzana /stop-and-wait/,
- pomiędzy nadawcą i odbiorcą jest uzgodnione okienko W, którego wielkość określa liczbę ramek, jaka może być nadana bez otrzymania potwierdzenia. Dla kontroli w nadajniku jest umieszczony licznik, którego zawartość jest zwiększona o 1 po nadaniu każdej ramki. Odebranie potwierdzenia zmniejsza zawartość licznika o 1. Jeżeli zawartość licznika osiągnie wartość W, zostaje wstrzymany proces nadawania ramek, aż do otrzymania potwierdzenia.

Sygnały potwierdzenia mogą mieć postać oddzielnych ramek lub być przesyłane w pakiecie danych /piggy backed/.

Przykładem szeroko rozpowszechnionego protokołu warstwy 2 jest protokół HDLC.

Dla sieci lokalnych zostały przez IEEE opracowane specjalne normy /IEEE 802 Network Standards/, przyjęte również przez ISO i IEC. Normy te obejmują poza kontrolą przepływu danych i rozpoznawaniem błędów transmisji, także dostęp do medium przesyłowego. To spowodowało podział warstwy 2 na dwie podwarstwy: LLC /Logical Link Control - sterowanie sprzężeniem logicznym/ i MAC /sterowanie dostępem do medium/- rys. 1.10. Normy dla podwarstwy LLC definiują dwie różne metody obsługi:

- obsługa bezpołączeniowa niepotwierdzana /Unacknowledged Connectionless Service/. W tym wariacie obsługi przesyłki danych są wysyłane niezależnie jedna od drugiej, przyczym nie tworzą określonego ciągu. Dane mogą być wysyłane do jednego /Point-to Point/, kilku /Multi-cast/ lub wszystkich /Broad-Cast/ podłączonych odbiorników.

Odbiór przesyłek danych nie jest potwierdzany. Rozpatruje się możliwość stosowania tej obsługi z potwierdzeniem odbioru:

- obsługa zorientowana połączeniowo. W tym wariancie obsługi przed przesłaniem danych tworzy się połączenie od punktu do punktu pomiędzy obsługiwanyimi punktami warstw magistrali zaś po zakończeniu wymiany danych połączenie zostaje przerwane. Przesyłki danych są przesyłane przez to połączenie przy zachowaniu określonego porządku, a ich odbiór jest potwierdzony

Dla realizacji podwarstwy MAC znormalizowano procedury GSM/CD, magistrale z wędrującym żetonem i pierścien z wędrującym żetonem. Wykryształizowały się one ze zbioru różnych procedur dostępu do medium przesyłowego. Dla ich przyporządkowania i oceny należy uczynić następujące uwagi:

Procedury dostępu do medium przesyłowego dzielą się na zcentralizowane i zdecentralizowane:

- przy procedurach zcentralizowanych uprawnienia do objęcia medium są rozdzielane centralnie przez urządzenie decyzyjne /rys.1.11/,
- przy procedurach zdecentralizowanych nie ma urządzenia decyzyjnego, reguły dostępu do medium przesyłowego są wypracowywane samodzielnie przez wszystkie stacje /rys.1.12/.

Procedury zdecentralizowane dzielą się na deterministyczne i niedeterministyczne:

- w procedurach deterministycznych stacja otrzymuje dostęp do medium przesyłowego w określonej chwili, w uzgodnieniu z wszystkimi innymi stacjami; każda stacja deklarująca chęć nadawania ma wyznaczoną górną granicę przedziału czasu w którym może przesłać najbliższą ramkę;
- w procedurach niedeterministycznych nie ma takiej koordynacji, stacje znajdują się w stanie współzawodnictwa.

Zadania warstwy magistrali można więc zestawiać następująco:

- formowanie ramek
- kontrola przepływu informacji
- wykrywanie i usuwanie błędów transmisji
- dostęp do medium przesyłowego.

1.2.3.3. Warstwa sieci /NETWORK/ - 3

Podstawowymi zadaniami warstwy sieci są: wybór dróg przepływu informacji, zwielokrotnienie wykorzystania połączeń przygotowanych przez warstwę 2, obróbka błędów, kontrola przepływu danych oraz przenoszenie danych szczególnie ważnych /expedited data/. Podczas gdy protokoły warstwy 2 są wymienione pomiędzy systemami bezpośrednio sąsiadującymi, to warstwa 3 zajmuje się w szczególności transmisją danych pomiędzy systemami użytkowymi poprzez węzły pośredniczące /rys.1.9/. Transmisja ta może się odbywać w trybie statycznym i dynamicznym /tj. uwzględniającym ostatnią sytuację w sieci/. Dla lepszego wykorzystania połączeń przygotowanych przez warstwę 2, warstwa 3 zmienia większą liczbę połączeń pomiędzy stacjami obiektowymi, na jedno połączenie z węzłem pośredniczącym, o ile przebiegają one po tym samym odcinku magistrali. Oznacza to, że pakiety danych większej liczby powiązań transportowych będą przenoszone przez te same połączenia przygotowane przez warstwę 2, lecz będą rezsortowywane gdy zmienią się ich drogi przepływu. Ponadto w warstwie 3 przewiduje się mechanizmy usuwające ew. powstałe błędy transmisji, wykrywające zbyt długie przebywanie przesyłki w sieci oraz dublujące się pakiety danych.

Warstwa 4 - transportu danych jest obsługiwana przez warstwę 3 w dwojaki sposób tj. przez:

- obsługę bezpołączeniową,
- obsługę połączeniową /połączenia wirtualne/.

Dla pojedynczych /odosobnionych/ sieci lokalnych warstwa sieci może być pusta, gdyż istnieją bezpośrednie połączenie pomiędzy stacjami obiektowymi:

Zadania warstwy sieci można zresumować jako:

- kierowanie przesyłem informacji wewnątrz sieci rozgałęzionej,
- tworzenie i przerywanie połączeń sieciowych,
- zwielokrotnienie wykorzystania połączeń zrealizowanych przez warstwę 2.

1.2.3.4. Warstwa transportu danych /TRANSPORT/ - 4

Warstwa transportu danych jest najwyższą warstwą zależną od sieci i jednocześnie najniższą zorientowaną na użytkownika. Podczas gdy warstwa sieci wspomaga połączenia pomiędzy komputerami, zadaniem warstwy transportu danych jest zapewnienie transparentnego przekazywania danych pomiędzy procesami /obiektami, mówi się tu o komunikacji punkt do punktu. Warstwa 4 oddziela zagadnienia zastosowań od zagadnień transportu danych, stawia użytkownikowi do dyspozycji obsługę niezależną od sieci. Uruchomienie połączeń transportowych wymaga uzgodnienia wskaźników dobroci obsługi, którymi mogą być przykładowo:

- maksymalny dopuszczalny czas dla wyłonienia połączenia,
- prawdopodobieństwo spowodowania przez warstwy 1-4 przerwania połączenia
- udział przesyłek fałszywych, zgubionych i podwojonych w całkowitej liczbie przesyłek,
- ochrona danych,

Zadanie warstwy transportu danych względem warstw niżej położonych będzie spełnione wtedy, gdy zostanie osiągnięty wymagany wskaźnik dobroci obsługi. ISO przewiduje 5 klas protokołów warstwy transportu danych, różniących się zarówno wskaźnikami dobroci obsługi jak i zakresem oferowanych funkcji /rys.1.13/.

Poza przygotowaniem obsługi o wymaganym wskaźniku dobroci zadaniem warstwy transportu danych jest segmentowanie i zestawianie powrotne przesyłek, co wynika z faktu, że warstwa 5 akceptuje przesyłki o dowolnej długości, zaś warstwa 3 dopuszcza przesyłki o ograniczonej długości. Dopasowanie musi nastąpić w warstwie 4 i ta funkcja jest spełniona przez wszystkie klasy protokołów warstwy transportu danych.

Zadania warstwy transportu danych można zreasumować jako:

- realizacja, niezależnie od sieci, transportu danych od punktu do punktu,
- zapewnienie wymaganej jakości transportu danych,
- oddzielenie użytkownika od zagadnień transportowych.

1.2.3.5. Warstwa seansu łączności /SESSION/ - 5

Zadaniem warstwy seansu łączności jest sterowanie komunikacją pomiędzy użytkownikami. W tym celu są przygotowane dla użytkowników usługi umożliwiające organizację i synchronizację ich dialogu, usługi te są zorganizowane jako pakiety funkcjonalne /programowe/. Dla uniknięcia niezgodności przy organizowaniu, seansu łączności ISO znormalizowała te pakiety funkcjonalne, zestawiając je w trzy klasy /podzbiory/ -

- podstawowy podzbiór złożony /Basic Combined Subset - BCS/
- podstawowy podzbiór zsynchronizowany /Basic Synchronized Subset - BSS/
- podstawowy podzbiór działania /Basic Activity Subset - BAS/.

Jednostka funkcjonalna "jądro" /Kernel/ obejmuje usługi dla zorganizowania i rozłączenia połączeń komunikacyjnych oraz dla transmisji danych. Przewidziano dwie jednostki funkcjonalne dla wymiany danych: półduplex, umożliwiająca wymianę naprzemienną i duplex - umożliwiająca wymianę jednoczesną, oczywiście nie mogą one ze sobą współpracować. Pozostałe jednostki funkcjonalne realizują usługi w zakresie umożliwienia podziału komunikacji na logiczne odcinki. W tym celu do strumienia danych są wprowadzane punkty synchronizacyjne. Główne punkty synchronizacyjne rozkładają /dzielą/ wymianę danych na ciąg jednostek dialogowych. Odbiór takiego głównego punktu synchronizacyjnego musi zostać potwierdzony przed kontynuowaniem wymiany następnych fragmentów dialogu.

Pomocnicze punkty synchronizacyjne umożliwiają dalszy podział jednostek dialogowych, przyczym są one potwierdzone później, co nie przerywa przesyłania danych. Po otrzymaniu potwierdzenia dane przesłane przed przekazaniem pomocniczego punktu synchronizacyjnego, zostają uznane za pewne.

Zadania warstwy seansu łączności można więc zresumować jako:

- sterowanie komunikacją
- ustalanie punktów kontrolnych w przesyłkach
- odbudowywanie przerwanych połączeń transportowych
- przesłuchiwanie przesyłek.

1.2.3.6. Warstwa standaryzacji danych /PRESENTATION/ - 6

Zadaniem warstwy standaryzacji danych jest kodowanie i prezentacja /przedstawianie/ informacji wymienianych pomiędzy systemami otwartymi. Jednostki warstwy użytkownika uzgadniają przedewszystkim jaka ma być struktura danych przesyłanych oraz jakie rodzaje i wartości danych będą używane /nie następuje tutaj jednak kodowanie na postać bitową/. Po uzgodnieniu nazywa się abstrakcyjną składnią przesyłania, a odpowiednim językiem jest np. ASN.1 /Abstract Syntax Notation one/ wg. norm ISO.

Zadaniem warstwy standaryzacji danych jest przekazywanie zespołów danych przy zachowaniu ich zawartości informacyjnej. W tym celu musi ona znać abstrakcyjne składnie przesyłania przyjęte przez jednostki warstwy użytkownika. Jednostki warstwy standaryzacji danych napotykają więc uzgodnienia o konkretnej składni przesyłania, przyczym zostaje ustalone w jaki sposób mają być zakodowane zespoły danych ustalone przez jednostki warstwy użytkownika. To ustalenie nosi nazwę konkretnej składni przesyłania. Przyporządkowanie pomiędzy abstrakcyjną i konkretną składnią przesyłania jest określone jako kontekst prezentacji danych. Jako konkretną składnię przesyłania odpowiadającą ASN.1, opracowano w ISO projekt Basic Encoding Rules for ASN.1 /podstawowe reguły kodowania dla ASN.1/, dalszymi prostszymi przykładami są ASC II i EBCDIC.

Ponieważ w powszechnie stosowanych systemach komputerowych występują różne sposoby przedstawiania danych, warstwa standaryzacji danych musi, przed przekazaniem danych przeprowadzić transformację pomiędzy składniami lokalnymi i konkretną składnią, przyjętą w tej warstwie.

Ponadto warstwa 6 przekazuje wyżej do warstwy 7 usługi warstwy 5, przyczym ich większość jest przekazywana bezpośrednio.

Zadania warstwy standaryzacji danych mogą być zresumowane następująco:

- dopasowanie kodowania do przenoszonych danych,
- transformacja wzajemna lokalnych składni i składni przesyłania.

1.2.3.7. Warstwa użytkownika /APPLICATION/ - 7

Zadaniem warstwy użytkownika jest przygotowanie protokołów specyficznych dla określonych zastosowań. Przy opracowywaniu norm stosowano dwa podejścia:

- jednym było opracowanie protokołów dla pewnych znormalizowanych zastosowań np. przekazywanie danych, poczta elektroniczna i przekazywanie zleceń,
- drugim było przygotowanie funkcji podstawowych wewnątrz warstwy użytkownika, które mogą być wykorzystane dla zastosowań specjalnych.

Te dwa podejścia doprowadziły do opracowania dwóch klas obsługi wewnątrz warstwy użytkownika:

- elementów obsługi wspólnych dla różnych zadań /Common Application Service Elements - CASE/,
- elementów specyficznych do zastosowań /Specific Application Service Element - SASE/.

Wewnątrz CASE elementy zostały podzielone na grupy. Dla złączenia i rozłączenia określonego połączenia pobiera się przygotowane funkcje z podzbioru jądra bazowego.

Dalszą grupę są elementy obsługi sterowania w systemach rozdzielonych /CCR - Commitment, Concurrency And Recovery - Przekazywanie Współdziałanie, Odzykiwanie/.

Wewnątrz SASE są natomiast dostępne następujące elementy obsługi:

- FTAM /File Transfer, Access and Manipulation - Przekazywanie dostęp i manipulowanie zbiorami/
- JTM /Job Transfer and Manipulation - Przekazywanie i manipulowanie zadaniami/
- VTS /Virtual Terminal Service - Obsługa Terminala Wirtualnego/.

Odpowiednie normy będą w najbliższym czasie opracowane przez ISO. Niezależnie od tego CCITT i ECMA opracowały normy dla warstwy użytkownika. Szczególnie duże uznanie uzyskała norma CCITT /X.400 -Serie-Message Handling Systeme - System Operowania Przesyłkami/.

Reasumując, zadaniami warstwy użytkownika są:

- sprzężenie z procesem sterowanym,
- przygotowanie podstawowych funkcji obsługi programów użytkowych.

1.2.4. Obsługa połączeniowa i bezpołączeniowa

Na zakończenie omawiania modelu odniesienia OSI należy rozpatrzyć zagadnienie wzajemnego stosunku obsługi zorientowanej połączeniowo i obsługi bezpołączeniowej. Początkowa wersja modelu odniesienia ISO przewidywała, dla wszystkich warstw, obsługę zorientowaną połączeniowo. Dla ogólnej integracji sposobu obsługi przesyłek /Datagramm-dienster/ w modelu odniesienia w ISO opracowano projekt aneksu. Dodatkowe normy opisują obsługę bezpołączeniową dla warstw 2,3,4. Dla wyższych warstw taka obsługa byłaby niewłaściwa, gdyż na ich poziomie następuje strukturyzacja komunikacji pomiędzy procesami użytkowymi oraz są ustalane uzgodnienia prowadzenia dialogu.

Istnieje szereg zastosowań w których obsługa bezpołączeniowa jest pożądana. Obniża ona koszty i zmniejsza opóźnienia w obsłudze, wynikające z łączenia i rozłączania połączeń oraz przekazywania potwierdzeń. Ponadto obsługa bezpołączeniowa jest łatwiejsza do implementacji.

Oba rodzaje obsługi mogą być skojarzone na poziomie różnych warstw. W MAP i TOP przyjęto rozwiązanie w którym zorientowany połączeniowo transport danych /klasy 4/ nakłada się na bezpołączeniową obsługę warstw 2 i 3. IBM natomiast preferuje rozwiązanie w którym wszystkie warstwy mają obsługę zorientowaną połączeniowo.

Problematyka ta zostanie wyjaśniona na przykładzie. Przyjmijemy obsługę zorientowaną połączeniowo dla warstw 2,3 i 4. Na poziomie każdej warstwy następują budowa połączenia:

- żądanie wywołania /call request/
życzenie utworzenia połączenia zgłoszone przez określoną jednostkę
- dojście wywołania /incoming call/
życzenie zostaje przedstawione jednostce-partnerowi
- akceptacja wywołania /call accepted/
życzenie zostaje przyjęte przez jednostkę-partnera
- połączenie wywołania /call connected/
jednostce wywołującej zostaje udostępnione efektywne połączenie.

Jest przytym wymagane dla uruchomienia połączenia na poziomie warstwy 4, aby na poziomach warstw 2 i 3 /w takiej kolejności/ były przygotowane połączenia, co umożliwi dopiero przesyłanie przez warstwę 4 informacji w sposób połączeniowy. Na rys. 1.14 pokazano przebiegi czasowe realizacji takiego połączenia dla transportu danych, przyczym dla zwiększenia przejrzystości nie wprowadzono przebiegu potwierżeń.

Dla porównania na rys. 1.15 przedstawiono przygotowanie połączenia przy połączeniowo-zorientowanym protokole transportu danych i bezpołączeniowej obsłudze warstw 2 i 3. Widać wyraźnie różnice pomiędzy wartościami czasów T4 potrzebnych dla budowy połączenia w warstwie 4, przy obu rodzajach obsługi w warstwach 2 i 3.

1.3. PRACE NORMALIZACYJNE W ZAKRESIE REALIZACJI MODELU OSI/ISO

1.3.1. WSTĘP

Model odniesienia OSI/ISO stanowi ogólną architekturę systemu komunikacyjnego i w tym sensie uzyskał ogólnoświatową akceptację. Ażeby jednakże zbudować na jego bazie ogólnoświatową znormalizowaną "mowę" dla automatyzacji procesów technologicznych - "komunikacyjne ESPERANTO" konieczne jest aby dla realizacji poszczególnych warstw modelu zostały opracowane normy międzynarodowe cieszące się dostatecznie szerokim poparciem producentów i użytkowników systemów sterowania.

Pierwszy kompletny zestaw norm obejmujący cały model OSI został opracowany w CCITT dla użytku telekomunikacji, nie może być on jednak wykorzystany w systemach sterowania. Normy opisujące realizację zadań poszczególnych warstw modelu stały się przedmiotem prac ogólnoświatowych organizacji normalizacyjnych:

- ISO - Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej
 - IEC - Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej
 - regionalnych organizacji normalizacyjnych np.
 - ECMA - Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Komputerów
 - narodowych organizacji normalizacyjnych, wywierających zasadniczy wpływ na normalizację międzynarodową,
 - IEEE - Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników /USA/
 - EIA - Stowarzyszenia Przemysłu Elektronicznego /USA/
- Prace nie zostały dotąd całkowicie zakończone.

23

1.3.2. PRACE NORMALIZACYJNE DOTYCZĄCE WARSTW 1-4 [26,56]

Początek prac nad znormalizowaną magistralą danych i protokołami jej obsługi /warstwy 1,2 OSI/ w zastosowaniu do sterowania procesami sięga 1975r., kiedy to w Podkomitecie 65C IEC została powołana Grupa Robocza WG6 "Komunikacja między podsystemami komputerowymi dla sterowania procesami". Wynikiem jej prac było pojawienie się w 1979r. pierwszego projektu normy dotyczącej magistrali PROWAY /Process Data Highway/. Ten kierunek prac zakończył się opracowaniem kompletu projektów norm dla magistral PROWAY A i B, przyjętych w 1986r. jako Raport IEC, gdyż opracowanie to nie uzyskało dostatecznego poparcia międzynarodowego by stać się Publikacją IEC z powodów podanych poniżej.

Równolegle z pracami IEC/SC 65C/WG6 została opracowana w USA przez IEEE grupa norm pod wspólną nazwą "Local Area Network" - LAN i wspólnym numerem IEEE 802.

Ta grupa norm uzyskała silne poparcie przemysłu USA i związanych z nim lub kooperujących przemysłów krajów zachodnio-europejskich, co spowodowało prawie natychmiastowe przyjęcie jej w poczet norm ISO pod numerem DIS 8802.

W tej sytuacji w IEC/SC65C/WG6 opracowano nowy projekt normy dla magistrali systemów automatyki, który znalazł dostateczne poparcie i został opublikowany jako Publikacja IEC 955 PROWAY C. Ta publikacja uzyskała również poparcie krajów członkowskich RWPG i została przyjęta jako perspektywiczna dla ich prac.

Dla bliższego scharakteryzowania stanu technicznego wynikającego z wymienionych dokumentów, należy podać kilka szczegółów. Norma 802 definiuje w pełni kilka wariantów warstwy 1 oraz warstwę 2. Warstwę 1 i część funkcji warstwy 2 /podwarstwa MAC/ obejmują normy:

- 802.3 CSMA/CD tj. magistrala wielodostępna z dostępem wrywalizacji i wykrywaniem kolizji /stochastycznym/,
- 802.4 Token Bus tj. magistrala z wędrującym "żetonem"
- 802.5 Token Ring tj. pierścień z wędrującym "żetonem"

Norma 802.4 przewiduje dwa rodzaje medium przesyłowego:

- transmisję z przepływnością binarną 1 Mb/s po kablu koncentrycznym 75Ω z modulacją z ciągłością fazy i kódowniem typu Manchester, przy braku izolacji w odgałęzieniach do stacji,

- transmisję z przepływnością binarną 5 lub 10 Mb/s po kablu koncentrycznym 75Ω z modulacją z koherencją fazy i kodowaniem bezpośrednim przy wprowadzeniu oddzielenia galwanicznego w odgałęzieniach do stacji.

Ze względu na większą odporność na przeciążenia, deterministyczny charakter dostępu do magistrali i oddzielenie galwaniczne stacji, w środowisku automatyków poparcie uzyskała norma 802.4 w wersji z modulacją z koherencją fazy.

Podwarstwę LLC warstwy 2 definiuje norma 802.2.

Norma IEC 955 PROWAY C, która powstała pod wpływem normy IEEE 802 jest z nią zgodna, lecz nie jest zgodna z jej częściami. Przewiduje ona stosowanie takiego samego kabla koncentrycznego 75Ω , oddzielenie galwaniczne w odgałęzieniach do stacji, przepływność binarną 1 Mb/s oraz modulację z ciągłością fazy i kodowanie typu Manchester.

Normę tę można względem norm 802 scharakteryzować następująco:

- jest w dużym stopniu zgodna z wersją „Token Bus” sieci lokalnej,
- daje pełną definicję warstw 1 i 2 modelu OSI
- ma pełną i wyczerpującą dokumentację
- elementy VLSI realizujące jej protokoły są zapowiadane przez wiele firm; niektóre z nich miały się ukazać w 1986r.

Tym nie mniej kilka krajów [N18] a mianowicie Francja, RFN, i Wielka Brytania zgłosiły konieczność włączenia do PROWAY, a6 wersji magistrali szerokopasmowej i sygnału z modulacją z koherencją fazy przy przepływności binarnej 5 i 10 Mb/s.

Odpowiednie prace ma podjąć SC 65C/WG6.

Jeżeli chodzi o normy definiujące realizację zadań warstw 3 i 4 to IEC/SC65C/WG6 przystąpiła dopiero niedawno do odpowiednich prac, nie ma żadnych dokumentów na ten temat i bardzo możliwe że prace te uległy zawieszeniu. Natomiast jest kilka norm opracowanych w ISO dotyczących obsługi omawianych warstw modelu OSI.

Znane obecnie dokumenty normalizacyjne dotyczące warstw 1-4 modelu OSI zestawiono w tablicy 1.2.

1.3.3. PRACE NORMALIZACYJNE DOTYCZĄCE WARSTW 5-7 [26,55,N9,N11,
N12,N13,N14,N15,N16]

Prace normalizacyjne dotyczące protokołów warstwy 5 "Seans łączności" modelu ISO/OSI są prowadzone w ISO. Ustanowiono normy IS8326 i IS8327 definiujące obsługę i protokoł połączeniowo-zorientowanego seansu łączności oraz dwa projekty norm: DP8867 dotyczący transmisji pół-duplex oraz DP9234 dotyczący transmisji duplex. Jak wynika z dokumentów ISO [N9,N39] projekt DP8867 uzyskał najpierw rangę DIS, został rozesłany do głosowania poczem w grudniu 1986r. zrewidowany na podstawie uwag ISO/TC97 i rozesłany ponownie. Należy spodziewać się, że wkrótce zostanie ustanowiony jako norma międzynarodowa. Projekt DP9234 został przedyskutowany we wrześniu 1986r. i postanowiono go zmodyfikować, tak by był uzgodniony z DIS 8867. Ponadto prowadzone są prace nad normami dotyczącymi obsługi bezpołączeniowego seansu łączności /ISO/TC97/, ale nie mają one istotnego znaczenia z punktu widzenia automatyki. Prace normalizacyjne dotyczące obsługi warstwy 6 "Standaryzacja danych" też są prowadzone w ISO w TC 97. Ustanowiono normę IS 6934 "Symbole dla przekazywania tekstu" projekt norm DIS 8824 i DIS 8613 oraz projekty wstępne DP8822 i 8823. Dokumenty te nie były dotąd rozpatrywane w TC184 z punktu widzenia automatyki. Prace normalizacyjne dotyczące obsługi warstwy 7 "Użytkownika" są prowadzone wielotorowo i wymagają szerszego komentarza. Prace rozpoczęto zarówno w IEC/SC65C/WG1 jak i ISO/TC97. Pierwsze opracowanie IEC było dyskutowane na zebraniu w Montrealu w maju 1985r. Ponieważ EIA wypuściła w 1984 dokument EIA/IE-31/1393A dotyczący Obsługi Przeysłek dla wytwarzania /MMS - Manufacturing Message Service/, zlecono WG1 opracowanie dokumentu uzgodnionego z EIA. Żaden następny dokument nie został przez IEC/SC65C/WG1 rozesłany. Natomiast EIA podniosła dokument IE-31/1393A do rangi projektu normy RS 511, a obecnie już normy; dokument ten zyskał dużą aprobatę międzynarodową i w r.1986 ISO opracowało i rozesłało projekt DP9506, zgodny z RS 511, który został zrewidowany w grudniu 1986r. i miał być ukończony w maju 1987r. na zebraniu ISO/TC184/SC5/WG2.

Należy się spodziewać ponownego rozesłania tego dokumentu, być może już na poziomie DIS.

Zarówno norma RS 511 jak i DP 9506 opisują część wspólną /ogólną/ obsługi przesyłek i wymagają norm towarzyszących przedmiotowych /Companion Standards/ oraz norm formułujących szczegółową obsługę niektórych zadań. Normy dotyczące szczegółowej obsługi zadań zostały opracowane w ISO; zostały one wymienione w tablicy 1.3, natomiast normy towarzyszące mają dotyczyć języków programowania i innych uzupełnień do MMS dla:

- sterowania numerycznego obrabiarek
- robotów przemysłowych
- sterowników programowalnych
- sterowania procesami ciągłymi
- układów wizyjnych
- półprzewodników
- gniazd i linii wytwórczych
- rdzenia /core/ MMS.

Odnosnie opracowania normy towarzyszącej do MMS dla numerycznego sterowania obrabiarek ISO/TC184/SC1 rozesłał ankietę z terminem odpowiedzi do końca maja 1987r. Polska poparła propozycję opracowania tej normy. Norma dotycząca języka programowania układów NC jest w opracowaniu.

Propozycja opracowania normy towarzyszącej do MMS dla robotów przemysłowych była ankietowana i początek prac ma nastąpić we wrześniu 1987r. Normę opracowuje ISO, TC184/SC2.

W zakresie języka programowania dla sterowników programowalnych został opracowany przez IEC/SC65A/WG6 projekt rozesłany do nadesłania uwag jako dokument IEC-65A/Secretariat/67.

Dokument ten był dyskutowany na zebraniu w Pradze w lipcu 1987r. i ma być ponownie rewidowany. Następnie SC65A przystąpi do prac nad normą towarzyszącą do DP9506 w zakresie sterowników programowalnych. W tym celu na zebraniu w Pradze /lipiec 1987/ powołano specjalną grupę roboczą 65A/SWG, złożoną ze specjalistów z 65A/WG6 i ekspertów od sterowania procesami ciągłymi, opracuje^{ona} raport o sposobie prowadzenia prac w obu tematach. Raport ma być przedstawiony w ciągu roku i będzie dyskutowany na zebraniu w Sztokholmie w październiku 1988r. Po tym terminie ruszą prace nad normą stowarzyszoną do DP9506 dla sterowników programowalnych.

Norma na język programowania dla procesów ciągłych została wg. [N9] przypisana do IEC/SC65C/WG1 i zgodnie z decyzją SCIA /Komitet Sterujący dla Automatyki Przemysłowej/. [N12] ma być opracowana przy współpracy ze specjalistami z ISO/TC184/SC3/WG2. Ostateczne decyzje o miejscu jej opracowania zapadną w końcu 1988r. na podstawie raportu SC65A/SWG.

Żaden termin ukazania się projektu nie jest znany. Dla opracowania norm towarzyszących w zakresie układów wizyjnych, półprzewodników oraz gniazd i linii wytwórczych nie ustalono dotąd autorskiego gremium międzynarodowego.

Zagadnieniami związanymi z rdzeniem /Core/ obsługi MMS zajmuje się ISO/TC184/SC5.

1.3.4. NORMY FUNKCJONALNE /Functional Standards/ [N10]

Rosnące zainteresowanie firm produkujących sprzęt automatyki uzyskaniem nieograniczonej komunikacji spowodowało powstanie Grupy dla Promocji i Zastosowań Norm/SPAG-Standard Promotion and Application Group/ sformowanej przez uczestników programu ESPRIT /European Strategic Program for Research and Development in Information Technology/. Grupa SPAC wytyczyła cztery główne pola zainteresowań:

- a/ opracowanie norm podstawowych dla modelu OSI
- b/ opracowanie norm funkcjonalnych
- c/ badania z punktu widzenia zastosowań
- d/ projekty pokazowe.

Temat a/ został omówiony w p. 1.3.2 i 1.3.3; obecnie zostanie omówiony temat b/. Co to są więc normy funkcjonalne? Model OSI ma strukturę warstwową i wszystkie prace normalizacyjne z nim związane też mają strukturę warstwową. Tak więc, aby spełnić określoną funkcję użytkownika lub zastosowania należy zrealizować stos norm, co stanowi przejście przez wszystkie warstwy. Jednocześnie należy wybrać określone warianty realizacji zadań, oferowane przez zestaw norm dla każdej warstwy. Tak więc zadaniem norm funkcjonalnych jest ograniczenie do minimum "stopni swobody" w realizacji komunikacji, jakie dają normy opisujące poszczególne warstwy.

Opracowanie norm funkcjonalnych będzie więc krokiem ostatecznym we współpracy przedkonkurencyjnej różnych firm; dalszym krokiem będzie już indywidualna implementacja na komputery poszczególnych firm, która stanie się dziedziną walki konkurencyjnej.

Główne zasady ogólne norm funkcjonalnych mogą być zestawione następująco:

- A. Norma funkcjonalna wybiera /specyfikuje/ jedną lub więcej norm OSI dla zrealizowania określonych wymagań w dziedzinie komunikacji pomiędzy komputerami. Czyni to ona w postaci stwierdzenia typu "Jeżeli ma być zrealizowana funkcja X należy użyć norm A,B,C... w sposób podany". Normy A,B,C.... tworzą zestaw roboczy dla normy funkcjonalnej.
- B. Każda funkcja powinna być ściśle zdefiniowana aby:
 - a/ uniknąć pomieszania z innymi funkcjami
 - b/ umożliwić łatwe rozpoznanie adresatów funkcji w świecie realnym.
- C. Norma funkcjonalna, zdefiniowana jak podano wyżej, ma być stosowana dla:
 - a/ ustalenia w jaki sposób jedna lub więcej norm powinny być stosowane, przy wzajemnym powiązaniu, w określonym otoczeniu i dla spełnienia określonych wymagań,
 - b/ promocji, w sposób sterowany, wczesnego stosowania stabilnych projektów norm,
 - c/ wprowadzenia systemu powiązania różnych zastosowań norm, co ma istotne znaczenie dla użytkowników i dostawców,
 - d/ wprowadzenia dokumentu odniesienia umożliwiającego żądanie wzajemnego dopasowania zestawu norm, stosowanych w określonym otoczeniu funkcjonalnym.
- D. Normy funkcjonalne nie powinny zmieniać norm na które się powołują, lecz wyjaśniać powiązania pomiędzy normami tworzącymi zestaw wspólnie stosowany i mogą ponadto specyfikować szczegóły każdej normy stosowanej.
- E. Należy aby norma funkcjonalna nie powodowała:
 - a/ wymagań odnośnie jakiegokolwiek zmiany struktury zdefiniowanej przez model odniesienia OSI,
 - b/ nie zmieniała natury dopasowania wymagań dla całego systemu otwartego którego dotyczy,

c/ definiowania całej funkcjonalności komunikacyjnej systemu. Przykładem projektów norm funkcjonalnych mogą być „specyfikacje MAP”, o których będzie mowa dalej.

Zagadnieniu norm funkcjonalnych było poświęcone zebranie Grupy Specjalnej ISO/TC97 w Berlinie w dn. 1986.10.15-17. Sprawozdanie z obrad, przedstawione Komitetowi 97 ISO przewiduje prowadzenie prac nad tymi normami pod auspicjami TC97. Równocześnie Przewodniczący TC184, który brał udział w tym zebraniu uznał za konieczne powołanie odpowiedniej Grupy Specjalnej w Komitecie 184 i ścisłą współpracę z Komitetem 97. ISO przyjmuje rolę wiodącą w skali międzynarodowej w zakresie norm funkcjonalnych i będzie działać we współpracy z różnymi organizacjami zrzeszającymi użytkowników m.in. amerykańską COS, japońską POSI i europejską SPAG.

Komitet 97 planował zebranie Specjalnej Grupy Roboczej w marcu 1987, a Komitet 184 - w kwietniu 1987r.

1.3.5. SYTUACJA NORMALIZACYJNA Z PUNKTU WIDZENIA KOMPUTEROWO ZINTEGROWANEGO WYTWARZANIA /CIM/.

W styczniu 1987r. został przygotowany raport „Program europejski prac normalizacyjnych dla zaawansowanych technik wytwarzania” [N17] opracowany przez „Grupę ekspertów doradców od techniki informacji w zakresie wytwarzania” powołaną przez „Komitet Sterujący w zakresie techniki informacji”. Raport ten obejmuje przegląd stanu prac normalizacyjnych w całym obszarze komputerowo zintegrowanego wytwarzania. Ważniejsze, z punktu widzenia niniejszego opracowania, grupy tematyczne wyglądają następująco:

A. WSPÓŁPRACA /Interworking/ - komunikacja między urządzeniami wykorzystująca model OSI i normy funkcjonalne np. MAP i TOF. Rozpatrzono zagadnienie komputerowo zintegrowanego wytwarzania /CIM/ koncentrując się na architekturze i komunikacji. Przyjęto, że problemy komunikacji powinny być adresowane do 7 warstwowego modelu ISO/OSI i związanych z nim norm ISO, tak aby powstało niezbędne środowisko komunikacyjne, uwzględniające specjalne wymagania automatyki przemysłowej.

a/ Architektura środowiska wytwórczego obejmuje:

- klasyfikację sieci przemysłowych,
- identyfikację specjalnych problemów współpracy.

W tym zakresie zostały wyemitowane dokumenty:

ESPRIT 5.1 CIM-OSA architektura, projekt 688

ESPRIT Projekt 909 dla CIM w małych fabrykach

ISO/TC184/SC5/WG1 model odniesienia.

Raport duński o podstawowym modelu dla CIM.

Uznano, że opracowanie szczegółowej architektury systemu ma najwyższy priorytet.

b/ Normy podstawowe dla obsługi przemysłowej, powinny obejmować taką obsługę wg. modelu OSI by była ona dostosowana do warunków przemysłowych.

W tym zakresie wyemitowano dokumenty:

ISO/TC184/SC5/WG2; DIS8867, DP9234, DP9506, których status został omówiony w p. 1.3.3.

Uznano, że opracowanie norm podstawowych ma najwyższy priorytet.

c/ Normy podstawowe dla środowiska przemysłowego, powinny mieścić się w modelu OSI, specjalne funkcje które powinny przewidywać to komunikacją w czasie rzeczywistym oraz eliminacją błędów przesyłu przy działaniu ciągłym i przypadkowym. W tym zakresie ISO/TC184 podejmuje prace dotyczące sieci czasu rzeczywistego, pewne prace zaczyna EMUG, zaś IEC/SC65C wydało Publikację 955 PROWAY C, omówioną w p. 1.3.2.

Te prace uznano również za mające najwyższy priorytet.

d/ Normy funkcjonalne dla komunikacji przemysłowej powinny pokryć następujące obszary:

- sieci administracyjne, włączając zarządzanie, obliczanie zarobków itp, obecnie prace to system TOP,

- sieci dla zdecentralizowanej obróbki danych dla CIM/CIE /Computer Integrated Enterprise - Komputerowo zintegrowane przedsiębiorstwa/ - obecnie nie opracowywane;

- ogólne zastosowania w wytwarzaniu np. MAP - w tym zakresie pracują grupy MAP, głównie w USA,

- sieci o szybkim dostępie dla sterowania grupami maszyn w tym zakresie nie podjęto opracowań, ma rozpocząć prace ISO/TC184,

- sieci o szybkim dostępie dla sterowania procesami ciągłymi z uwzględnieniem szybkości, odporności na błędy, bezpieczeństwa i dostępności - ten zakres pokrywa IEC Publ. 955 PROWAY-C;

- sieć o szybkim dostępie dla przyrządów, czujników i elementów wykonawczych - tego obszaru dotyczą prace IEC/SC65C/WG6 nad magistralą FIELDBUS.

Wszystkim tym pracom nadano najwyższy priorytet.

B. DANE - ogólna metodologia analizy danych i ich formatowania dla przesyłu między systemami.

W tym obszarze mają istotne znaczenie dla niniejszej analizy tematy:

- a/ Języki problemowo zorientowane, którymi mają być znormalizowane języki wysokiego poziomu, typowe zastosowania obejmują również programowanie off-line urządzeń sterowanych komputerowo:

- obrabiarki sterowane numerycznie,
- roboty,
- stacje komputerowo wspomaganego projektowania,
- elastyczne systemy produkcyjne,
- sterowniki programowalne.

Prace są prowadzone w ISO/TC184 SC3, TC184/SC2 /języki programowania robotów/ i IEC/SC65A/WG6 /język programowania sterowników/. Pracom powyższym nadano najwyższy priorytet.

- b/ Narzędzia i metodologia programowania.

Prace są prowadzone jedynie w ramach programu ESPRIT i nadano im najwyższy priorytet.

C. BADANIA WSPÓŁPRACY

Badania współpracy i zgodności użytkowej elementów i całych systemów są podstawą sukcesu przy realizacji instalacji.

Badaniami tymi i ich metodologią zajmują się:

- CEC Program obsługi badań współpracy
- EMUG, techniczna grupa WG4
- SPAG badania współpracy

Pracom w zakresie badań współpracy i zgodności systemów i urządzeń nadano najwyższy priorytet wśród wszystkich prac w zakresie CIM.

1.4. KONCEPCJA SYSTEMU MAP wg. INFORMACJI ZAGRANICZNYCH [13]

1.4.1. KONCEPCJA OGÓLNA

Ogólna koncepcja rozwiązania architektury systemu MAP zostanie przedstawiona na przykładzie architektury i topologii pokazu AUTOFACT-85, jaki się odbył w zakładach General Motors w Detroit /USA/.

Schemat architektury pokazu podano na rys. 1.16.

W realizowanym zastosowaniu systemu współpracują urządzenia różnych producentów posługujących się ponadto różnymi magistralami sieci lokalnych. Realizacja odpowiada t.zw. "Specyfikacji 2.1 MAP" datowanej na 1985r.

Urządzenia współpracują z 3-ma magistralami komunikacyjnymi:

- magistralą szerokopasmową wg. 802.4 LAN o przepływności 5 Mb/s
- magistralą szerokopasmową wg. 802.4 LAN o przepływności 10 Mb/s
- magistralą pasma podstawowego wg. 802.3 LAN o przepływności 10 Mb/s.

Większość urządzeń współpracujących z magistralami szerokopasmowymi jest dołączana do nich przez moduły interfejsowe TIM /TOKEN INTERFACE MODULE/, niektóre natomiast przez stacje rozgałęźne /GATEWAYS/; bezpośrednie przyłączenie do magistrali następuje przez złącze dwudrogowe /Two-ways intermedite system/. W systemie występują ponadto złącza trzydrogowe /Three-ways intermedite system/, stanowiące miejsca połączeń trzech magistral.

Ogólnie rzecz biorąc system przewiduje cztery rodzaje zespołów połączeniowych i tyleż realizacji połączeń:

a/ połączenie przez powtarzacz /Repeatern/

Większa liczba segmentów pewnej warstwy fizycznej identycznych sieci jest łączona przez powtarzacz.

Celem głównym takiego połączenia jest rozszerzenie sieci istniejącej lub jej określone ukształtowanie graficzne np. połączenie dwóch oddzielonych geograficznie segmentów już zainstalowanych przez powtarzacz, połączone między sobą kablem światłowodowym;

b/ połączenie przez mosty /bridges/

Most łączy dwa segmenty sieci na poziomie LLC /górną podwarstwę warstwy 2/ /rys. 1.17/. Wymagana jest identyczność protokołów LLC;

c/ połączenie przez wtórnik /router/

Wtórnik, zwany też złączem pośredniczącym, wiąże dwa segmenty sieci na poziomie protokołu warstwy 3 OSI /rys. 1.18/. Leżące poniżej protokoły LLC, MAC i fizyczne mogą być różne. Połączenie na tym poziomie wymaga licznych zabiegów funkcjonalnych; uwzględnienia alternatywnych protokołów ścieżek, zarządzania adresami, dopasowania formatów przesyłek oraz realizacji procedur kontroli strumieni informacji. W normach ISO wtórnik jest nazywany "Sposobem pośrednim";

d/ połączenie przez stację rozgałęźną /GATEWAY/

Stacje rozgałęźne wiążą sieci o różnych architekturach, co obejmuje również połączenie sieci ISO/OSI z sieciami nieznormalizowanymi /np. SNA, DECnet/. Stacja pośrednicząca powinna łączyć sieci w możliwie najniższej warstwie, lecz w ekstremalnym przypadku może to być warstwa 7, co ma miejsce przy sieciach całkowicie niekompatybilnych. Struktura stacji rozgałęźnej została przedstawiona na rys. 1.19. W przypadku sieci niekompatybilnych stacja rozgałęźna jest urządzeniem specjalnym, którego zastosowanie ogranicza się do rozwiązania jednego problemu /schemat na rys. 1.20/. Ogólnie rzecz biorąc zadanie stacji rozgałęźnej polega m.in. na:

- przetwarzaniu formatu przesyłek,
- transformowaniu kodu,
- dopasowaniu prędkości przesyłu,
- dopasowaniu adresów,
- kontrolowaniu przepływu strumieni informacji,
- zliczaniu.

Do tych celów wymagana jest jednostka centralna o dużej mocy obliczeniowej i obszernej pamięci operacyjnej /rys. 1.21/. Przykładem stacji rozgałęźnej sprzęgającej sieć ISO/OSI/ z siecią nieznormalizowaną zastosowanej w programie AUTOFACT-85, jest stacja firmy ASEA [77].

Jej schemat przedstawiono na rys.1.22. Sterownik MP 200, pracujący na poziomie gniazda, zarządza magistralą MasterBus 200, do której są dołączone roboty, obrabiarki i stacje operatorskie oraz komunikuje się z magistralą MasterBus na poziomie linii oraz szerokopasmową magistralą MAP, pracującą na poziomie fabryki. Wg. tej koncepcji nastąpiło włączenie kilkudziesięciu robotów IRb90 w linie produkcyjne zakładu GM w Detroit.

1.4.2. TECHNOLOGIE PRZESYŁU: SZEROKOPASMOWA I W PAŚMIE PODSTAWOWYM

Wybranie odpowiedniego sposobu przesyłania informacji jest zasadniczym punktem rozważań o systemie komunikacji. MAP, wg. specyfikacji 2.1 i 2.2 przyjął wersję przesyłu szerokopasmowego. To ustalenie jest jednak dyskusyjne, gdyż np. Publikacja IEC 955 PROWAY C, opracowana w Podkomitecie IEC/65C/WG6, przy współpracy z ISA /Instrument Society of America/ przewiduje transmisję w paśmie podstawowym. Należy więc omówić zalety i wady obu tych sposobów przesyłu.

Przy przesyłach szerokopasmowym sygnał użyteczny moduluje częstotliwość nośną. W ten sposób można w tym samym czasie przesyłać równoległe pewną liczbę sygnałów, natomiast przy transmisji w paśmie podstawowym - tylko jeden sygnał. Sygnał użyteczny może być bądź cyfrowy /np. zmodulowany wg. kodu Manchester/ bądź bezanalogowy np. jako wynik próbkowania. Podejście to nie jest jednoznaczne, gdyż jako transmisję w paśmie podstawowym określa się niejednokrotnie również technologie przenoszenia sygnałów cyfrowych. Przy przesyłaniu sygnałów analogowych w paśmie podstawowym, które w przeciwieństwie do przesyłu szerokopasmowego zajmuje całe medium przesyłowe, z powodu zastosowanego nośnika informacji mówi się o transmisji w paśmie nośnym. Wykorzystuje się przy tym kodowanie z koherencją fazy lub z ciągłością fazy. Norma dla magistrali z wędrującym żetonem /Token-Bus/ uwzględnia te obie możliwości.

Systemy z magistralą szerokopasmową pracują wg. procedury zwielokrotniania częstotliwości /FDM/; wg. tej procedury sygnały analogowe i cyfrowe są zamieniane na sygnały częstotliwościowe i w takiej postaci przechowywane i transportowane, a na dowolne żądanie stacji odbiorczej przetwarzane na postać pierwotną.

Normalnie stacja nadawcza wysyła sygnały w pewnym paśmie częstotliwości, które w końcowym urządzeniu, przemodulującym /Head-End-Remodulator/ są przetwarzane na sygnały w odbiorczym paśmie częstotliwości /rys.1.23/. Technika szerokopasmowa umożliwia przesyłanie po tym samym kablu różnych grup sygnałów np. wizyjnych, danych, mowy, nastawczych, przy czym dla każdej z nich jest potrzebne oddzielne urządzenie przemodulujące, co zwiększa nakłady na sprzęt. Ze względu na rodzaj przesyłu stacje muszą być wyposażone w modemy.

Przy technice przesyłania w paśmie podstawowym występuje wpływ tłumienia sygnału, który ogranicza odległości transmisji. Najczęściej sposobem kodowania w tej technice jest kodowanie typu Manchester, które daje dużą łatwość i pewność synchronizacji stacji nadawczej i odbiorczej. Dalszą zaletą tego sposobu kodowania jest łatwość wykrywania superpozycji sygnałów i błędów transmisji. Transmisja w paśmie podstawowym jest stosowana w sieci Ethernet i PROWAY-C. Ten sposób przesyłu jest łatwiejszy w realizacji i z tego powodu jak również nie stosowania modemów i końcówek przemodulujących jest istotnie tańszy.

Wymagane zintegrowanie systemów szerokopasmowych i pracujących w paśmie podstawowym może być osiągnięte wówczas, gdy magistralę szerokopasmową traktuje się jako sieć dużego zakładu przemysłowego, zaś magistrale pracujące w paśmie podstawowym obsługują, w sposób elastyczny, poszczególne obszary składowe /rys. 1.24/. Ta integracja ma ogromne znaczenie przy rozważaniach nad słabościami systemu MAP, możliwymi alternatywami i uzupełnieniami /np. PROWAY/. Uznano, że w warunkach polskich obecnie szanse realizacji ma tylko system transmisji w paśmie podstawowym.

1.4.3. MAP a PROWAY C.

Podstawą dla opracowania transmisji PROWAY C były założenia odnośnie niezawodności przesyłania danych i zależności czasowych. Najważniejszym założeniem była maksymalna górna granica czasu realizacji przesyłki /prosta wiadomość, pokwitowanie wiadomości lub zapytanie/odpowiedź/ ustalona na 20 ms. Ta granica nie może być osiągnięta przy realizacji transmisji wg. modelu OSI wykorzystującej wszystkie siedem warstw.

Dlatego założono architekturę zredukowaną, w której protokół warstwy 7 nakłada się bezpośrednio na protokoły warstw 1 i 2 /rys.1.25/. Warstwy 3-6 pozostają puste.

Jako procedurę dostępu do magistrali przyjęto procedurę wędrującego żetonu /Token-Bus/, wg. IEEE 802.4 tj. ISO/DIS 8802/4, co wyjaśnia strukturę warstwy 1 i podwarstwy MAC warstwy 2 modelu OSI.

Wyjaśnienie wymaga podwarstwa LLC.

Dla wyboru odpowiedniego protokołu podwarstwy LLC rozstrzygające były dwa wymagania:

- otrzymanie czasu odpowiedzi poniżej 20 ms,
- uzyskanie błędu resztkowego transmisji co najwyżej $3 \cdot 10^{-15}$, do odpowiada jednemu niewykrytemu błędowi na 1000 lat przy pełnym obciążeniu i transmisji z prędkością 1 Mb/s.

IEEE stawia do wyboru dla realizacji podwarstwy LLC alternatywnie obsługę bezpołączeniową /typ 1/ lub zorientowaną połączeniowo /typ 2/. Wybór protokołu zorientowanego połączeniowo stoi w sprzeczności z wymaganiem 20 ms na czas odpowiedzi. Czasy potrzebne dla zmontowania i rozmontowania połączenia są z tego powodu nie do przyjęcia. Z drugiej strony obsługa bezpołączeniowa nie przewidująca potwierdzeń nie daje odpowiednich zabezpieczeń przed błędami przy przenoszeniu informacji. Nadawca wiadomości nie ma pewności czy odbiorca odebrał wiadomość we właściwy sposób.

Jako rozszerzenie przewidziano w IEEE 802.4 obsługę bezpołączeniową która opcjonalnie dopuszcza potwierdzenia lub odpowiedzi zwrotne /typ 3/. Jednakże i w tym przypadku są wymagane dodatkowe rozważania, mające na celu zapewnienie możliwie szybkiego przenoszenia przesyłek.

Jest tak że przy technice wędrującego żetonu obowiązuje zasada, że tylko ten może nadawać, kto ma "żeton". Ażeby więc zakończyć cykl przesyłania wiadomości przez potwierdzenie lub odpowiedź należy oczekiwać aż stacja do której skierowano przesyłkę otrzyma "żeton". Przy dużym obciążeniu magistrali przesyłowej /długość 2000m, 100 stacji/ może nie być możliwe spełnienie wymagania otrzymania odpowiedzi w czasie 20 ms.

Ażeby ominąć tę zwłokę wprowadzono do normy 955 PROWAY-C mechanizmy, zarówno w podwarstwie LLC jak i w podwarstwie MAC, umożliwiające bezpośrednio wysłanie potwierdzenia lub odpowiedzi na żądanie /odpowiedź bezpośrednia - immediate response/. Zasada wędrującego żetonu /podana wyżej/ w tych przypadkach

nie obowiązuje. Stacja żądająca odpowiedzi przekazuje partnerowi jednocześnie prawo jej nadawania, ten zaś z kolei wysyłając potwierdzenie lub odpowiedź zwraca to uprawnienie. Taki cykl nie może być przerwany przez żadne inne przekazy po magistrali, również w przypadku wystąpienia zakłóceń. W przypadku nie nadejścia potwierdzenia lub odpowiedzi stacja powtarza nadawanie do chwili otrzymania odpowiedzi pozytywnej lub do wyczerpania limitu powtórzeń. Wówczas dopiero "żeton" zostaje zwrócony do pierścienia logicznego. Ta procedura pozwala na zmniejszenie opóźnienia o czas obiegu "żetonu" po innych stacjach i o czasy związane z nadawaniem przez nie. Łącznie z wybraną architekturą /puste warstwy 3 do 6/ pozwala to na dotrzymanie wymagań czasowych założonych przy opracowywaniu normy.

Ponieważ powyżej opisana procedura nie jest przewidziana w normie ISO/DIS 8802/4 /IEEE 802/4/ stanowi ona opcję dla wersji F podwarstwy MAC i rozszerzenie wyżej omówionej obsługi typ 3 podwarstwy LLC wyżej podanej normy. Jednocześnie protokoły PROWAY C mogą być realizowane pod systemem "Zarządzenie stacjami" wg. 802, gdyż są z tą normą kompatybilne. Wyżej podane rozważania prowadzą do wniosku, że:

PROWAY C = IEEE + opcje

Zgodnie z rozważaniami podanymi w pkt. 1.4.2 magistrala PROWAY-C jako pracująca w paśmie podstawowym /BasisBand/ powinna być stosowana jako magistrala oddziału /Cell/ i dołączona do głównej magistrali obiegającej całą fabrykę, którą z kolei powinna być magistralą szerokopasmową /Broad band/ pełniącą rolę "kręgosłupa" /Backbone/. Takie połączenie może nastąpić przez sterownik oddziału /Cell Control/ rys.1.26 lub przez wtórnik i sterownik oddziału - rys. 1.27.

Reasumując, ponieważ:

- jest możliwe typowe połączenie magistrali PROWAY C z główną magistralą szerokopasmową,
- magistrala PROWAY C ma szereg zalet związanych z obsługą w czasie rzeczywistym m.in. b.niską stopę błędów transmisji,
- zredukowana architektura wymiany informacji i większa prostota realizacji magistrali pracującej w paśmie podstawowym znacznie ułatwiają zastosowania,
- brak wielkich sieci telewizyjnej przemysłowej, przesyłu danych administracyjnych itp. w polskich fabrykach nie uzasadniają sięgania obecnie po technologię szerokopasmową,

uznano że realizację systemu MAP w Polsce należy oprzeć na magistrali PROWAY C.

1.4.4. MINI-MAP [78,72,34]

Liczne głosy krytyki, że system MAP wykorzystujący wszystkie warstwy modelu OSI oraz stosujący magistralę szerokopasmową jest zbyt drogi i trudny w realizacji, zwłaszcza w mniejszych fabrykach spowodowały zdefiniowanie systemu o uproszczonej architekturze zwanego MINI-MAP. Jest to podzbiór systemu MAP. W systemach o małych sieciach stosowanych w fabrykach najdogodniejszy protokół użytkownika znajduje się w warstwie 7 modelu OSI/ISO. Jest to protokół MMS /Manufacturing Messaging Service - Obsługa Przesyłek dla Wytwarzania/. Status formalny tego protokołu podano w p.1.3.3. Normalnie protokół MMS, będący wierzchołkiem warstwy 7, jest stosowany łącznie z protokołem CASE, stanowiącym podstawę warstwy 7. Jednakże w małych systemach protokół CASE nie jest niezbędny; on rezyduje normalnie bezpośrednio na protokole standaryzacji danych tj. warstwie 6.

Ponieważ MMS sam definiuje składnię przesyłek protokół standaryzacji danych nie jest niezbędny. Protokół standaryzacji rezyduje na szczycie protokołu seansu łączności /warstwa 5/, ponieważ dialog pomiędzy urządzeniami prostymi jest prosty to i protokół seansu łączności nie jest niezbędny. Z kolei protokół transportu danych /warstwa 4/ jest konieczny jedynie dla usuwania błędów transmisji jeżeli dla skomunikowania dwóch stacji konieczne jest użycie pewnej liczby sieci połączonych kaskadowo; ta konieczność nie występuje w małych systemach o wspólnej sieci, więc i protokół warstwy 4 może być pominięty. Dalej, jeżeli w systemie mamy komunikację jedynie wewnątrz jednej sieci, to i protokół warstwy 3 /sieci/ nie jest potrzebny. Tak więc w stacji systemu prostego można ominąć liczne komplikacje wynikające ze stosowania pełnego modelu OSI i wykorzystać jedynie trzy warstwy podstawowe: 1,2 oraz górną część 7. Protokół MMS warstwy 7 współpracuje bezpośrednio z protokołem LLC typ 3, stanowiącym szczyt warstwy 2 i warstwy 3 do 6 pozostają puste.

To rozwiązanie nosi nazwę Mini-MAP i dla prostych systemów nic więcej nie jest potrzebne. Mini-MAP jest w swej architekturze identyczny z architekturą PROWAY-C /p. 1.4.3./.

Powstaje pytanie czy sieć Mini-MAP będzie jedynie "wyspą automatyzacji", którą nie może się komunikować z innymi systemami, czy też nie.

Aczkolwiek możliwość komunikowania się ze stacjami innych sieci jest w przypadku Mini-MAP ograniczona, nie jest jednak niemożliwa. Komunikacja taka może być rozwiązana przez mosty, podobnie jak podano dla PROWAY'a C. Niewątpliwe zalety Mini-MAP wynikające z prostoty jego architektury i stosowania przesyłu w paśmie podstawowym spowodowały, że jest on obecnie nazywany wersją MAP o "zwiększonej wartości" /enhanced/.

1.4.5. ZESTAWIENIE NORM dla MAP [N1,33,43,55,13,26,N18,N12,N9]

W tablicy 1.4 podano, w formie zestawienia, *resumé* norm przewidzianych dla realizacji podstawowych wariantów systemu MAP.

1.4.6. MAGISTRALA MIEJSCOWA /FIELD BUS/ W SYSTEMIE MAP.

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 65C IEC w Montrealu w maju 1985 roku. Zasadniczym jej motywem było dążenie do dalszej decentralizacji funkcji sterowania procesem w oparciu o istniejące, dostępne już środki techniczne. Coraz szersze wyposażenie urządzeń obiektowych w urządzenia cyfrowe, konstruowane z układów wielkiej skali integracji, o coraz wyższym stopniu inteligencji stworzyło potrzebę zapewnienia kompleksowej wymiany informacji między tymi urządzeniami. Potrzebę, której zaspokojenie za pomocą dotąd stosowanych technik komunikacyjnych stało się już niemożliwe. Najważniejszą cechą nowej techniki wymiany informacji między polem obiektowym, a systemem sterowania przy wykorzystaniu magistrali miejscowej to zastąpienie połączeń kanałowych /punkt-punkt/ urządzeń obiektowych, czujników i organów wykonawczych z odpowiednimi składnikami systemu sterowania, sprzężeniem ze wspólną magistralą. Konsekwencją tego jest uzyskanie dwukierunkowego przepływu informacji z i do każdego abonenta, potencjalne zwiększenie ilości informacji na linii sygnałowej, magistrali a przede wszystkim znaczne obniżenie kosztu okablowania.

Do negatywnych skutków wprowadzania magistrali miejscowej należy zaliczyć:

- zagrożenie zmniejszeniem dyspozycyjności całego systemu wynikającym ze skupienia przepływu informacji na nielicznych liniach sygnałowych /przewody magistrali/ w przypadku ich przeciążenia,
- relatywnie wysoki koszt sprzężenia czujników i organów wykonawczych z magistralą,
- wydłużenie czasu przekazania odpowiedzi elementu automatyzującego.

Minimalizację tych negatywnych cech, oprócz kosztu sprzężenia, osiąga się przez ograniczenie ilości abonentów magistrali i przesyłanie informacji w postaci przetworzonej i/lub zagregowanej.

Jak już wspomniano wyżej magistralę miejscową wprowadza się na najniższym poziomie hierarchii zdecentralizowanego systemu automatyki, niekoliduje ona z rozwiązaniami przyjętymi dla MAP, lecz stanowi logiczne ich uzupełnienie w najniższej warstwie. Na rys. 1.28 przedstawiono schematycznie zdecentralizowany system automatyki kompleksowej z rozwiązaniami przyjętymi dla MAP. Do magistrali MAP w/g 802.4 Broad Band, dołączone są komputery sterujące procesami, komputer zarządzający, a poprzez urządzenia typu "Gateway" sieci lokalne. Dotychczasowe prace podkomitetu 65C IEC przewidują dwie metody dołączania magistrali miejscowej do systemu wg. MAP. Pierwszy z nich polega na bezpośrednim dołączeniu magistrali miejscowej, wraz z urządzeniami na niej pracującymi, do systemu wg. MAP za pośrednictwem Gateway. Inna przewidywana konfiguracja systemu zawiera zdecentralizowany sterownik procesu z wewnętrzną magistralą miejscową dołączoną do sieci lokalnej /np. wg. PROWAY lub 802.4 Base band/. Sieć ta dołączona jest do systemu wg. MAP za pośrednictwem urządzenia typu Gateway. Zasadniczym elementem zdecentralizowanego sterownika procesu jest moduł zarządzający pracą wszystkich urządzeń dołączonych do magistrali miejscowej, wyposażony w bezpośrednie wyjście na sieć lokalną /np. PROWAY/. Urządzenia pracujące na magistrali miejscowej to bierne sterowniki procesu realizujące 1-2 pętle regulacji, bierne sterowniki programowalne /5 do 10 kroków/, urządzenia wejść/wyjść analogowych i cyfrowych, sprzężone z czujnikami przetworniki różnych wielkości mierzonych /ciśnienia, temperatury, przepływu itp/ i elementy wykonawcze.

41

1.4.7. INFORMACJE O ELEMENTACH I URZĄDZENIACH

Duża nośność koncepcji MAP i stojący za nią wielki użytkownik jakim są przemysły samochodowy i chemiczny spowodowały, że wiele firm rozpoczęło produkcję elementów łączących swoje urządzenia z tym systemem.

Jeden z przykładów to brama /Gateway/ firmy ASEA /omówiona w p.1.4.1/. Poniżej podano przykłady wyrobów, podawanych w informacjach literaturowych jako wyroby MAP.

- a/ INTEL i Westinghawe opracowały sterownik gniazda wytwórczego pod symbolem WDFP, w którym zaimplementowano wszystkie siedem warstw modelu OSI. Sterownik jest przeznaczony do sterowania obrabiarkami w trybie CNC i DNC, zautomatyzowanymi podajnikami i magazynami. Może być uzupełniony o jednostki sterowania procesami ciągłymi [60].
- b/ FAIRCHILD DATA CORP. oferuje modem do sieci wg. IEEE 802.4 na przepływności binarne 5 i 10 Mb/s [60].
- c/ PERTRON CONTROLS CORP. oferuje sterownik DEP-3000 dla sterowania procesem spawania [60].
- d/ TEXAS INSTRUMENTS oferuje bramy /GATEWAY's/ do połączenia swoich sieci TIWAYI, TIWAY II, do sieci MAP [60].
- e/ GCA CORP. INDUSTRIAL SYSTEMS oferuje sieć CIMNET kompatybilną z IEEE 802.3 i IEEE 802.4 tj. z MAP [60].
- f/ GOULD oferuje jednostkę UTV 32 MAP dla włączania komputerów Gould-Power-Node 3000 i 6000 do sieci MAP [60].
- g/ INTERACTIVE SYSTEMS, 3M 60 oferuje jednostkę sprzęgającą do łączenia ich sieci LAN/II z magistralą MAP [60].
- h/ INTEL CORP. CA oferuje płytę iSXM 554, z magistralą kasyety MULTIBUS, na której zaimplementowano warstwy 1-4 wersji 2.1 MAP [60,8].
- i/ GENERAL ELECTRIC Co, oferuje użytkownikom pełną gamę usług związanych z włączeniem do sieci MAP swojej sieci GENet [60].
- j/ SYROS INC, oferuje pakiet oprogramowania Internet Protocol /IP/ realizujący protokoły warstwy 4 modelu OSI [60].
- k/ CINCINATI MILACRON przedstawiła robota z układem sterowania ARC kompatybilnym ze specyfikacją MAP [60].

- l/ RETIX oferuje sprzęt Retix OSI/MAP realizujący warstwy 2 do 5 modelu OSI wg. specyfikacji MAP 2.1 [60],
- m/ MOTOROLA opracowuje element scalony MC68194, będący modemem dla sieci MAP, pracującej w paśmie podstawowym; podobny modem jednokładowy uruchamia Siemens pod symbolem SAB82511 [68]
- n/ Concord Communications Inc. opracowała sterownik MAPware series 1200 dla dołączenia komputera IBM PC/XT/AT do sieci MAP [73,86] oraz sterowniki serii MAPware dla realizacji protokołów MAP wg specyfikacji 2.1 [5],
- o/ Komputery DEC-VAX 780 mają opracowany modem do sprzężenia z magistralą 802.4, 5 Mb/s, zaś dla sterowników PLC firmy Allen Bradley opracowano bramę sprzęgającą /Gateway/ a dla robotów GMF blok interfejsowy do sprzężenia z tą magistralą [47],
- p/ Powstały urządzenia sprzęgające sieci MAP i TOP, opracowane przez firmy: CharlesRiver Data Systems, AT&T, Northern Telecom Inc. oraz Advanced Computer Communications Inc. [48],
- r/ Honeywell informuje, że jego sterownik IPC 620 jest zgodny całkowicie z większością wymagań MAP [86],
- s/ Concord Communications Inc oraz AT&T przystępują do opracowywania modemów dla magistrali światłowodowej dla MAP. Podobny modem oferuje Computrol, DIV. KIDDE AUTOMATED SYSTEMS, INC [86];
- t/ Hewlett-Packard informuje o wykonaniu sterowania gniazdem wytwórczym, zgodnego ze specyfikacją 2.1 MAP a bazującego na komputerze HP 1000 [86],
- x/ IBM opracowała zestaw JX-003 MAP dla realizacji instalacji sieci MAP [86], Zestaw obejmuje:
 - sterownik kabla /magistrali/ CSK-30
 - remodulator /Head-End Remodulator/
 - adapter Interfejsu MAP MP-500, wraz z zestawem dokumentacji oznaczony JX-004 MP-500,
 - adapter interfejsu zarządzania siecią JX-001,
 - oprogramowanie sterowania siecią NCM-40,
- y/ Allen Bradley sygnalizuje opracowanie elementu scalonego dla sterownika magistrali pracującej w paśmie podstawowym [86],
- z/ Honeywell informuje o opracowaniu systemu MAPSTART stanowiącego narzędzie przy wdrażaniu instalacji MAP [86].

TABLICA 1.3 Normy dla warstw 5-7

Nr warstw	NAZWA NORMY	ORGANIZACJA NORMALIZACYJNA			
		ISO	IEC	ECMA	GM
7	Obsługa przesyłak dla wytwarzania /MMS/ - odpowiednik RS 511 wg. EIA	DP9506/ <u>1-2</u>	-	-	zaakceptowane
	Przekazywanie, dostęp i manipulowanie zbiorami /FTAM/	<u>DP8571</u>	-	85	zaakceptowany
	Elementy obsługi, wspólne dla różnych zadań /CASE/	DP8649/ <u>1-5</u> DP8650/ <u>1-3</u>	-	-	jądro
	Przekazywanie i manipulowanie zadaniami /JTM/	DP8831 DP8832	-	-	--
	Specyfikacja zbiorów opisów danych	DIS 8211	-	-	-
	Obsługa wizualnego terminala /VTS/	DP9040 DP9041	-	87 88	-
	System manipulowania komunikatami	DP8505 DIS8883	-	-	-
6	Obsługa i protokół standaryzacji danych	DP8822 DP8823	-	84 86	w opracowaniu nie przyjęto obecnych norm ISO
	Oznaczenia składni symbolicznej	DIS8824	-	-	
	Symbole dla przekazywania tekstu	IS6937	-	-	
	Struktura tekstu	DIS8613	-	-	
5	Obsługa i protokół seansu łączności połączeniowego - transmisja półduplex - transmisja duplex	<u>IS8326</u> <u>IS8327</u> DIS8867 DIS9234	-	75	jądro i duplex
	Obsługa bezpołączeniowego seansu łączności wykorzystująca obsługę bezpołączeniową transportu danych	WD/TC97 SC21/N481	-	7	

Tablica 1.1

STRUKTURA ZADANIA AUTOMATYZACJI

Poziom	Nazwa	Rodzaj automatyzacji	Przykłady
IV	ZAKŁADY	STEROWANIE ZARZĄDZANIE	Rozdział zadań reasursów w skali Zakładu Sprawozdawczość w skali Zakładu.
III	WYDZIAŁY	STEROWANIE ZARZĄDZANIE	Rozdział zadań i reasursów w skali Wydziału Sprawozdawczość w skali Wydziału Sterowanie urządzeniami technologicznymi w skali Wydziału lub grupami linii i gniazd produkcyjnych, w tym: elastyczne systemy produkcyjne
II	GRUPY MASZYN i URZĄDZEŃ	STEROWANIE	Gniazda rodzajowe, gniazda i linie technologiczne, elastyczne systemy produkcyjne
I	MASZYNY I URZĄDZENIA	STEROWANIE	Obrabiarki, prasy, wtryskarki, wanny galwaniczne, piece hartownicze, maszyny odlewnicze

TABLICA 1.4

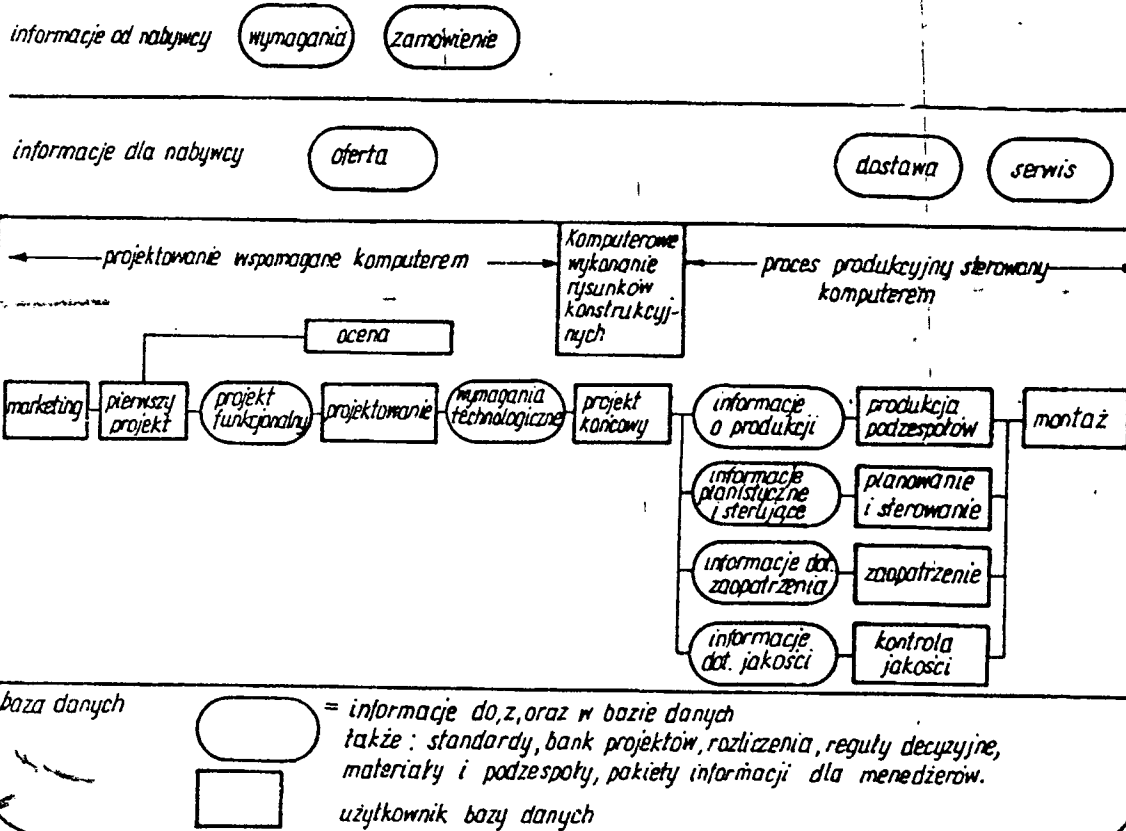
ZESTAWIENIE NORM OBOWIĄZUJĄCYCH DLA RÓŻNYCH WARIANTÓW MAP.

WARSTWA	MAP	Mini-MAP	PROWAY-C
7	MMS-ISO/DP9506 v CASE-ISO/DP8649: 8650 FTAM-ISO/DP8751 IEEE 802.1	MMS-ISO/DP9506	MMS-ISO/DP9506
6	pusta	pusta	pusta
5	ISO/IS8326 } jądro ISO/IS8327 } ISO/DP9234	pusta	pusta
4	ISO/IS8072 } klasa 4 ISO/IS8073 }	pusta	pusta
3	ISO/DIS 8473	pusta	pusta
2	ISO/DIS 8202/2	ISO/DIS. 8202/2	IEC/955 PROWAY C
1	ISO/DIS 8202/4	ISO/DIS 8202/4	

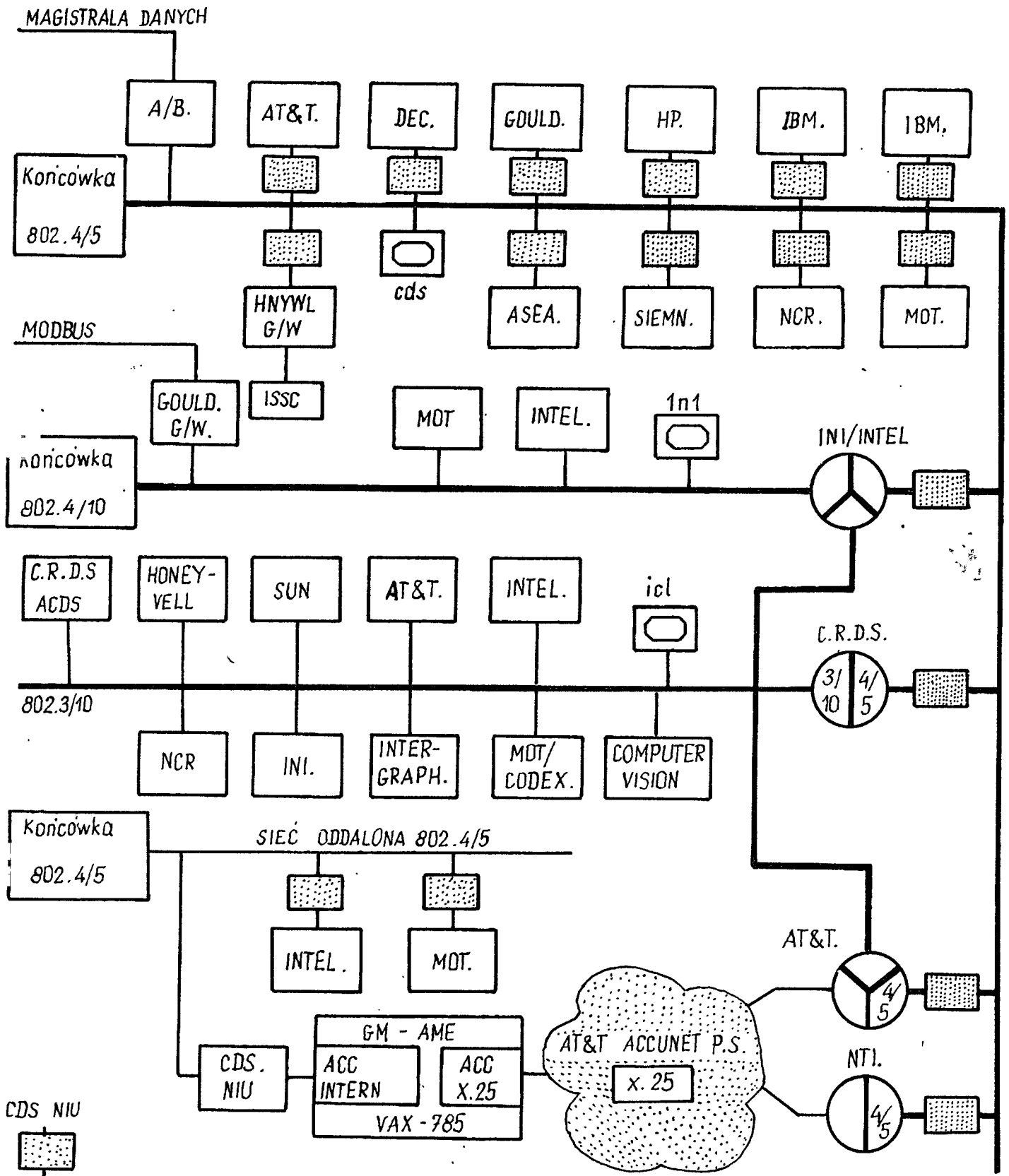
TABLICA 1.2 Normy dla warstw 1-4

Nr warstwy	Nazwa normy	Organizacja normalizacyjna			
		ISO	IEC	ECMA	GM
4	Protokół transportu danych zorientowany połączeniowo i wykorzystujący obsługę bezpołączeniową	<u>IS8072</u> +DMD1 <u>IS8073+</u> DAD1+DAD2	w opracowaniu	72	CLASS IV
	Protokół transportu danych bezpołączeniowy	DP8602	-	-	-
3	Określenie łączeniowej i bezpołączeniowej obsługi sieci	IS/DIS 8348	-	-	-
	Protokół komunikacyjny dla bezpołączeniowej obsługi sieci	<u>DIS8473</u> +DAD1	w opracowaniu	92	zaakceptowany
	Protokół warstwy sieci X25	DIS8208	-	-	-
	Organizacja wewnętrzna warstwy sieci	DP8648	-	-	-
	Protokół współpracy sieci lokalnych	DP 8880/1/2/3	-	-	-
2	Obsługa kanału danych	DP8886	-	-	-
	Logiczne sterowanie magistralą wg IEEE 802/2 Logical Link Control	DIS <u>8802/2</u>	PROWAY C	82	CLASS I
	Sterowanie wysokiego poziomu kanałem danych /HDLC-High-Level Data Link Control	DIS 7776	PROWAY A	-	-
1	Magistrala z dostępem z rywalizacją i wykrywaniem kolizji wg IEEE-802/3 /CSMA/CD-ETHERNET/	DIS 8802/3	-	81,80	-
	Magistrala z wędrującym "żetonem" wg IEEE 802/4 /Token Bus/	DIS <u>8802/4</u>	PROWAY C	90	zaakceptowany
	Pierścień z wędrującym "żetonem" wg IEEE 802.5 /Token Ring/	DP 8802/5	-	89	-
	Sieć miejska w IEEE 802.6 /MAN-Metropolitan Area Network/	DP 8802/6	-	-	-
	Sieć komutacji kanałów wg X.21, X.24, X.27 CCITT	-	-	-	-

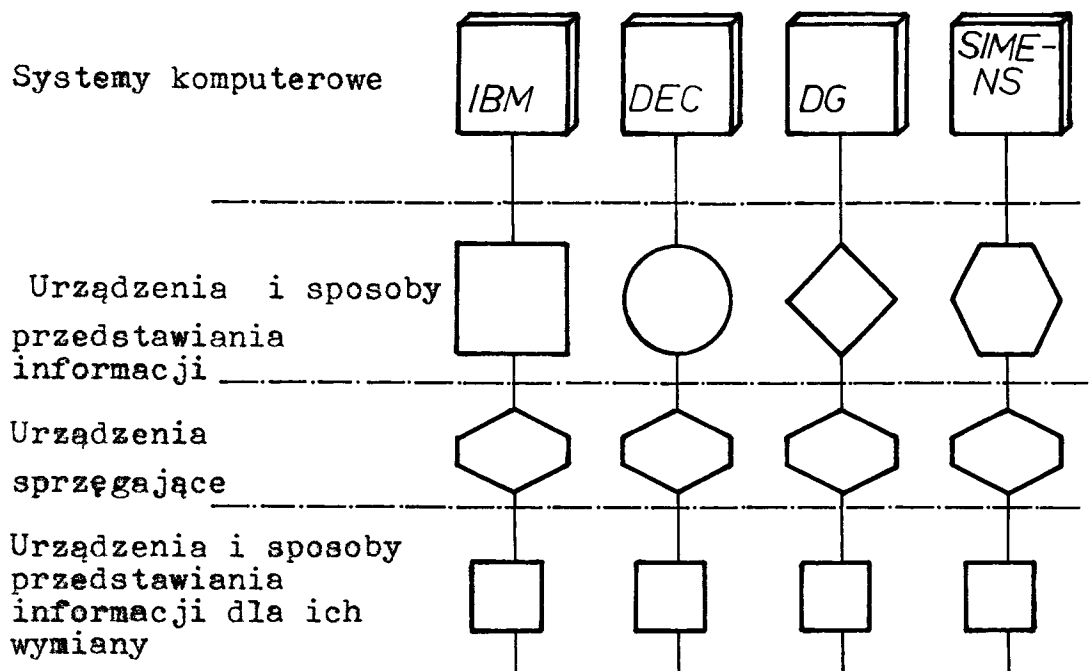
fabryka jutra - zintegrowany system handlowo-przemysłowy



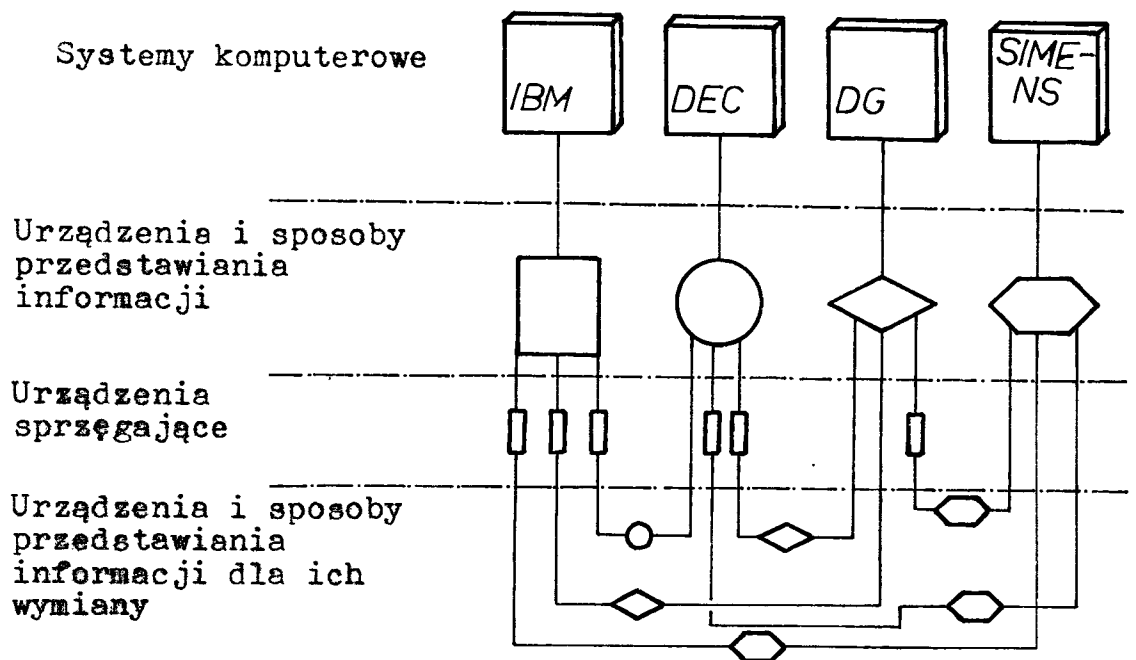
Rys. 11 Schemat informatyczny „fabryki jutra”



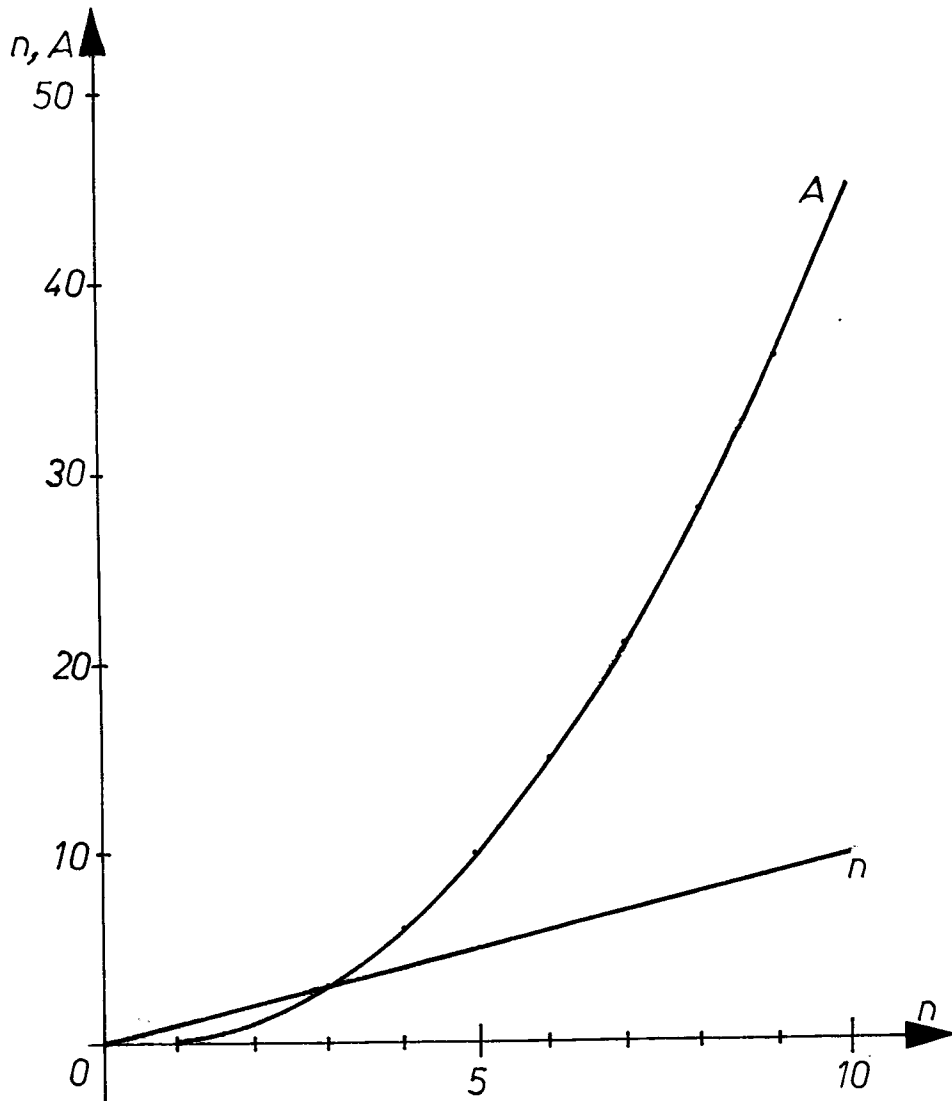
rys.1.2. Uproszczona architektura pokazująca AUTOFAC-85



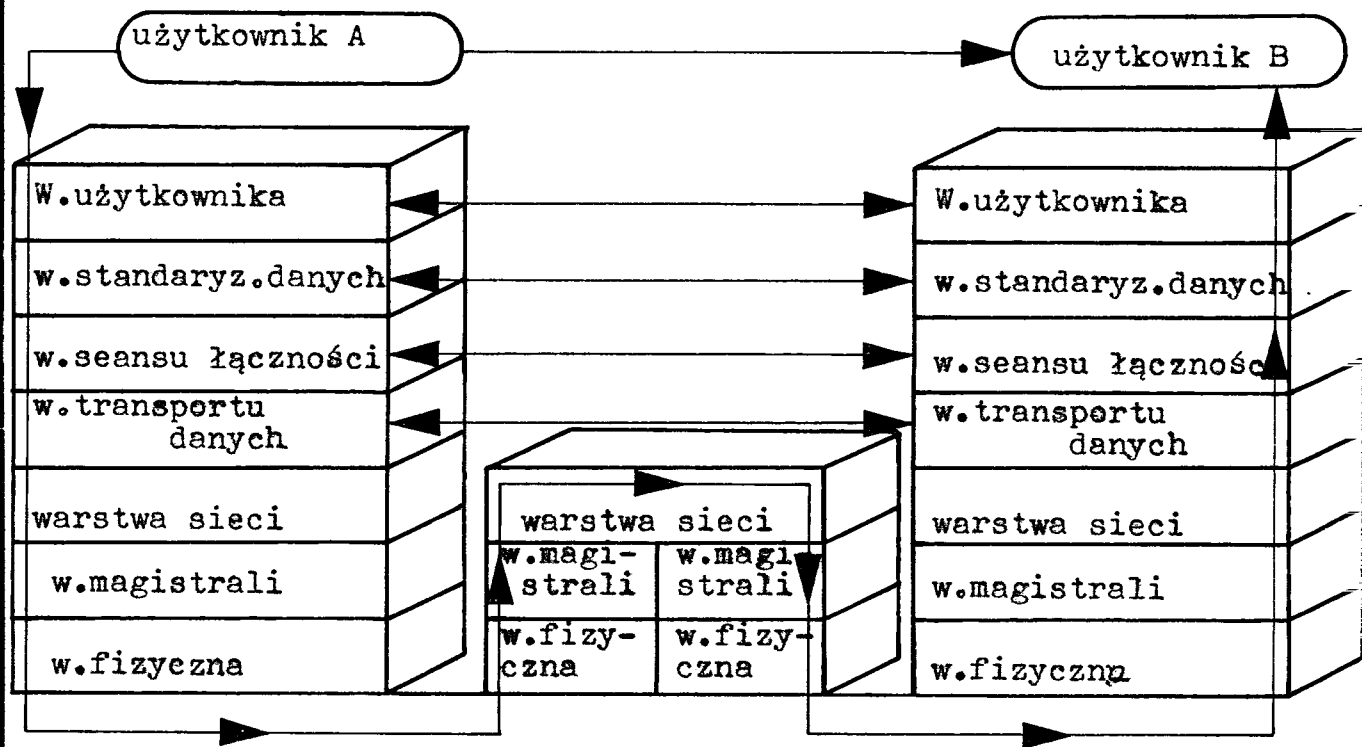
rys.1.4. Znormalizowane połączenie systemów heterogenicznych.



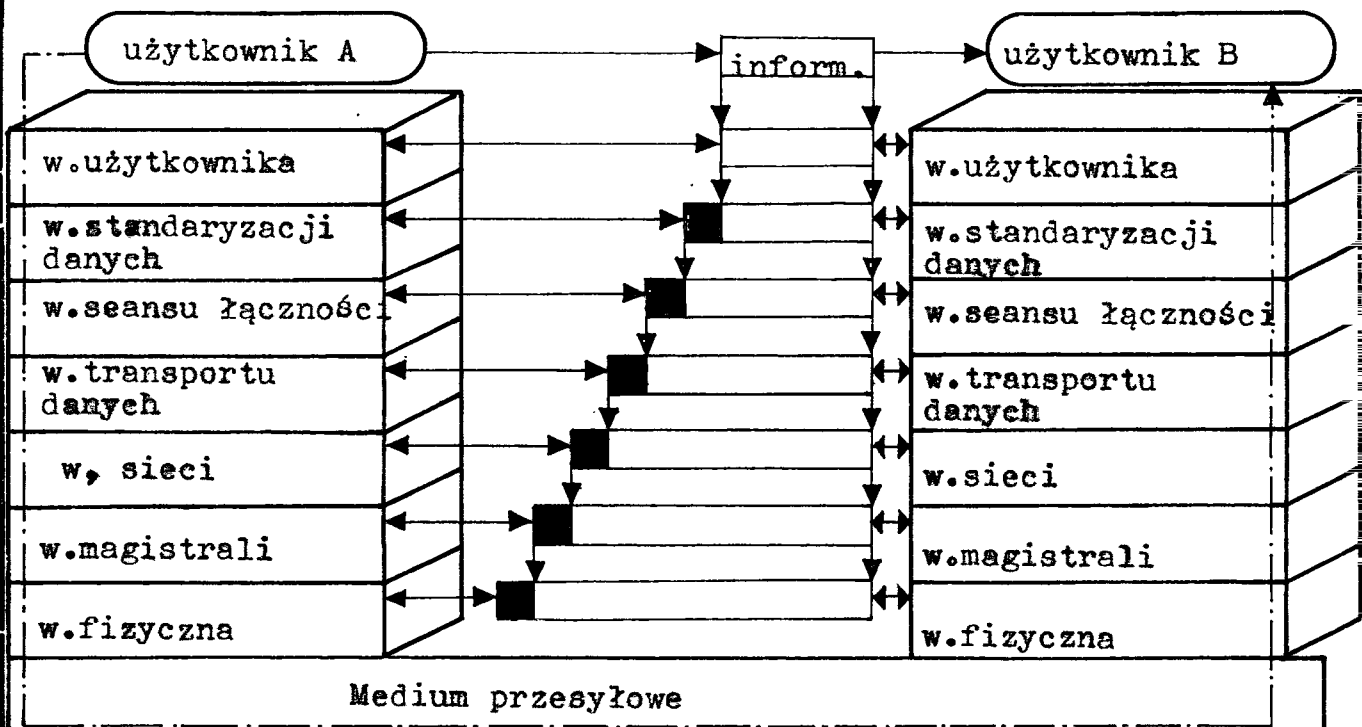
rys.1.3. Nieznormalizowane połączenie systemów heterogenicznych.



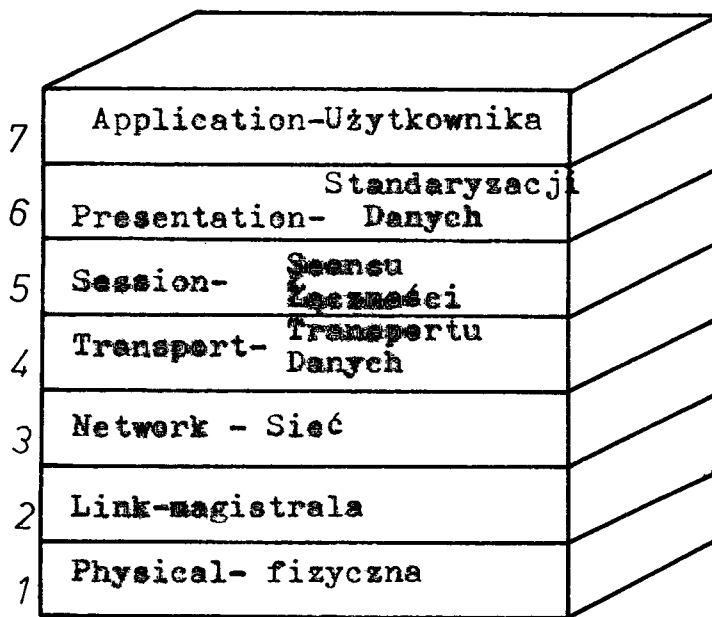
rys.1.5. Zależność $A = \frac{1}{2} n/n-1/ = f/n/$



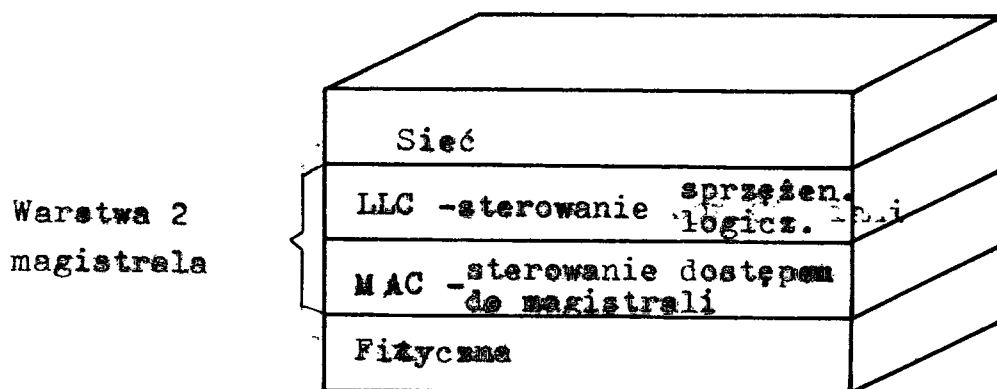
rys.1.9. Przenoszenie informacji przez dwa systemy.



rys.1.8. Wymiana informacji pomiędzy użytkownikami. ✓



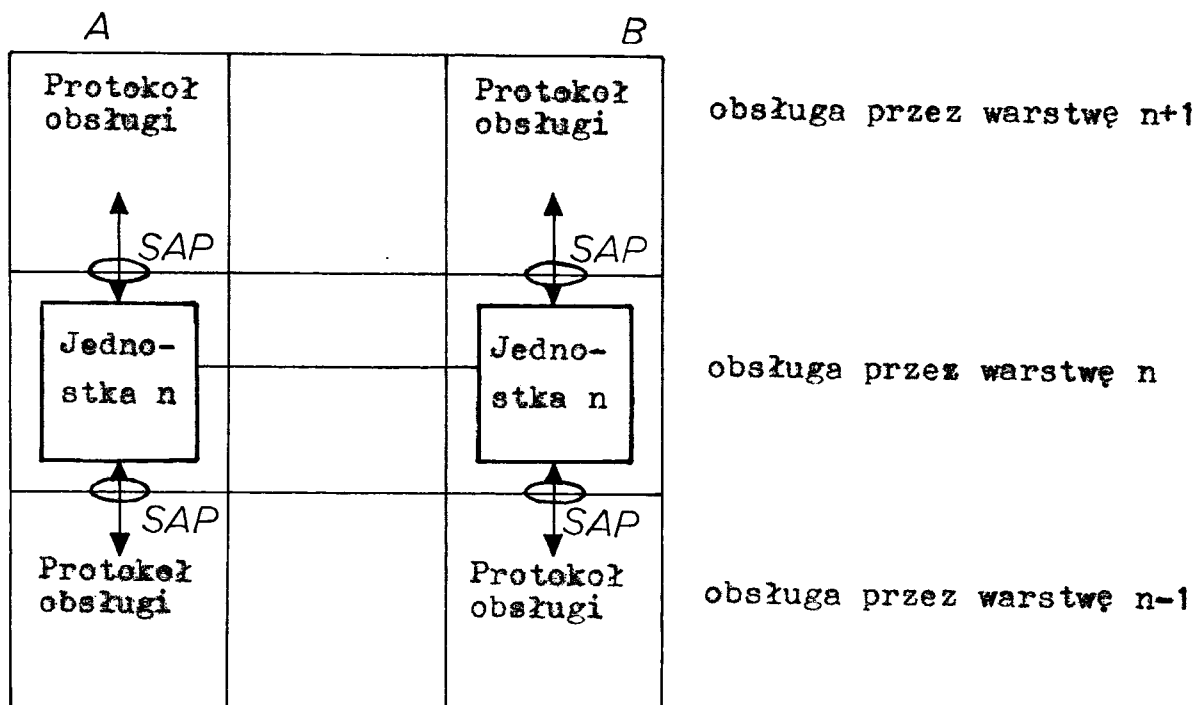
rys.1.6.Siedem warstw modelu odniesienia ✓



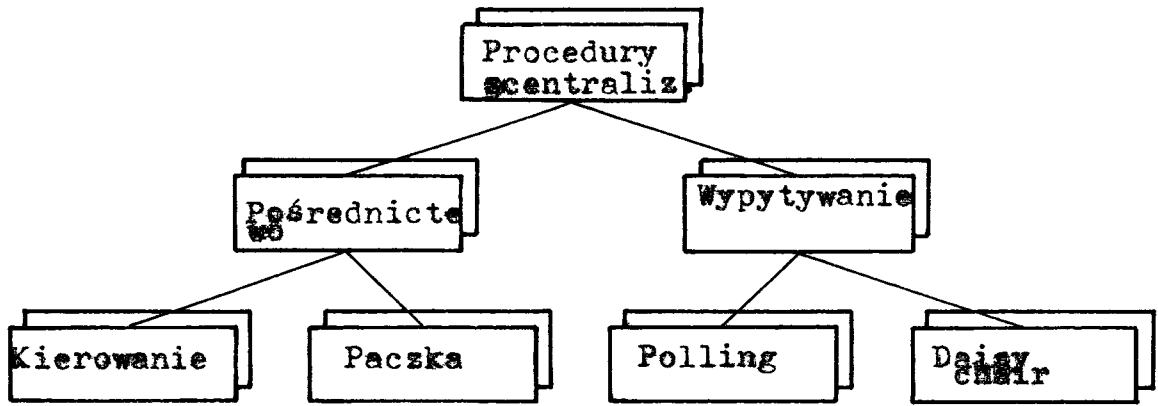
rys.1.10.Podwarstwy warstwy 2 w sieci lokalnej

	klasa 0	klasa 1	klasa 2	klasa 3	klasa 4
Eliminacja błędów wskazanych przez warstwę 3		•		•	•
Rozpoznanie i eliminacja błędów, niewykrytych przez warstwę 3					•
Zwielokrotnianie			•	•	•
Kontrola przepływu danych		•	•	•	•
Segmentowanie	•	•	•	•	•
Ustalanie pierwszeństwa danych		•	•	•	•

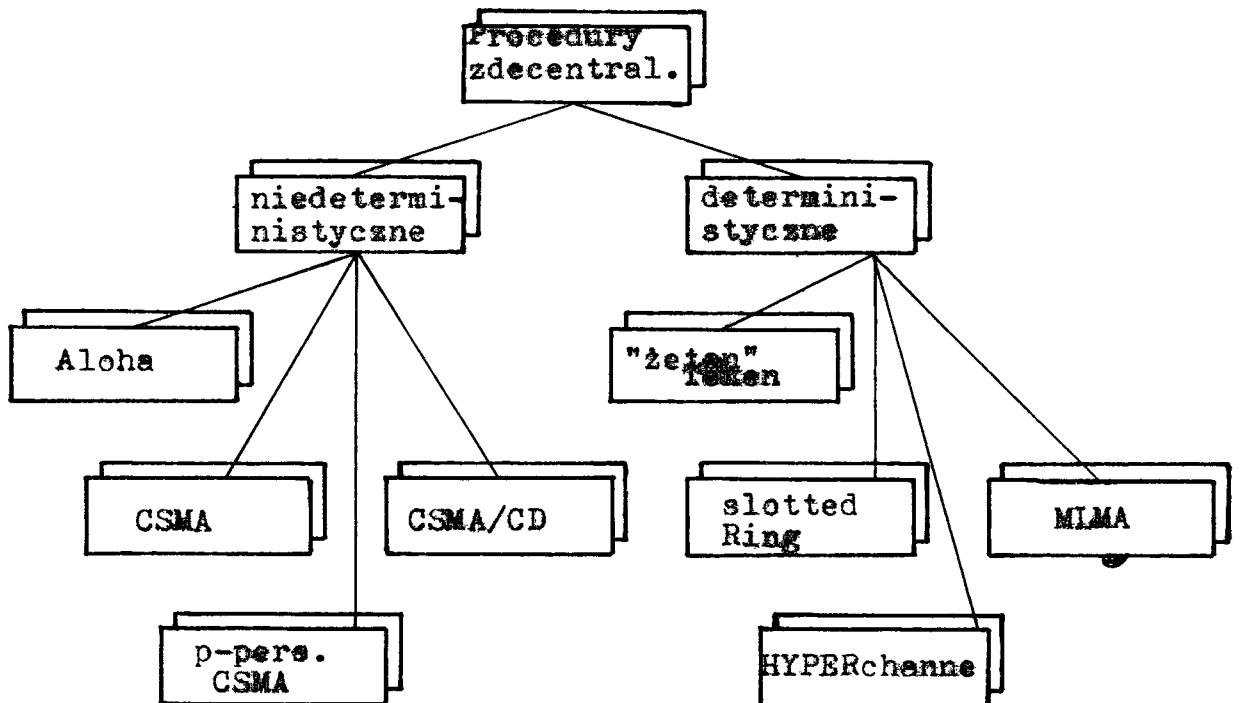
rys.1.13. Przegląd funkcji spełnianych przez klasy transportu danych.



rys.1.7. Zasada działania modelu warstwowego. ✓

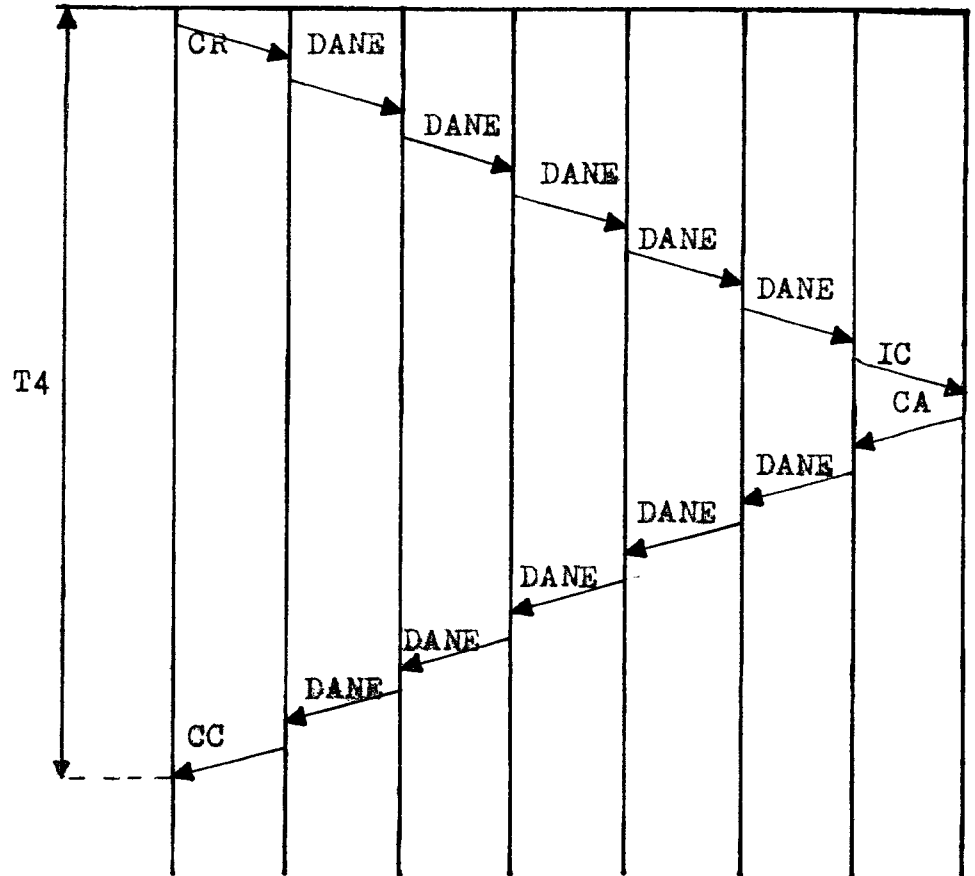


rys.1.11.Procedury dostępu scentralizowane.



rys.1.12.Procedury dostępu zdecentralizowane.

warstwa 4 3 2 1 2 3 4



T4-budowa połączenia dla transportu danych

rys.1.15. Budowa połączenia przy zorientowanej połączeniowo obsłudze warstwy 4 i obsłudze bezpołączeniowej warstw 2 i 3.

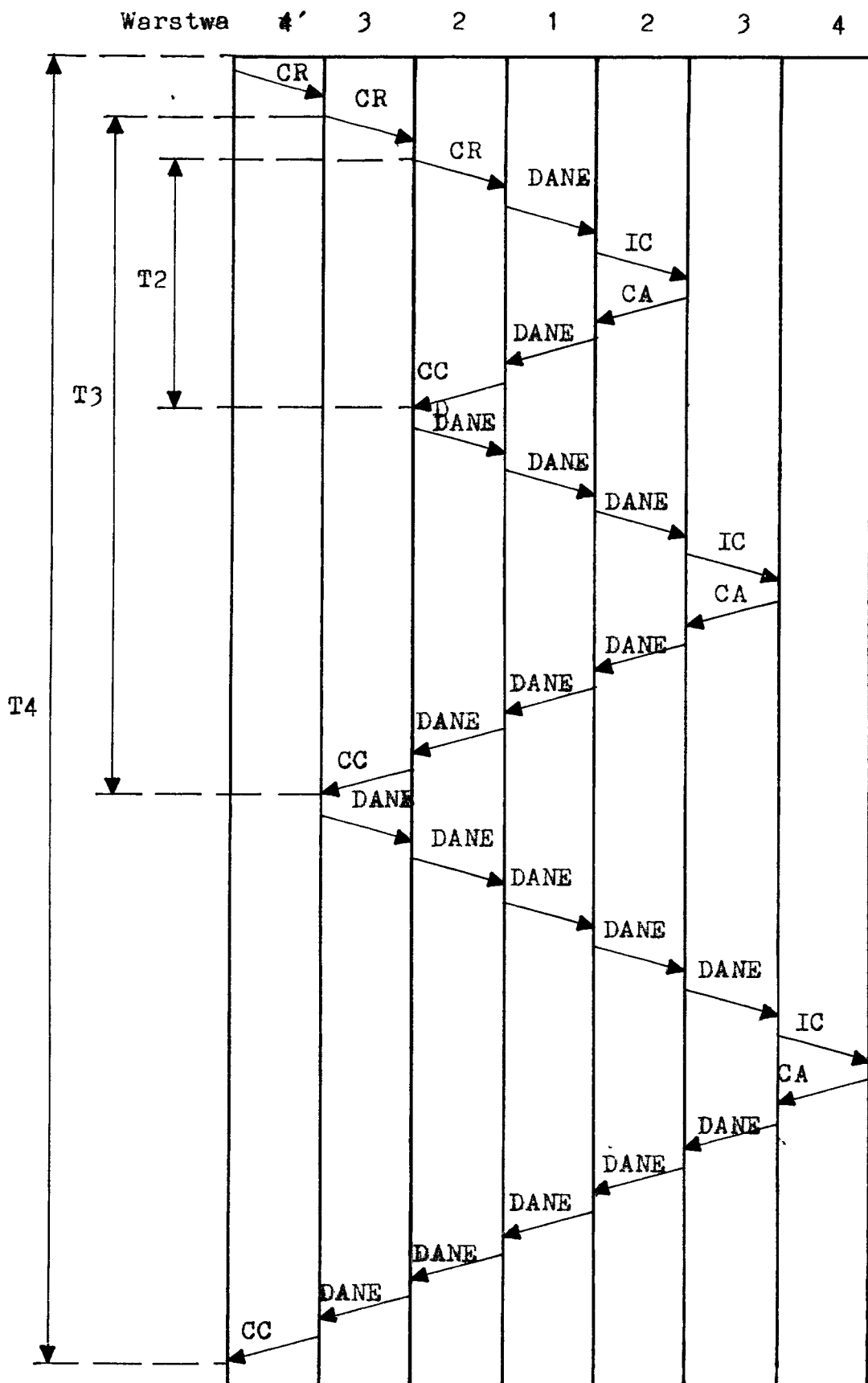
Objaśnienia skrótów:

CR-żądanie wywołania /call request/

CA-akceptacja wywołania/call accepted/

CC-potwierdzenie wywołania /call confirm/

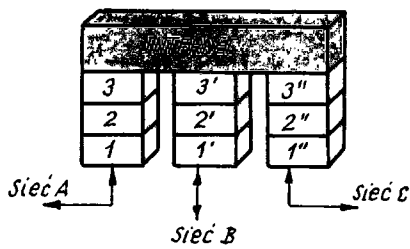
IC-przyjęcie wywołania/incoming call/



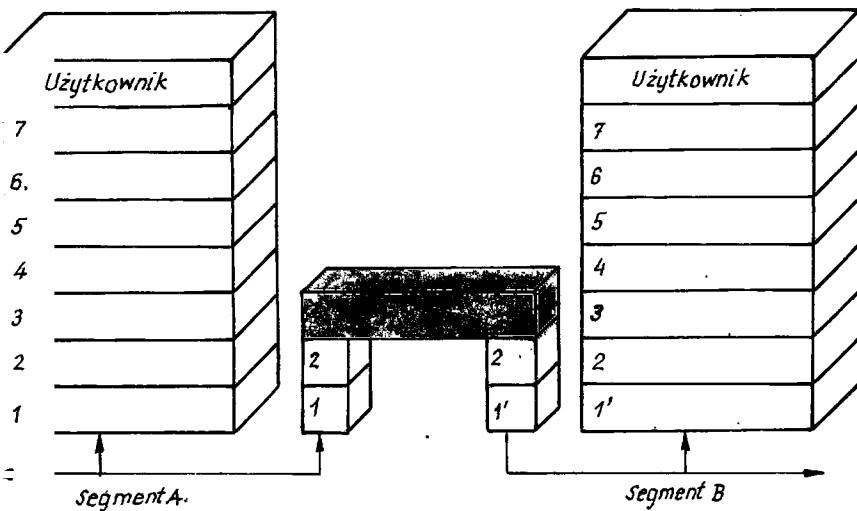
T2-budowa połączenia w warstwie magistrali
T3-budowa połączenia w warstwie sieci
T4-budowa połączenia w warstwie transportu danych

rys.1.14. Budowa połączeń przy zorientowanej połączeniowo obsłudze warstw 2,3,4.

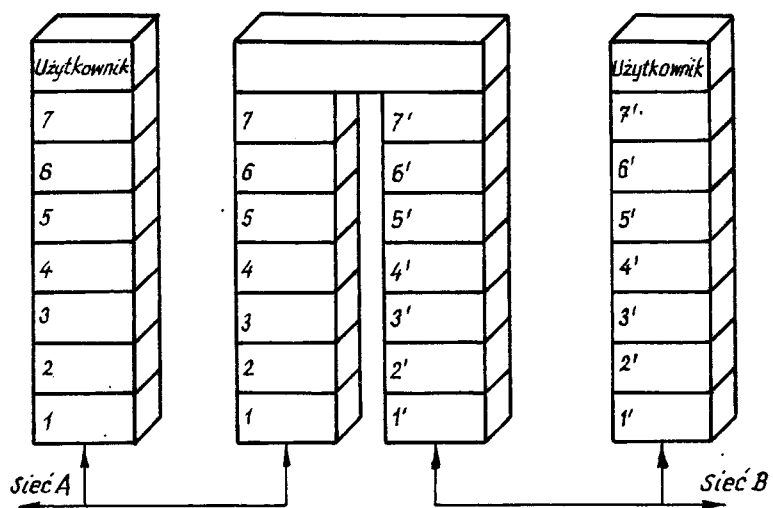
Odjaśnienia skrótów na rys.1.15



rys.1.18. Architektura wtórnika/Router/
INTERNET-powiązania międzysystemowe

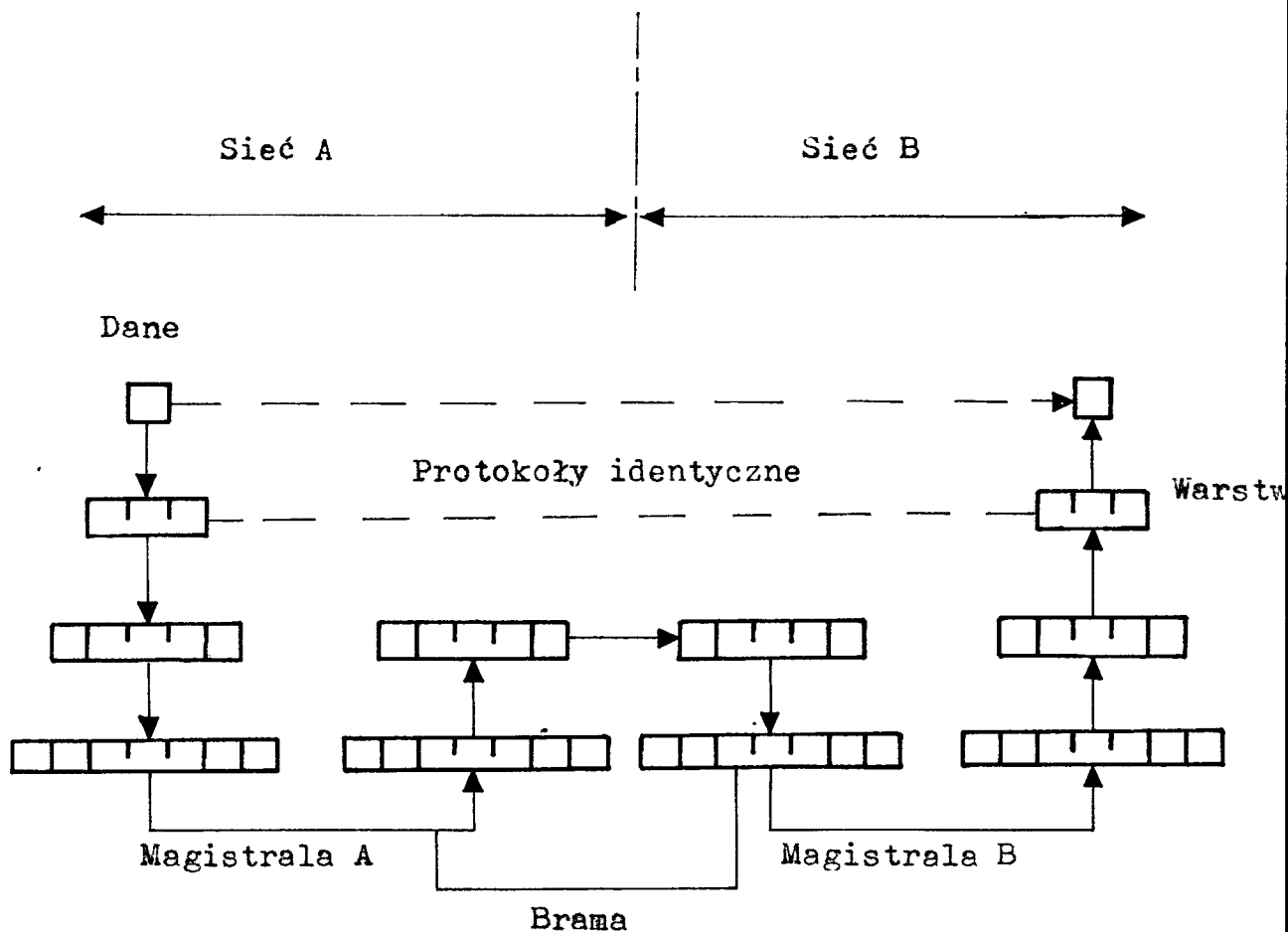


rys.1.17. Architektura mostu/Bridge/

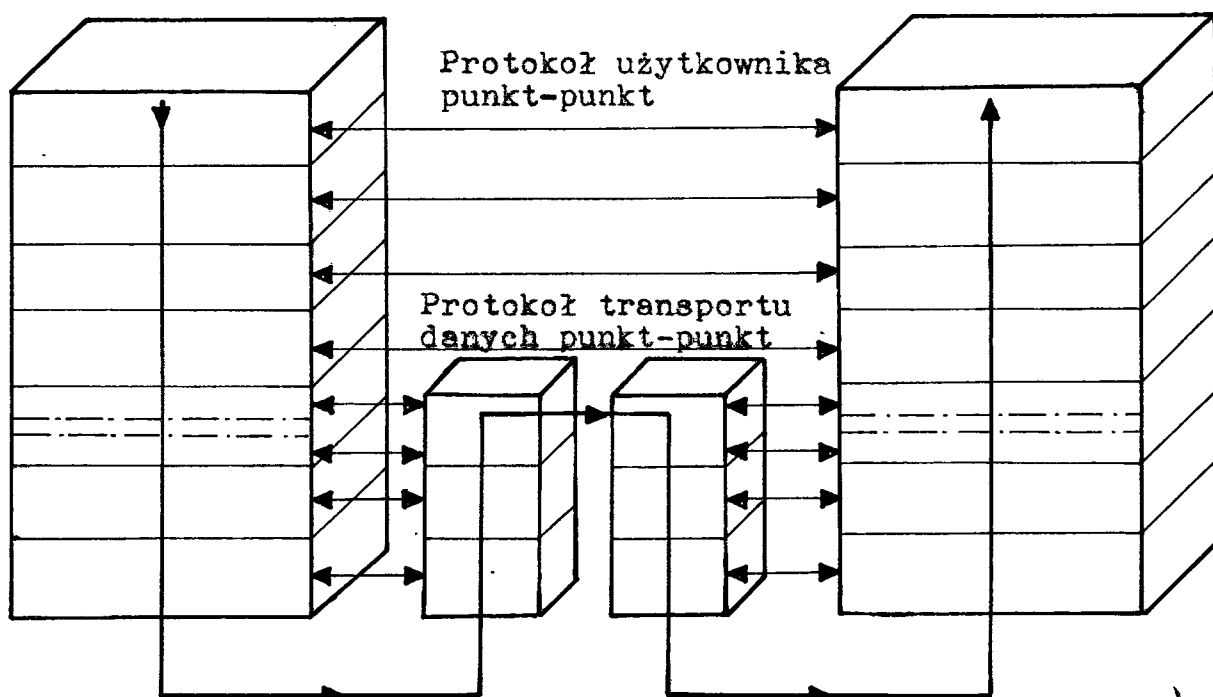


rys.1.19. Architektura bramy rozgałęźnej /Gateway/

Warstwy $n+1, n+2, \dots$ protokoły identyczne
 Warstwy $1, 2, \dots, n$ protokołów własne sieci

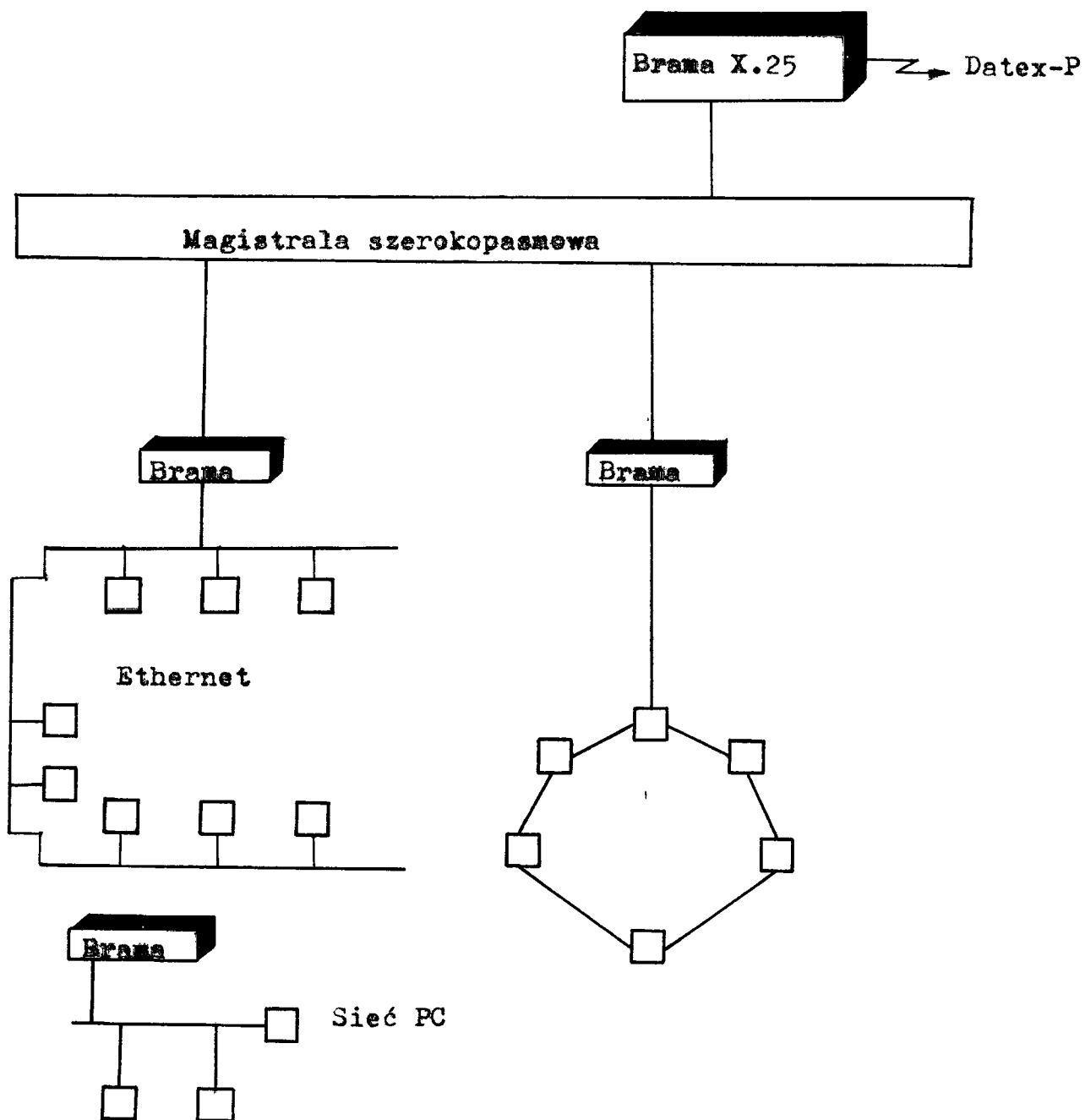


rys.1.20. Brama na najniższej możliwej warstwie

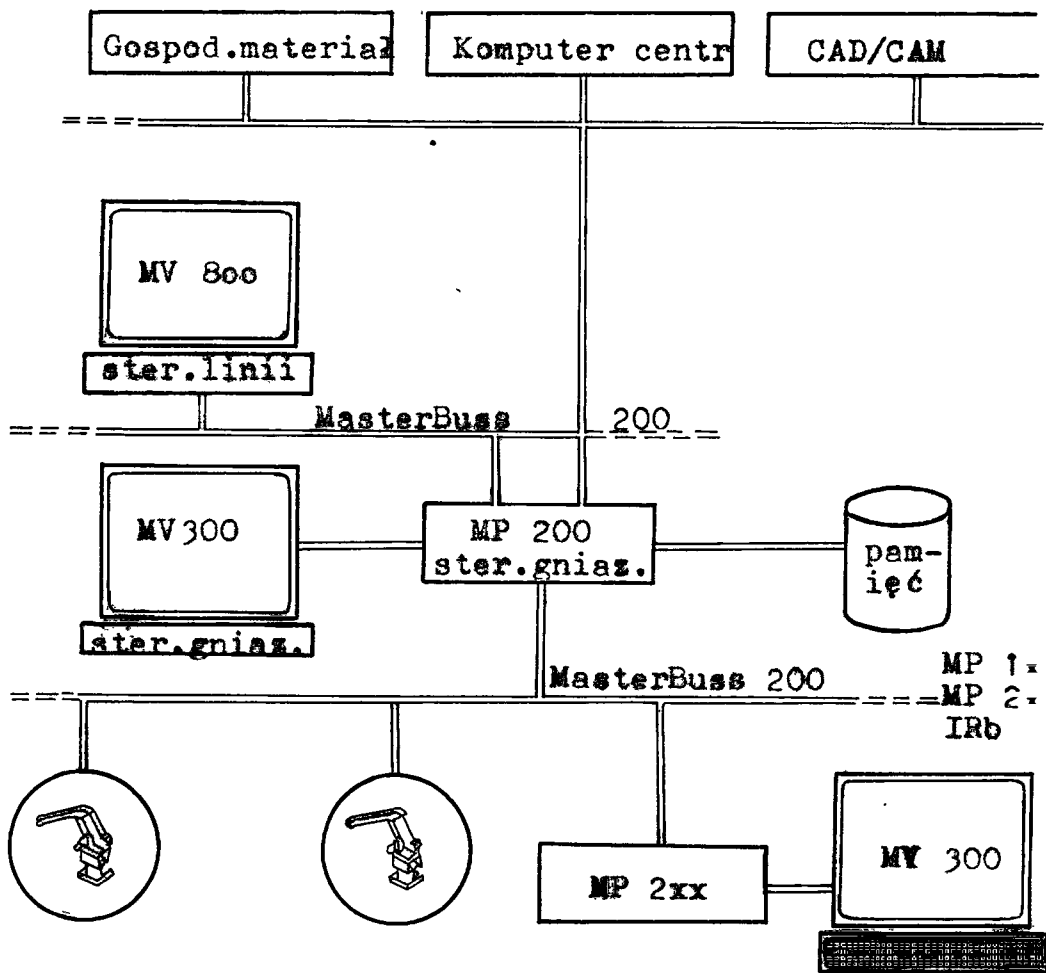


rys.1.21. Wtórnik/router/

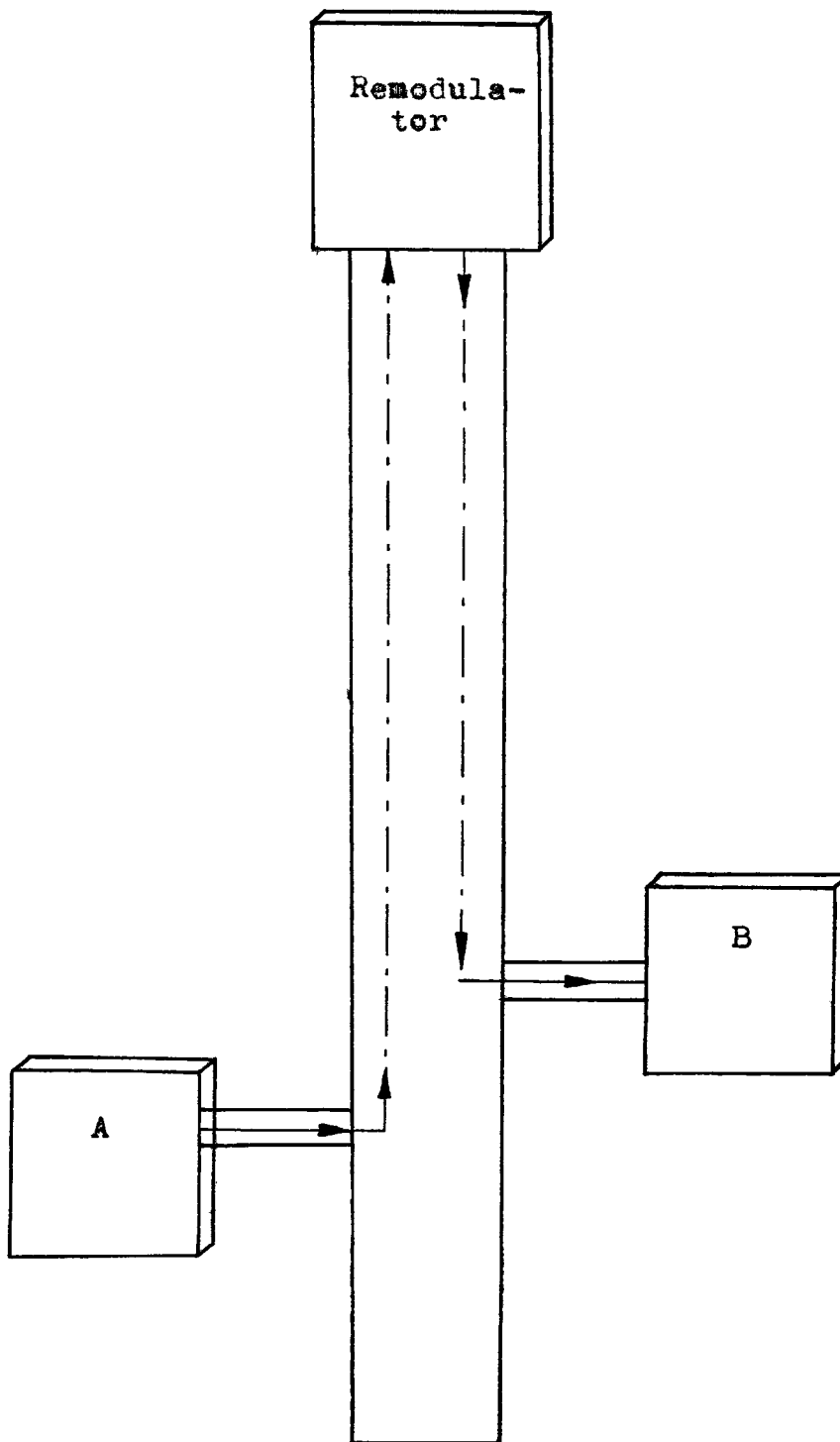
61



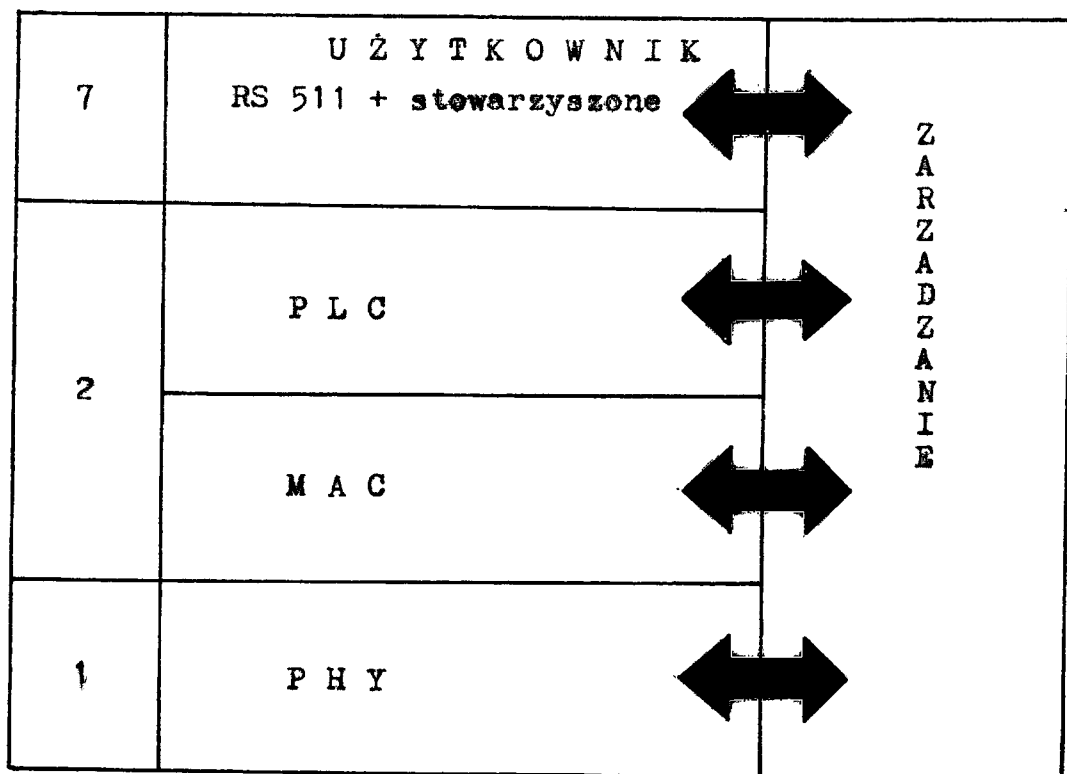
rys.1.24.Integracja systemów z magistralą szerokopasmową i magistralą pasma podstawowego.



rys.1.22.Konfiguracja systemu z magistralą MasterBuss i główną magistralą MAP



rys.1.23.System z magistralą szerokopasmową.

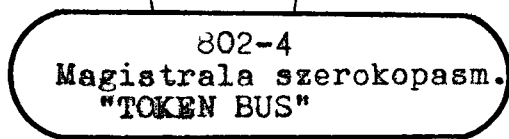


rys.1.25. Interfejsy dla zarządzania wewnątrz PROWAY C

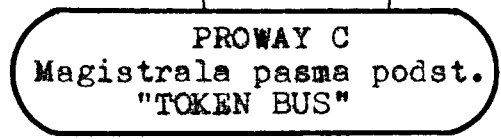
FTAM
pusta
seans-jadro
Transp.kl.4
pusta
Typ 1 LLC
UNACK TOKEN
Mag.szereko.

FTAM	RS 511
pusta	pusta
seans-jadro	pusta
transp.kl.4	pusta
pusta	pusta
Typ 1 LLC	SDA i RDR
UNACK TOKEN	IM RSPTOKEN
Mag.szereko.	Mag.p.podst.

RS 511
pusta
pusta
pusta
pusta
SDA i RDR
IM RSPTOKEN
Mag.p.podst.

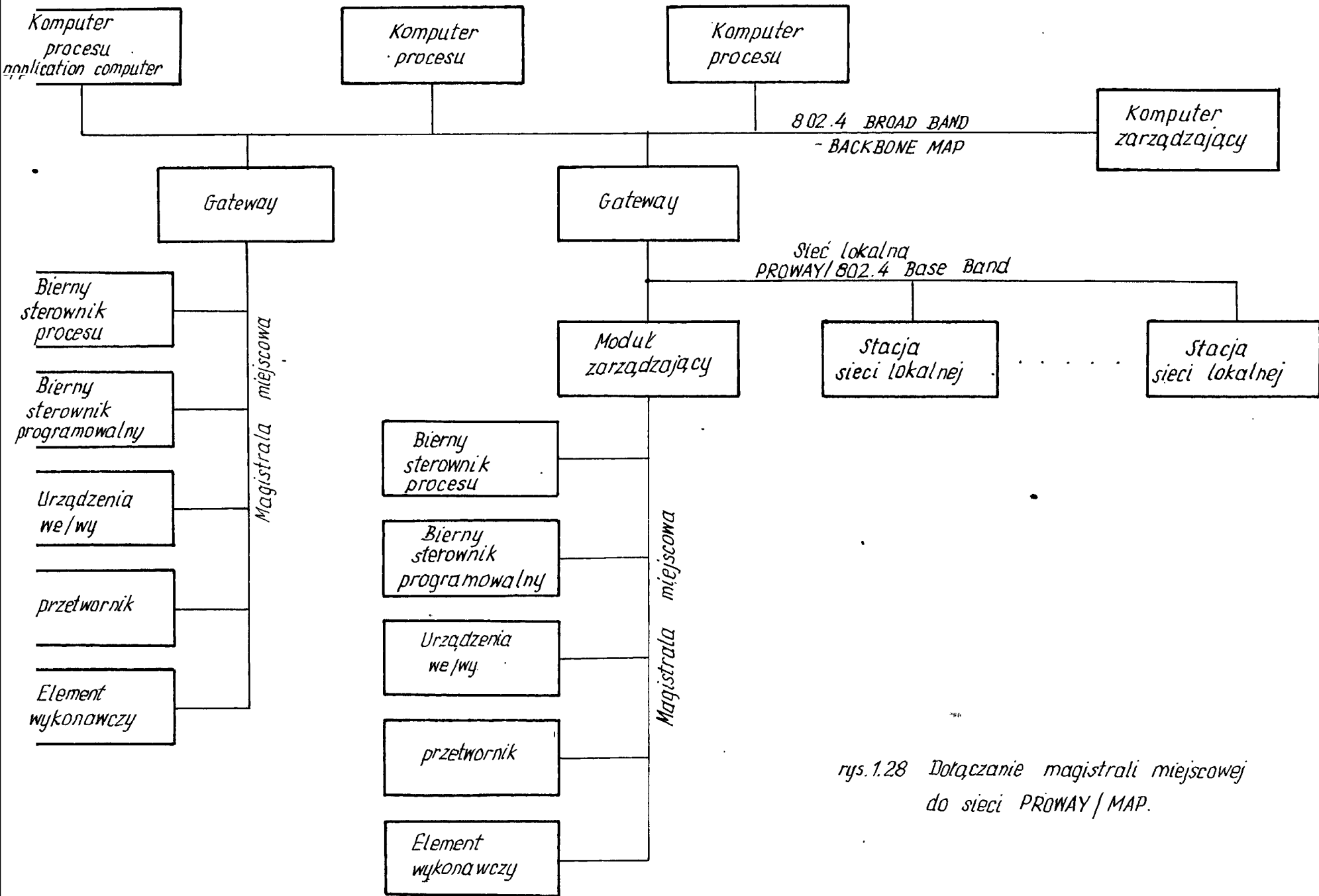


Magistrala główna
zakładu



Gniazdo

rys.1.26. Włączenie PROWAY C do MAP przez sterownik gniazda.



rys.1.28 Dotężanie magistrali miejscowej do sieci PRONET / MAP.

Komputer
główny
zakładu

Sterownik gniazda

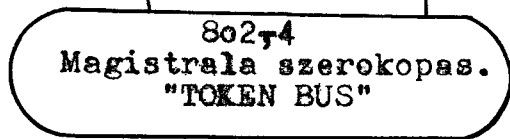
Robot lub PLC

FTAM
pusta
Seans-jadro
Transp.kl.4
pusta
Typ 1 LLC
UNACKTOKEN
Mag.szerokop.

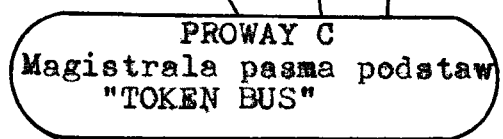
FTAM	RS 511
pusta	X.489
Seans-jadro	pusta
Transp.kl.4	pusta
pusta	pusta
SDA i RDR	
IMMED RSP TOKEN	
Mag.pasma podstawowego	

RS511
X.489
pusta
pusta
pusta
SDA i RDR
IM RSP TOKEN
Mag.pas.pod.

3	
UNACK TOKEN	IM RSP TOKEN
Mag.szerokop.	Mag.pas.pod.



Magistrala główna zakładu



Gniazdo

rys.1.27.Włączenie PROWAY C do MAP przez wtórnik i sterownik gniazda

2. KONCEPCJA REALIZACJI SYSTEMU MAP w Polsce

2.1. WSMO NA KABLU KONCENTRYCZNYM.

Zgodnie ze stwierdzeniem w p. 1.4.3 realizacja sprzętowa systemu MAP w kraju będzie wykonana na magistrali PROWAY-C. Jest to spowodowane m.in. brakiem warunków do budowy, czy wykorzystania sieci kablowych telewizji przemysłowej, na których można utworzyć kanały magistrali szerokopasmowej MAP. Obecnie w kraju nie ma takich sieci, nie są produkowane kable współosiowe dużych średnic i osprzęt do sieci TV. Drugim względem przemawiającym za przyjęciem normy PROWAY-C jest względna prostota realizacji transmisji wg. tej normy w porównaniu z transmisją szerokopasmową.

2.1.1. MAGISTRALA PROWAY-C.

Wielodostępna szeregowo magistrala danych PROWAY-C /norma IEC nr 955/ została opracowana na podstawie standardów krajowych USA o symbolach IEEE 802.2 i 802.4. Jest to magistrala do zastosowań przemysłowych, o zdefiniowanym maksymalnym czasie dostępu i bardzo wysokich wymaganiach odporności na warunki przemysłowe. Pozytywny wynik głosowania komitetów krajowych IEC ogłoszono w maju 1987r. [N18]. Standard w ostatecznej postaci nie został jeszcze opublikowany, obecnie dostępny jest przyjęty projekt - dokument IEC o numerze 65C /Central Office/17 [N3]. W niniejszym punkcie zostaną podane podstawowe dane magistrali ogólne i jako medium transmisyjnego. Omówienie realizacji transmisji, tj. protokołu komunikacyjnego wypełniającego warstwy 1 i 2 znajduje się w p. 2.2.

Podstawowymi parametrami magistrali są:

- długość do 2000 m
 - liczba stacji do 100
 - tłumienność wynikowa między dowolnymi stacjami 16 do 60dB.
- Standard wymaga użycia jako magistrali kabla współosiowego o impedancji 75 om, niskiej tłumienności, rzędu 0,6 do 1,7 dB/100m przy 10 MHz. Standard określa konkretne typy kabli wg. oznaczeń amerykańskich: RG 11, 412, 500, 750.

Topologia magistrali jest szynowa, kabel główny przechodzi przez bierne rozgałęźniki, od których są prowadzone kable odgałęziające indywidualnie do poszczególnych stacji. Standard określa wymagania na tłumienności kabli odgałęziających rzędu 1,7 do 4,8 dB/100 m.

Tłumienności rozgałęźników powinny być w granicach: wzdłużna 0,2 do 1,8 dB, poprzeczna od 7 do 22 dB.

Nie są dopuszczone aktywne powtarzacz sygnału. Inne rodzaje medium transmisyjnego, rozwiązania warstwy fizycznej i inne /wyższe/ przepływności binarne mogą wg. standardu być dopuszczone w przyszłych rewizjach.

Po magistrali są przesyłane przesyłki /ramki/ o następujących parametrach transmisyjnych:

- poziom nadawania +64...+66 dB /1mV, 75 om/ co odpowiada w przybliżeniu 2V,
- poziom odbioru +4...+50 dB /1mV, 75 om/,
- poziom szumu -15 dB /1mV, 75 om/ w paśmie 3...7 MHz
- przepływność binarna 1 M bit/s
- kodowanie Manchester
- modulacja częstotliwości z zachowaniem ciągłości fazy PHC FSK,
poziom wysoki H odpowiada 6,25 ±0,08 MHz
poziom niski L odpowiada 3,75 ±0,08 MHz
- odtworzenie zegara na podstawie wykrycia przejść stanów sygnału odbieranego przy dekodowaniu Manchester.

2.1.2. REALIZACJA WSMD W WARUNKACH KRAJOWYCH.

W ramach CPBR 7.2 cel 4 i 5 podjęto w br. w PIAP opracowanie magistrali wg. standardu PROWAY-C, o symbolu MK 02, jako części zdecentralizowanego systemu automatyki kompleksowej INTEL DIGIT-PROWAY. Do chwili obecnej opracowano założenia - sprawozdanie PIAP nr rejestr. 5872. Ze względu na brak w kraju, jak również w KS, kabli współosiowych i rozgałęźników o parametrach zgodnych z zaleceniami standardu IEC 955 założenia przyjmują zastosowanie z reguły kabli krajowych - co prowadzić będzie do pogorszenia możliwości aplikacyjnych a tylko wyjątkowo przewidywać można zastosowanie kabli importowanych i uzyskanie pełnych możliwości aplikacyjnych przewidzianych standardem.

Według założeń magistrala MK 02 będzie złożona z:

- segmentów kabla współosiowego typu WLeK 75 - 1,2/7,5, o długościach segmentu do 100m i tłumienności falowej przy częstotliwości 10 MHz nie większej od 2,0 dB/100m,
- rozgałęźników węzłowych jednego typu, z 1 odgałęzieniem, o tłumienności poprzecznej 10 ± 2 dB i tłumienności wzdłużnej $1,0 \pm 0,2$ dB,
- kabli odgałęzień stacyjnych typu WLeK 75 - 0,63/3,7 o długości do 25m i tłumienności falowej nie większej od 5,0 dB/100m.

Przy uwzględnieniu dynamiki sygnału nadawanego i odbieranego według standardu IEC oraz parametrów w/w składników magistrali MK02 uzyskuje się z obliczeń następujące parametry eksploatacyjne:

długość magistrali /m/	liczba stacji
2000	2
1700	5
1000	19
500	29
250	34

Ograniczenia długości i liczby stacji są bardzo znaczne w stosunku do wymagań IEC: 2000m i 100 stacji, jednakże wobec nie produkowania w kraju kabli o niższej tłumienności oraz dającego się przewidzieć braku środków dewizowych na import ograniczenia te będzie trzeba najczęściej przyjąć.

W wielu zastosowaniach, głównie w przemyśle maszynowym, gdzie występuje duże zagęszczenie zautomatyzowanych środków produkcji /linie produkcyjne, gniazda obróbcze, elastyczne systemy produkcyjne/ podane parametry realizacji krajowej nie wykluczą aplikacji jedno-magistralowych.

Istotne jest ograniczenie zasięgu magistrali MK02 jako nadrzędnej magistrali MAP na dużych obiektach. Możliwe są dwa rozwiązania:

- wykonanie magistrali PROWAY-C dla systemu MAP z użyciem kabla importowanego /jedna linia nadrzędna wiążąca magistrale lokalne, np. wydziałowe,
- stosowanie wielu magistral składających się na sieć o dowolnej konfiguracji, połączonych ze sobą stacjami sprzęgającymi.

Każda stacja sprzęgająca może wydłużyć zasięg o np. 1000 m, zaś system adresowania stacji /16-bitowy/ przyjęty w standardzie PROWAY-C jest na tyle pojemny, że umożliwi tworzenie takich sieci wielomagistralowych. Do tego konieczne jest jednak rozszerzenie standardu PROWAY-C, o czym mówi p. 2.2.2.

2.2. KONCEPCJA SPRZĘTOWA I PROGRAMOWA REALIZACJI WARSTW 1 - 2

Realizacja jest przewidziana przy użyciu urządzeń transmisyjnych według standardu PROWAY-C, które mają być opracowane w ramach CPBR 7.2 cel 4/5 i następnie wdrożone do produkcji w ZAP Ostrów Wlkp. jako składnik systemu INTEL DIGIT-PROWAY.

2.2.1. REALIZACJA WARSTW 1 - 2 WEDŁUG STANDARDU PROWAY-C

Standard PROWAY-C obejmuje warstwy 1 i 2 modelu OSI/ISO. Warstwa 1 - fizyczna ma symbol PHY, warstwa 2 - łącza danych jest podzielona na dwie podwarstwy: MAC - podwarstwa dostępu i PLC - podwarstwa połączeń logicznych. Standard obejmuje w swoich kolejnych częściach protokoły warstw i interfejsy logiczne między warstwami oraz między użytkownikiem a PROWAY. Magistrala PROWAY-C stosuje deterministyczną metodę uzyskiwania dostępu do magistrali przez poszczególne stacje, polegającą na przekazywaniu uprawnienia dostępu od stacji do stacji w tworzonym łańcuchu logicznym.

Protokół komunikacyjny PROWAY-C realizuje dla użytkownika, którym jest procesor każdej stacji uprawnionej do inicjowania transmisji, trzy typy transakcji:

SDA - przesłanie danych z potwierdzeniem, z jednej stacji inicjującej do jednej stacji oddalonej /odpowiadającej/ Transakcja stosuje protokół potwierdzający z natychmiastową odpowiedzią.

SDN - przesłanie danych bez potwierdzenia z jednej stacji inicjującej do jednej, kilku lub wszystkich stacji oddalonych /odbierających/. Ten typ transakcji ma mniejszy stopień zabezpieczenia.

RDR - żądanie danych z odpowiedzią; jedna stacja inicjująca żąda danych, uprzednio przygotowanych, z jednej stacji oddalonej. Transakcja stosuje protokół potwierdzający z natychmiastową odpowiedzią.

W jednej przesyłce może być przesłane do 1000 bajtów informacji użytkowej. Mechanizm uzyskiwania dostępu przez stację inicjującą zapewnia czas dostępu nie dłuższy od 10 ms przy najwyższym priorytecie. Protokół posiada możliwość różnicowania do 4 priorytetów transakcji. Maksymalny czas zrealizowania transakcji, również o najwyższym priorytecie, nie przekracza 20 ms. Efektywna szybkość przekazu danych, z uwzględnieniem czasu arbitracji dostępu do magistrali, oraz detekcji i korekcji błędów osiąga 3×10^5 bit/s.

Parametry te predystynują magistralę PROWAY-C do zastosowań w dowolnych dziedzinach automatyki, również do obsługi procesów szybkozmiennych.

Protokół zapewnia także bardzo wysoką skuteczność zabezpieczenia informacji, przez kodowanie nadmiarowe i powtarzanie. Wynikowa stopa błędu nie przekracza 3×10^{-15} .

Realizacja techniczna warstw 1 i 2 w stacjach PROWAY-C jest dokonywana za pomocą specjalizowanych układów wielkiej skali integracji o bardzo dużej szybkości pracy. Działają one jako złożone sieci logiczne, w dużym stopniu równoległe a nie sekwencyjnie. Dopuszczalne czasy opóźnień w warstwach MAC i PLC są równe 16 us. W tym czasie są wykonywane setki działań. W urządzeniach transmisyjnych PROWAY-C są wykorzystane również mikroprocesory, np. typu 80186, do realizacji programowego interfejsu użytkownik-PROWAY i zadań zarządzania stacją, które mogą być wykonywane wolniej. W zasadzie jednak protokół nie jest wykonywany programowo.

2.2.2. REALIZACJA WARSTWY 3 - SIECI

Zadaniem warstwy 3-sieci jest przesyłanie danych w sieci złożonej z różnych magistral. W tym celu warstwa wykonuje przełączenie w węzłach sieci, wyznacza trasy przesyłania danych i wykrywa błędy przesyłania.

Obecna, przyjęta wersja standardu IEC PROWAY-C nie zawiera mechanizmów protokołu sieci. Wprowadzenie systemu adresowania stacji o długości słowa adresowego 16 bitów zakłada podział adresu na 8-bitowy adres stacji i 8-bitowy adres segmentu - co umożliwia adresowanie w sieci, to jednak protokół nie różnicuje działania w funkcji adresu segmentu.

Wprowadzenie w komentarzu do wstępnej wersji projektu podano że jest przewidywane rozszerzenie standardu dla sieci, złożonej z segmentów /podsieci/, lecz obecnie żadne prace w tym zakresie nie są sygnalizowane.

Być może takie rozszerzenie zostanie dokonane w niedługim czasie, szczególnie iż jest konieczne do rozszerzenia zastosowań magistrali PROWAY-C, w tym do systemu MAP.

Jak wynika z informacji podanych w p. 1.4.3 ^{obecnie} przewidywane jest opuszczanie w sieciach prostych PROWAY-C warstw 3-6 modelu OSI, a w przypadku konieczności stosowania sieci złożonych, dołączanie magistral PROWAY-C do magistrali szerokopasmowej 802.4 LAN w sposób pokazany na rys. 1.26 i 1.27. Ponieważ proponowana koncepcja nie przewiduje obecnie wprowadzania w Polsce magistral szerokopasmowych, sprawa sieci rozgałęźnych musi być rozwiązana oddzielnie, kierunki działania w tej sprawie podano w p. 2.2.3.

2.2.3. KONCEPCJA REALIZACJI WARSTW 1 - 3 W WARUNKACH KRAJOWYCH

Przewiduje się, że realizacja warstw 1 i 2 systemu MAP zostanie zapewniona za pomocą urządzeń transmisyjnych systemu INTEL DIGIT-PROWAY. W celu 4/5 CPBR 7.2 jest planowane opracowanie pakietu transmisyjnego MK50 wg. wymagań protokołu PROWAY.C. Opracowane założenia pakietu znajdują się w sprawozdaniu PIAP, nr rej. 5872.

W założeniach rozpatrzono możliwości i warianty opracowania tego pakietu, z uwzględnieniem ograniczeń, czy ściślej braku bazy elementowej. Biorąc pod uwagę ograniczenia embargowe wskazano, że głównym kierunkiem działań będą starania o nawiązanie współpracy z zainteresowanymi organizacjami w ZSRR w celu wspólnego przygotowania i uruchomienia produkcji układów scalonych do standardu PROWAY-C.

Do czasu uruchomienia takiej produkcji powinny w CPBR 7%2 zostać opracowane: algorytmizacja protokołu komunikacyjnego PROWAY-C i wykonanie pierwszej wersji urządzeń z programową, na mikroprocesorze typu I 80186, realizacją protokołu. Wykonanie tych etapów pozwoli poznać i opanować zupełnie nową technikę. Należą tu następujące zagadnienia nie podejmowane dotąd w kraju: modulacja i demodulacja sygnałów FM w paśmie 3 - 7 MHz, kluczowanie częstotliwości z zachowaniem ciągłości fazy, szerokopasmowe rozgałęźniki transformatorowe o bardzo niskiej tłumienności wzdłużnej i filtry pasmowe, odbiorniki FM o dynamice wejścia 46 dB, bardzo szerokim paśmie i wielkiej szybkości danych, transmisja sygnałów FM, dwukierunkowa z rozgałęźnikami, wreszcie protokół komunikacyjny o wielkim stopniu złożoności i badania funkcjonalne sieci.

W założeniach podkreślono, że realizacja na mikroprocesorze nie może zapewnić wymagań czasowych standardu, jednakże jest w obecnych warunkach jedyną możliwością wykonania zadania, konieczną także dla przygotowania docelowej wersji na specjalizowanych układach scalonych. Uważamy, że współudział z naszej strony we współpracy z ZSRR może i musi polegać na przygotowaniu wymagań i części dokumentacji do układów scalonych. Bez laboratoryjnego, funkcjonalnego sprawdzenia wszystkich mechanizmów protokołu i wynikającego z niego algorytmu wykonanie jakiegokolwiek części tych zadań nie jest możliwe.

Zakłada się, że pakiet transmisyjny MK50, wraz z szeregową wielodostępną magistralą danych MK02 spełni wszystkie wymagania standardu PROWAY-C za wyjątkiem czasu dostępu, czasu wykonania transakcji i efektywnej szybkości przekazu danych użytkowych. Te parametry wg. przewidywań byłyby kilkakrotnie gorsze - w warunkach maksymalnego obciążenia magistrali, tj. przy 100 stacjach. Ponieważ jednak praktyczne aplikacje, szczególnie w pierwszym okresie, z pewnością nie będą wykorzystywały potencjalnej pojemności magistrali, rzeczywiste pogorszenie parametrów czasowych może być nie zauważalne. 45

Natomiast w grupie parametrów charakteryzujących odporność na warunki środowiska przemysłowego nie przewiduje się żadnych odstępstw. Istnienie w PIAP pracowni kompatybilności elektromagnetycznej o bardzo dużym doświadczeniu i dobrym wyposażeniu pozwoli na zbadanie wszystkich wymagań parametrów i doprowadzenie do ich spełnienia.

Reasumując uważa się, że już urządzenia transmisyjne PROWAY-C ~~z~~ pierwszej kolejności będą mogły być wdrożone i stosowane w przemysłowych aplikacjach systemów INTEL DIGIT-PROWAY i w onsekwencji MAP. Natomiast urządzenia drugiej kolejności, z dedykowanymi układami scalonymi PROWAY-C produkcji najprawdopodobniej ZSRR, będą spełniały wszystkie wymagania standardu PROWAY-C.

Problem warstwy 3 - sieci, czyli tworzenia podsieci PROWAY-C prawdopodobnie nie będzie rozwiązany przez IEC drogą rozszerzenia standardu. Trudno obecnie przesądzić czy ^{ew.} nastąpi to do czasu opracowania układów scalonych w ZSRR. Jeżeli nastąpi, to konieczne będzie uwzględnienie tych nowych mechanizmów protokołu.

Wła tego realizacja warstwy 3 musi nastąpić przez opracowanie stacji sprzęgających z odmiennym protokołem. Prace takie podjęto w ramach CPBR 7.2 cel 3, narazie dla protokołu PROWAY A.

W toku pracy nad algorytmizacją protokołu PROWAY-C musi zostać wyjaśnione, czy obecny protokół pozostawia możliwość tworzenia subsieci /powinno tak być/ bez żadnej zmiany w protokole stacji normalnych /tzn. wszystkich poza sprzęgającymi magistrale ze sobą/. Da to ew. możliwość rozszerzenia prac wykonywanych w celu 3 na sieci PROWAY-C.

2.2.4. POWIĄZANIA Z INNYMI SYSTEMAMI

Obecnie są i w najbliższych latach będą w kraju produkowane i stosowane w automatyce przemysłowej liczne systemy pochodzące z kilku zakładów. Uważamy, że koncepcja wprowadzenia systemu MAP w Polsce powinna ująć również wykorzystanie tych systemów. Tylko takie rozwiązanie uczyni w warunkach krajowych system MAP powszechnie stosowanym, jako system nadrzędny.

Technicznym elementem integrującym powinna być magistrala PROWAY-C. Dlatego w dalszej części punktu zostaną omówione metody dołączenia każdego z systemów do magistrali PROWAY-C. Problematyka ta była omawiana i wstępnie uzgadniana z poszczególnymi zakładami przy przygotowywaniu zadań do CPBR 7.2 do etapów II i III. W tych etapach powinny zostać przeprowadzone w poszczególnych zakładach prace przygotowujące, czy warunkujące dołączenie poszczególnych systemów do MAP. Ogólnie dla dowolnego systemu możliwe są dwie metody dołączenia do magistrali PROWAY-C, czyli do systemu MAP:

- a - dołączana jest każda stacja danego systemu, czyli magistrala PROWAY-C staje się magistralą danego systemu,
- b - dołączana jest tylko stacja nadrzędna /najczęściej operatorska/ bądź kilka takich stacji, a komunikacja do ew. oddalonych stacji odbywa się magistralą wewnątrz systemową, lub np. łączami V24.

Warunki dołączenia do magistrali PROWAY są następujące:

- c - w każdej stacji bezpośrednio dołączanej musi znajdować się wewnętrzna magistrala równoległa, pakiet jednostki centralnej i pakiet rozszerzenia pamięci danych. Są to ogólne warunki wynikające z modelu stacji PROWAY-C, umożliwiające dołączenie specjalizowanego kontrolera komunikacyjnego i współpracę protokołu PROWAY-C z oprogramowaniem warstwy użytkownika;
- d - jeżeli natomiast żąda się, by wykorzystać opracowywany pakiet transmisji MK50 /systemu INTEL DIGIT-PROWAY C/, a nie konstruować kontrolera komunikacyjnego do standardów konstrukcyjnych danego systemu, muszą być spełnione warunki dodatkowe:
 - magistrala wewnętrzna stacji musi być wg. AMS lub BN-84/3105-03 w wersji 16-bitowej,
 - kaseeta musi umożliwić instalowanie płyt o wymiarach 220 x 233,4 mm.

Uwaga: przez specjalizowany kontroler komunikacyjny rozumie się kontroler o wewnętrznej strukturze takiej jak MK-50 lecz wykonany w standardach mechanicznych i z magistralą kasety systemu dołączanego do magistrali PROWAY-C.

2.2.4.1. System FALCONET opracowany przez Biuro Projektowe MERA-PNEFAL.

Jest to system pakietowy, o funkcjach pakietów zbliżonych do INTEL DIGIT-PROWAY. Rozróżniane są stacje obiektowe i stacja operatorska /nadrzędna/. Komunikacja między stacjami odbywa się po łączach V24, z koncentratorom w stacji operatorskiej. System wykorzystuje magistralę wewnętrzną stacji wg. AMS, lecz w wersji 8-bitowej. Jednostki centralne i inteligentne pakiety sprzężenia z obiektem stosują mikroprocesor 8-bitowy typu Z80. Wymiar płyty jest 160 x 233,4 mm.

System FALCONET może być dołączony do magistrali PROWAY-C zarówno wg. metody a/ jak i b/, z wykorzystaniem pakietu transmisji MK50.

Do tego celu trzeba:

- zmienić konstrukcję kasety, tak by można wstawiać pakiety o długości płyty 220 mm,
- zainstalować dodatkowo w stacji pakiet 16-bitowy rozszerzenia pamięci, np. ML-16 prod.ZAP. Będzie on pełnił rolę bufora danych i konwersji między 8-bitową jednostką centralną, a 16-bitowym pakietem transmisji,
- opracować oprogramowanie wg. MAP tj. ISO/DP9506 i interfejsu programowego PROWAY-C - użytkownik.

2.2.4.2. System EFTRONIK 2000 produkowany przez MERA-PNEFAL

Jest to jedyńy system aparatuowy; poszczególne mikroprocesorowe stacje procesowe /aparaty/ mogą pracować autonomicznie. Poprzednio opracowane aparaty Eftronik M weszły jako część do systemu Eftronik 2000.

Stopniem nadrzędnym jest stacja operatorska Eftronik PC, wykorzystująca komputer Mazovia 1016. Struktura systemu jest gwiazdzysta, stacje procesowe są łączone ze stacją operatorską łączami V24 o szybkości transmisji 1200-9600Bod. Połączenie z systemem MAP wobec tego jest możliwe jedynie sposobem b/, tj. tylko ze stacją operatorską. Obecnie są już informacje w literaturze zagranicznej o pojawieniu się pakietów /kart/ MAP do komputerów IBM PC /np. p.1.4.7.n/. W związku z tym uzgodniono estępnie, że powiązanie systemu Eftronik 2000, z systemem MAP zostanie dokonane następująco:

MERA-PNEFAL zgłosi do CPBR 7.2 nowe zadanie: "wyposażenie komputera Eftronik PC lokalnej stacji operatorskiej w kartę komunikacyjną PROWAY C/MAP i opracowanie oprogramowania systemowego MAP do stacji systemu Eftronik 2000".

Opracowanie tego zadania rozwiąże całościowo problem współpracy.

Na obiektach możliwa jest także sytuacja, kiedy będą zainstalowane urządzenia systemu Eftronik 2000 i Falconet. W tym przypadku przewiduje się, że stacje operatorskie Falconet będą obsługiwały również stacje procesowe Eftronik 2000. Sprzężenie z systemem MAP byłoby wtedy zrealizowane jak opisano w p. 2.2.4.1.

2.2.4.3. INTELEKTRAN M i ELWRO 800

Systemy te wykorzystują magistralę wewnętrzną wg. AMS oraz stosują 16-bitowe jednostki centralne i pakiety rozszerzenia pamięci, zatem mogą być sprzężane z systemem MAP wg. sposobów a/ i b/, przez zainstalowanie pakietu transmisyjnego MK 50 i dostosowanie oprogramowania użytkowego do standardu MAP.

2.2.4.4. Systemy z magistralą szeregową PROWAY-A

Do czasu wprowadzenia w kraju systemu MAP z magistralą PROWAY-C może powstać pewna liczba zainstalowanych aplikacji systemów INTELDIGIT--PROWAY i INTELEKTRAN-M z magistralą wg. standardu IEC PROWAY.A. Jeżeli rozbudowa systemów na takich obiektach wymagałaby wprowadzenia tam dalszych linii magistrali, już wtedy PROWAY-C i systemu MAP, to konieczne byłoby opracowanie stacji sprzęgającej /GATEWAYS/ linie magistrali PROWAY-A i PROWAY-C. Stacja miałaby strukturę sprzętową zbliżoną do podanej w CPBR 7.2 cel 3 stacji sprzęgającej magistrale PROWAY-A do tworzenia konfiguracji rozgałęźnych tj. zawierałaby pakiety transmisyjne obu standardów i pakiet jednostki centralnej do konwersji protokołów. Ponieważ transakcje oferowane użytkownikowi w obu systemach są identyczne, a czasy realizacji są zbliżone to zadanie konwersji protokołów wydaje się możliwym do zrealizowania. Magistrala PROWAY-A byłaby traktowana jako podrzędna.

2.2.5. NORMALIZACJA I ATESTACJA

Wprowadzenie systemu MAP w kraju, jako najwyższego systemu, integrującego także pozostałe systemy, wymaga m.inn. prac normalizacyjnych i powołania placówki atestacyjnej.

Na podstawie standardów międzynarodowych przewiduje się opracowanie norm krajowych.

Podstawowe normy dotyczące MAP oraz sprzętu i oprogramowania transmisyjnego PROWAY-C /warstwy 1,2/ powinien opracować PIAP. Powinny one objąć również wymogi na dołączanie innych systemów.

Standard oprogramowania użytkowego /warstwa 7/ powinien powstać na bazie ISO/DP9506 tj. RS54/EIA oraz norm towarzyszących i może być opracowany np. w MERA-ZAP, włącznie z normalizacją komunikacji operator-system. Oprogramowanie użytkowe innych systemów dołączanych do MAP musiałyby być dostosowane do w.wym. norm.

Zadania atestacji współpracy różnych systemów i urządzeń z systemem MAP powinny być powierzone komórce atestacyjnej która będzie powołana w PIAP. Komórka atestacyjna będzie wykonywać badania funkcjonalne współpracy i badania pełne, w tym badania kompatybilności elektromagnetycznej wszelkich urządzeń przeznaczonych do współpracy z magistralą MAP/PROWAY C. Badania będą prowadzone wg. wymagań IEC, MAP i norm krajowych. Badania zgodności oprogramowania będą prowadzone za pomocą testów standardowych.

2.2.6. HARMONOGRAMY REALIZACJI ZADAŃ

Harmonogramy realizacji zadań powstaną we wrześniu 1987r. w ramach rewizji CPBR 7.2 cel 3 i 4/5, i po ich uzgodnieniu mogą stanowić załącznik do niniejszego opracowania.

2.3. KONCEPCJA MAGISTRALI MIEJSCOWEJ

2.3.1. PRZEZNACZENIE MAGISTRALI MIEJSCOWEJ

Koncepcja magistrali miejscowej przewidywana do realizacji w Polsce bazuje na dotychczasowych ustaleniach podkomitetu 65C IEC zawartych w dwóch dokumentach [N20, N21] .

Zadaniem magistrali miejscowej jest połączenie z systemem automatyki przemysłowej inteligentnych urządzeń strefy obiektowej:

- czujników i przetworników pomiarowych ciśnienia, przepływu, temperatury i położenia,
- wskaźników stanu obiektu generowanych z czujników typu zał/wył i czujników krańcowych,
- binarnych słów informacyjnych z liczników i sumatorów,
- silników skokowych i nastawników zaworów elementów wykonawczych,
- inteligentnych urządzeń lokalnych takich jak sterowniki silników i przepływomierze.

Przewidywane jest wykorzystanie magistrali miejscowej w prostych robotach, sterowaniu wizyjnym i w wielokanałowych przyrządach takich jak np. chromatografy.

Urządzenia pracujące na magistrali miejscowej znajdują się na poziomie 0 i 1 hierarchicznego systemu automatyki. Są to zwykle urządzenia dość tanie, otrzymujące i nadające stosunkowo ograniczone ilości informacji. Zakłada się, że urządzenia te nie zawsze zawierają lokalne zasilacze i w związku z tym przewidywane jest opcjonalne ich zasilanie obwodami linii sygnałowych.

2.3.2. OGÓLNE WYMAGANIA NA MAGISTRALĘ MIEJSCOWĄ

Magistrala miejscowa będzie szeregowym, standardem komunikacyjnym, który zastąpi wymianę informacji sygnałem prądowym 4-20 mA i dwustanowymi sygnałami 24V. Pozwoli to na zwiększenie pojemności informacyjnej sygnałów oraz ich dwukierunkową wymianę między inteligentnymi urządzeniami strefy obiektowej, a wyższym poziomem sterowania systemem automatyki oraz na wprowadzenie środków eliminujących błędne przekazy.

Jedna magistrala miejscowa pozwoli ponadto na wielo-punktowe powiązanie dużej liczby adresowanych urządzeń strefy obiektowej. Wprowadzenie magistrali miejscowej do systemu automatyki doprowadzi więc do:

- zwiększenia jakości i ilości przekazywanej informacji i zmniejszenie błędów przekazu,
- oszczędności kabla i zmniejszenia kosztu instalacji,
- ułatwienia dołączania lub usuwania urządzenia strefy obiektowej z systemu,
- zmniejszenia liczby przewodów doprowadzanych do ruchomych urządzeń wykonawczych
- zredukowania ilości skrzynek połączeniowych.

Długość magistrali i częstość przekazywania informacji

Długość magistrali będzie rozumiana jako suma wszystkich jej odgałęzień, a częstość przekazu informacji jako suma przekazów otrzymywanych i wysyłanych przez wszystkie urządzenia pracujące na magistrali.

Zakłada się, że typową długość magistrali miejscowej wyniesie 350m, przy czym minimalna częstość przekazu wyniesie 150 informacji/s dla sterowania procesem, a maksymalna 10.000 informacji/s dla automatyzacji procesu wytwarzania /ang.Manufacturing Automation/.

Dla innych zastosowań takich jak np.roboty przewiduje się stosowanie krótkiej magistrali do 40m przy zakładanej minimalnej częstości przekazu 5000 informacji /s.

Szybkość obiegu i czas dostępu

Magistrala miejscowa w pełnej konfiguracji będzie spełniać wymagania zastosowań, gdzie maksymalny czas opóźnienia między przypadkowym /dowolnym/ żądaniem przekazu informacji ze źródłowego urządzenia, a jej otrzymaniem przez inne dowolne urządzenie wyniesie:

- 5 ms /dla automatyzacji procesu wytwarzania/
- 20 ms /dla sterowania procesem/

Magistrala miejscowa będzie umożliwiała przekaz informacji między ogniwami systemu lub stacjami bez potrzeby retransmisji.

Stacje na magistrali miejscowej

Maksymalna liczba stacji dołączonych do jednej magistrali miejscowej - 30.

Maksymalna liczba elementów obiektowych^{*)} w pojedynczej stacji będzie ustalona przez wyższą warstwę protokołu.

Całkowita liczba elementów obiektowych^{*)} dołączonych do jednej magistrali miejscowej - 60.

Realizacja fizyczna magistrali

Brane są pod uwagę trzy możliwości fizycznej realizacji magistrali miejscowej:

- a/ jako pary skręcanych przewodów w obejmującym je ekranie,
- b/ jako pary skręcanych przewodów z indywidualnymi ekranami /realizacja dla średnich szybkości transmisji/,
- c/ w postaci kabla współosiowego.

Jako przyszły kierunek prac przewiduje się zastosowanie światłowodu.

Zasilanie i wymagania na izolację

Przewidywane jest opcjonalne zasilanie niektórych lub wszystkich zdecentralizowanych urządzeń przez te same układy co sygnały komunikacyjne. We wszystkich przypadkach sterowany element dołączony za pośrednictwem stacji jest galwanicznie odizolowany od magistrali.

Wymagany poziom wytrzymałości elektrycznej izolacji - 500V.

Każda ze stacji może być zasilana z magistrali w celu:

- zapewnienia pracy części komunikacyjnej,
- zapewnienia pracy elementów pomiarowych lub sterujących wewnątrz stacji.

Przewiduje się, że typowa moc czerpana przez stację z magistrali miejscowej wyniesie 50 mW.

Na magistrali będą również pracować stacje zasilane z innych własnych źródeł.

*) element obiektowy /w rozumieniu dokumentu 21 jest to pojedyncze urządzenie fizyczne realizujące funkcje pomiaru lub sterowania np. czujnik ciśnienia, ogranicznik, sterownik silnika, pozycjoner zaworu, czujnik dymu.

Adresacja

Przyjmuje się, że każdy element obiektowy magistrali miejscowej będzie miał własny adres. Elementy obiektowe mogą być grupowane lub komutowane w jednej stacji. Stacja więc może zawierać pewną liczbę różnych adresowanych elementów obiektowych.

Magistrala redundowana

Zakłada się, że standard będzie przewidywał, jako opcję zredundowaną strukturę magistrali. Zwiększy to koszt instalacji z uwagi na podniesienie kosztu przyłączenia każdego z urządzeń do magistrali, zredundowania układów komunikacyjnych i ich zasilania i spowodowanie konieczności wprowadzenia drugiego kabla.

2.3.2. URZĄDZENIA MAGISTRALI MIEJSCOWEJ, ICH TECHNICZNA REALIZACJA

Przedstawiony poniżej sposób realizacji urządzeń magistrali miejscowej bierze pod uwagę nie tylko aktualny stan normalizacji w tej dziedzinie, ale również rozwiązania techniczne czołowych firm światowych, przewidywane kierunki rozwoju tego rodzaju urządzeń, a przede wszystkim dostępność bazy elementowej.

Podstawową częścią urządzeń sprzężonych z magistralą miejscową będzie mikrosterownik komunikacyjny. Zakłada się, że będzie on zrealizowany w oparciu o elementy rodziny procesorów 8051. Charakterystyczną cechą tego elementu jest to, że jedna z jego bram może realizować transmisję szeregową asynchroniczną o szybkości 187,5k boba. Zastosowanie elementu rodziny 8051 jest również korzystne, ze względu na zgodność funkcjonalną, programową i pełną odpowiedniość wyprowadzeń z mikrokontrolerem INTEL 8044. Element ten w swojej wewnętrznej strukturze zawiera procesor typu 8051, dwudostępną pamięć RAM i sterownik komunikacji szeregowej /SIU/ realizujący bez potrzeby użycia dodatkowych elementów, protokół SDLC.

Proponuje się aby protokół magistrali miejscowej oprzeć na standardzie protokołu BITBUS firmy INTEL [17,29]. Przy czym warstwy protokołu przesyłania wiadomości i protokołu zdalnego sterowania i dostępu byłyby w pełni zgodne ze wspomnianym standardem.

Różnica wystąpiłaby jedynie w warstwie najniższej, tzn. protokołu komunikacyjnego i związana byłaby z zastosowaniem procesora typu 8051 i w związku z tym transmisji start-stopowej.

Fizyczna realizacja magistrali

Przewiduje się maksymalnie prostą realizację magistrali.

Podstawowe jej cechy to:

Typ linii - doziemna symetryczna

Kabel - para skręconych przewodów w ekranie

nominalna wartość impedancji charakterystycznej - 100 om,

typ kabla - odpowiednik typu AWG24, miedź/ozn. wg. RS 422A

rezystancja kabla - max 98 om/km

długość magistrali - max. 350m.

wymagana izolacja galwaniczna nad/cdb linii od układów komunikacji i obwodów obiektowych - 500V,

standard elektryczny nad/odb. linii - RS-422A/RS 485/

typ transmisji - asynchroniczna

szybkość transmisji - 187,4 kbit/s

max czas między dwoma kolejnymi sprzężeniami z urządzeniem podporządkowanym - 7,2 - 43,4 ms /dla 30 urządzeń podporządkowanych

Przewiduje się sprzężenie urządzeń pracujących na magistrali miejscowej z tą magistralą za pomocą mikrosterownika komunikacyjnego oddzielonego galwanicznie za pomocą transoptorów od nadajników i odbiorników linii. Wprowadzenie oddzielenia galwanicznego umożliwi całkowitą, wzajemną separację urządzeń i zwiększy odporność linii transmisyjnej na zakłócenia elektromagnetyczne.

Urządzenie sterujące magistralą miejscową

Zadaniem urządzenia będzie sprzężenie modułów magistrali miejscowej z siecią lokalną /WSMD systemu INTELDIGIT-PROWAY/.

W proponowanym rozwiązaniu nie przewiduje się bezpośredniego sprzężenia urządzenia z siecią lokalną jak to przedstawiono

w p.1.4.4. Zakłada się wykonanie urządzenia sterującego

magistralą miejscową jako pakietu systemu INTELDIGIT-PROWAY,

pracującego w kasecie systemowej.. Jego sprzężenie z magistralą

WSMD zapewni pakietu kontrolera komunikacyjnego i sterownika linii.

Przyjmuje się, że urządzenie sterujące magistralą miejscową powinno zapewnić zarządzanie do 30 dołączonych do niej urządzeń podporządkowanych.

Urządzenia podporządkowane

Urządzenia podporządkowane magistrali miejscowej to urządzenia obiektowe wyposażone w układy sprzężenia z tą magistralą. Zasadniczą częścią każdego z urządzeń podporządkowanych jest odseparowany galwanicznie od mikrosterownika komunikacyjny blok sprzężenia z obiektem, realizujący różne funkcje sprzężenia.

2.3.3. PROGNOZA ROZWOJU.

Prognozę rozwoju magistrali miejscowej należy rozpatrywać w kilku aspektach. Pierwszy z nich związany jest z modyfikacją zasad działania magistrali i sposobów sprzężenia z nią, bezpośrednio związanych z procesem powstawania standardu IEC. Wydaje się niewątpliwe przyjęcie do stosowania w kraju standardu IEC, jednakże nie należy biernie oczekiwać jego opublikowania. W szczególności dlatego, że może on się ukazać dopiero za kilka lat. Konieczne jest uzyskanie własnych doświadczeń w oparciu o własne konstrukcje, które powinny odpowiadać istniejącym tendencjom światowym. Przyszły rozwój urządzeń sterujących magistralą miejscową powinien dążyć w kierunku ich bezpośredniego dołączenia do magistrali PROWAY-C/MAP. Ze względów konstrukcyjnych będzie to możliwe, gdy w kraju dostępne będą scalone kontrolerzy realizujące sprzężenie z tą magistralą.

Kolejnymi aspektami związanymi z rozwojem urządzeń magistrali miejscowej są zagadnienia podwyższenia szybkości transmisji ściśle związane ze stosowaną bazą elementową i zagadnienie iskrobezpiecznej jej realizacji.

Harmonogram realizacji prac będzie uzgodniony we wrześniu 1987r. w ramach rewizji CPBR 7.2 cel 7 i będzie po zatwierdzeniu stanowić załącznik do niniejszej koncepcji.

2.4. KONCEPCJA REALIZACJI SYSTEMU MAP W ZAKRESIE OPROGRAMOWANIA

2.4.1 Wymagania funkcjonalne na oprogramowanie obsługi komunikacji w sieci MAP.

W poprzednich rozdziałach pracy został określony zakres realizacji sprzętu MAP w kraju. W związku z przyjęciem wersji MINI MAP będą zrealizowane tylko protokoły 1, 2 i 7 warstwy w/g modelu OSI. Protokoły warstw 1 i 2 będą w całości ujęte w sterowniku komunikacyjnym. Dlatego, przy omawianiu oprogramowania ograniczymy się do warstwy użytkownika. Dodatkowo oprogramowanie będzie rozpatrywane tylko z punktu widzenia potrzeb systemów automatyki. Należy zaznaczyć, że ograniczenie liczby realizowanych warstw znacznie przyspieszy przekazywanie danych w sieci.

Celem realizacji protokołów warstwy użytkownika jest możliwość tworzenia oprogramowania użytkowego, wykorzystującego sieć do komunikacji między różnymi dołączonymi do niej urządzeniami, bez konieczności wnikania w stronę fizycznej realizacji, organizacji i kontroli transmisji.

Dla potrzeb automatyzacji oprogramowanie warstwy użytkownika powinno udostępnić narzędzia software'owe umożliwiające programowanie obsługi następujących funkcji:

- identyfikacja użytkownika,
 - dostęp do danych znajdujących się u innych użytkowników sieci,
 - obsługa standardowych operacji systemowych,
 - obsługa zdarzeń u różnych użytkowników sieci,
 - kontrola przedziału zasobów,
 - planowanie wykonania zadań,
 - przesyłanie i obsługa zbiorów, ładowanie programów,
 - komunikacja z operatorem,
 - raportowanie,
 - kontrola stanów pracy urządzeń dołączonych do sieci,
 - tworzenie standardów dla typowych zastosowań,
- przy czym wszystkie, dostępne dla użytkownika mechanizmy powinny być niezależne od sprzętu komputerowego.

Funkcja identyfikacji użytkownika dotyczy prezentacji i interpretacji danych o możliwościach użytkownika w zakresie współpracy z siecią. Dane o użytkowniku powinny zawierać

informacje o wersji standardu realizowanego przez oprogramowanie użytkownika, maksymalnej wielkości komunikatów przesyłanych i odbieranych do/z sieci, maksymalnej długości kolejki zgłoszeń do obsługi, poziomie upoważnienia, itp.

Funkcja dostępu do danych innych użytkowników obejmuje odczytywanie, zapisywanie, określanie nazw i typów danych. Funkcja ta powinna również umożliwiać wysyłanie sterowań i odczytywanie danych do/ze sterowanego procesu. Zarówno sterowania jak i pomiary są bowiem zmiennymi systemowymi i mogą być traktowane jako dane. Dane powinny być dostępne przez określanie adresu i typu lub przez podanie nazwy.

Funkcja obsługi standardowych operacji systemowych powinna umożliwić dostęp do danych określonych standardowo w systemie, umożliwiać programowanie obsługi sytuacji błędnych, itp.

W zakresie funkcji obsługi zdarzeń powinna istnieć możliwość definiowania i monitorowania zdarzeń u użytkowników sieci oraz możliwość dołączania programów obsługi do poszczególnych zdarzeń jakie mogą wystąpić w skali całej sieci. Obsługa powinna dotyczyć zdarzeń typu upływ czasu, przekroczenie ograniczeń przez zmiennie bądź zgłoszenie zadania przez innego użytkownika.

Funkcje kontroli przydziału zasobów powinny umożliwiać programowanie bezkolizyjnego dostępu do zasobów urządzeń sieci /np. pamięć/ oraz urządzeń współpracujących /np. ramię robota, obrabiarka/.

W zakresie funkcji planowania zadań, oprogramowanie powinno umożliwić użytkownikowi zgłoszenie wykonania zadania przez inne urządzenie dołączone do sieci. Zgłoszenie takie może dotyczyć jednokrotnego wykonania programu lub grupy programów lub dotyczyć inicjacji okresowego wykonywania programu. Funkcje planowania powinny umożliwiać obsługę kolejek zgłoszeń wykonania zadań.

Obsługa zbiorów w układach automatyki ma drugoplanowe znaczenie. Funkcje jakie powinny tu być zrealizowane są mocno ograniczone. Zwykle wystarcza możliwość przesyłania między użytkownikami sieci zbiorów sekwencyjnych, kasowania, tworzenia zbiorów i dostęp do skorowidzów innych użytkowników sieci. Obsługa ładowania programów powinna umożliwiać przesłanie programu w postaci wynikowej do dowolnego

urządzenia w sieci. Przy ładowaniu programów, w przeciwieństwie do przesyłania zbiorów, oprogramowanie realizujące tę funkcję musi oddziaływać na stan pracy urządzenia, do którego programy są przesyłane.

W zakresie komunikacji z operatorem oprogramowanie warstwy użytkownika powinno umożliwiać dostęp do stacji operatorskich dołączonych do dowolnego urządzenia współpracującego z siecią. Obsługa powinna dopuszczać odbiór instrukcji operatora oraz wysyłanie komunikatów poprzez sieć.

Funkcje raportowania powinny zapewnić możliwość zaprogramowania rejestracji ważniejszych, określonych przez użytkownika zdarzeń, parametrów, liczby powtórzeń i czasu ich pojawienia się.

Kontrola stanów pracy urządzeń jest w wysokim stopniu zależna od producenta i w niewielkim zakresie może być ujęta w standardzie. Oprogramowanie warstwy użytkownika w omawianym zakresie będzie wykonywane w większości przypadków indywidualnie dla danej implementacji.

2.4.2. Język komunikatów MMFS /Manufacturing Message Format Standard/.

Równoległe z pracami standardacyjnymi umożliwiającymi konstrukcje sprzętu niezbędnego do tworzenia sieci MAP, prowadzone są prace w zakresie ^{standardu dla} oprogramowania.

Dotyczą one przede wszystkim warstwy użytkownika. Ich celem jest opracowanie standardu wymiany informacji między urządzeniami pracującymi w sieci MAP, w warunkach przemysłowych. Standard ten, z założenia, powinien umożliwiać tworzenie uniwersalnych narzędzi software'owych pozwalających na programowanie funkcji wymienionych w poprzednim punkcie pracy.

Propozycja normy na język komunikacji dla sieci MAP, jest zawarta w dokumencie ^{ISO} (DP 9506).

W/w dokument nie został przesłany dotychczas do PKNiM i autorem opracowania nie udało się do niego dotrzeć.

W niniejszej pracy oparto się na wcześniejszej wersji propozycji znanej pod nazwą MMFS /Manufacturing Message Format Standard/ będącej odpowiednikiem rozwiązania przyjętego przez General Motors. Z punktu widzenia ogólnej koncepcji oprogramowania MAP, nie ma to jednak większego znaczenia.

W zakresie semantyki zostały uwzględnione rozszerzenia podane w EIA DSP-1393A, zwłaszcza w części dotyczącej współpracy z robotami.

Język MMFS umożliwia realizację oprogramowania użytkownika w zakresie współpracy z siecią i jest zorientowany na potrzeby automatyki. Jego konstrukcja jest otwarta i dopuszcza tworzenie dla określonych klas zastosowań, lokalnych standardów np. - przez dużych producentów sprzętu automatyki.

Dla najważniejszych zastosowań t.j. sterowanie numeryczne obrabiarkami, robotyka, sterowniki technologiczne, MMFS posiada zdefiniowane, standardowe komunikaty obejmujące wymianę informacji oraz kontrolę urządzeń.

MMFS może być realizowany etapami, począwszy od nie-

wielkiego podzbioru potrzebnego dla danego zastosowania.

Syntaktyka komunikatów MMFS podana jest na rys. 2.1^a, natomiast semantykę w zakresie zdefiniowanym w/g stanu na 1985 rok podano w tablicach 2.1 do 2.13. Dane te pozwalają zorientować się w możliwościach wynikających z ewntualnej realizacji standardu opartego na MMFS.

2.4.3. Perspektywiczny język programowania urządzeń współpracujących w sieci MAP.

Realizację procedur obsługi standardu MMS znacznie ~~złatwia-~~łoby przyjęcie jednego języka programowania przez wszystkich producentów urządzeń automatyki współpracujących w sieci MAP. Takie rozwiązanie miałoby również szereg innych zalet, jak uproszczenie szkolenia ~~każdy~~ wdrażającej i obsługującej systemy automatyki, uzyskanie pełnej przenoszalności oprogramowania użytkowego i w efekcie obniżenie kosztów oprogramowania. W tym celu w ramach prac komitetu ISO/TC 184 opracowywany jest standard Globalnego Języka Programowania /GEL/ [13]. Będzie on przeznaczony do programowania urządzeń takich jak:

- obrabiarki sterowane numerycznie,
- roboty,
- urządzenia do kontroli jakości,
- sterowniki technologiczne,
- stacje operatorskie.

2.4.4 Wnioski

Dla umożliwienia wykorzystywania sieci MAP w systemach automatyki konieczne jest wykonanie oprogramowania realizującego funkcje przewidziane w MMFS. Oczywiście prace powinny być oparte na najnowszej wersji tej propozycji t.j. dokumencie ISO DP 9506 lub nowszym jeśli taki w międzyczasie ukaże się. W pierwszej kolejności powinien być realizowany podzbiór umożliwiający dołączanie do sieci MAP robotów przemysłowych, obrabiarek sterowanych numerycznie oraz sterowników technologicznych, t.j. urządzeń występujących w systemach automatyzacji procesów produkcji. Te procesy są bowiem głównym obszarem zastosowań sieci MAP.

Oprogramowanie realizujące MMFS powinno być wykonane ^{także} dla komputerów - jakie mają być stosowane w systemach automatyki. Ponieważ komputer typu IBM-PC /AT/ stał się standardem w rozważanych zastosowaniach i jest łatwo dostępny, to wydaje się że celowe byłoby opracowanie kontrolera komunikacyjnego również dla tego komputera oraz odpowiedniego oprogramowania.

Mimo, że w zakresie sprzętu proponuje się realizację wersji MINIMAP, to dla realizacji pełnej definicji MMFS konieczne będzie wykonanie fragmentów warstwy transportu ^{warstwy} i ^{warstwy} seansu łączności, gdyż MMFS stawia takie wymagania. Oprogramowanie w tym zakresie powinno mieć budowę umożliwiającą jego łatwą adaptację dla wariantu MAP realizującego pełny model OSI /7 warstw/.

Realizacja oprogramowania w zakresie funkcji MAP, w pierwszym etapie powinna objąć wykonanie rozszerzeń do systemów operacyjnych i programów sterujących komputerów i urządzeń przewidywanych do dołączania do sieci MAP.

Oprogramowanie MAP dla urządzeń INTEL DIGIT-PROWAY powinno być oparte o system IRMX-86.

Zakres funkcji MAP realizowany dla poszczególnych urządzeń będzie zależał od ich przeznaczenia. W większości wypadków będzie to stosunkowo niewielki podzbiór funkcji wymienionych w pkt. 2.4.2. Pełna realizacja będzie konieczna dla komputerów i urządzeń pełniących funkcje nadrzędne.

Wyżej wspomniane rozszerzenia systemów operacyjnych i standardowe języki programowania dostępne przy tych systemach /w przypadku systemu IRMX-86-Fortran, C, PL/M/ umożliwią wykonywanie oprogramowania użytkowego praktycznie dla dowolnej sieci, ale programowanie może być w niektórych przypadkach uciążliwe. Problem oprogramowania sieci MAP zostanie rozwiązany w pełni po sformułowaniu i zrealizowaniu dodatkowych standardów dla poszczególnych klas zastosowań. Docelowym rozwiązaniem będzie tu wykonanie implementacji perspektywicznego języka programowania GPL opracowywanego przez ISO/TC184/SC3.

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
OC	01	UI	delimiter grupy bajtów
GC	02	UI	delimiter grupy grup
PG	03	kod	delimiter grupy
POP		00	początek grupy
PCL		7F	koniec grupy
CC	04	kod	złożenie grup
		00	początek złożenia grup
		7F	koniec złożenia grup
DS	05	UI	grupa ciągów danych

Tablica 2.1, Delimitery grup.

FA	07	UD	adres danych
LA	08	CH	adres logiczny
OF	0A	UI	offset /adres/
CT	0B	UI	liczba danych /w tablicy/
RC	0C	UI	rekord
DQ	0D	kod	określenie danej
MSK		01	maska
PRO		02	wskaźnik protekcji
SCA		03	skala
UNI		04	jednostka miary
REK		05	opis rekordu
DN	09	CH	nazwa danej
DE	0E	kod	definiowanie nazwy danej
SCG		01	nazwa globalna
SCL		02	nazwa lokalna
AIN		03	dodaj nazwę danej
DIN		04	usuń nazwę danej
GDN		05	pobierz nazwy danych

Tablica 2.2. Definiowanie danych.

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
BS	12	dana	ciąg bitów
UD	13	dana	parametr nieokreślonego typu
BO	14	dana	zmienna bulowska
CB	11	dana	zmienna bulowska zkompresowana
UI	15	dana	całkowita bez znaku
SI	16	dana	całkowita ze znakiem
BD	17	dana	w kodzie BCD ze znakiem
FP	18	dana	zmiennoprzecinkowa
CH	19	dana	znak
DF	28	kod	format danych
BSF		12	format ciągu bitów
UDF		13	format danych nieokreślonego typu
BOF		14	format Boolea
CBF		11	format Boolea zkompresowany
UIF		15	format całkowity bez znaków
SIF		16	format całkowitych ze znakiem
BDF		17	format w kodzie BCD ze znakiem
FDF		18	format zmiennoprzecinkowy
CHF		19	format znakowy
NUL		1F	dane puste
BCL		01	binary CBI exchanged data
BIN		02	binary executable data
CSD		03	parametr transmisji znakowej, szeregowej
DSP		04	parametr wyświetlacza ekranowego
GES	28	05	parametr grafiki
NAP		06	parametr NAPLPS
FLM		07	parametr palnika
INS		08	parametr kontroli
PLT		09	parametr rejestratora
RBT		0A	parametr robota
TST		0B	parametr testu

Tablica 2.3. Typy danych.

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	opis
DD	1D	Kod	urządzenie odbierające
DDR		01	dysk
DLP		02	drukarka
DMA		03	maszyna
DMT		04	taśma magnetyczna
DPP		05	perforator taśmy
DSC	1E	06	terminal (ekran)
SD		Kod	urządzenie nadające
SDR		01	dysk
SKB		02	terminal (klawiatura)
SMA		03	maszyna
SMT		04	taśma magnetyczna
SPR		05	czytnik taśmy papierowej

Tablica 2.5. Definiowanie urządzeń.

FQ	26	Kod	określenie zbioru
NAM		01	nazwa zbioru
SOF		02	wielkość zbioru /w bajtach/
SPS		03	wielkość wolnego obszaru
ALF		04	wszystkie zbiory
OLN		05	poprzednia nazwa zbioru
NWN		05	nowa nazwa zbioru
FN	2B	UI	numer zbioru

Tablica 2.6. Określenie zbioru

FO	25	Kod	operacje na zbiorach
XMT		01	rozpocznij transmisję zbioru
SEL		02	wybierz zbiór
DIR		03	pobierz informacje ze skorowidza
ACT		04	pobierz nazwę programu aktywnego
GET		05	sprawdź program lub zbiór
QUE		06	dodaj wywołanie ładowania progra mu /zbioru do listy/kolejki
CLO		07	zamknij zbiór
DEL		08	usuń zbiór
REN		09	zmień nazwę programu/zbioru
OPE		0A	otwórz dostęp do zbioru

Tablica 2.7. Obsługa zbiorów.

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
DA	21	UD	adres odbiorcy
SA	22	UD	adres nadawcy
CN	23	UI	numer połączenia /adres przez naczeka + adres źródła/
MN	10	UI	numer komunikatu w sekwencji
MP	35	UI	priorytet komunikatu
TP	31	UD	proces odbierający /nazwa znakowa/
SP	32	UD	proces nadający
SB	33	UD	podproces odbierający
TS	34	UD	znacznik czasu
AK	37	kod	potwierdzenie
ACK		01	potwierdzenie pozytywne
NAK		02	potwierdzenie negatywne
MC	36	kod	ustalenie parametrów połączenia
SCN		01	ustaw numer połączenia
GCN		02	pobierz numer połączenia
SML		03	ustaw maksymalną długość komunikatu
GML		04	pobierz maksymalną długość komunikatu
SMG		05	ustaw maksymalny poziom za-gnieźdżenia
GMG		06	pobierz maksymalny poziom za-gnieźdżenia
SCX		07	ustaw kontekst
GCX		08	pobierz kontekst
SPV		09	ustaw poziom uprzywilejowania
GPV		0A	pobierz daną w poziomie uprzywilejowania
GCL		0B	przerwij połączenie

Tablica 2.4. Kontrola przesyłania komunikatów.

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	opis
PC	20	kod	sterowanie przesyłaniem komunikatów
CRQ		01	żądanie komunikacji z odpowiedzią
CMD		08	żądanie komunikacji bez odpowiedzi
DRS		02	potwierdzenie częściowego odbioru komunikatu
FRS		03	potwierdzenie pełnego odbioru komunikatu
NRS		04	odpowiedź negatywna
ABO		05	przerwanie transakcji
UDI		06	nieoczekiwane zgłoszenie danych
UDR		07	przesłanie danych bez uprzedniego zapotrzebowania
TN	1F	UI	numer transakcji
NN	3B	UI	numer potwierdzenia

Tablica 2.8. Sterowanie przesyłaniem komunikatów.

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
SF STA IDN ORY NTV MSG RSD SYN AL	29 2A	kod: 01 02 03 04 05 07 08 UI	funkcje specjalne stan identyfikacja respon- denta identyfikacja syntak- tyki i semantyki re- spondenta zgłoszenie przesyłki nie w standardzie MAP wyświetl komunikat na monitorze wykonaj autodiagno- stykę synchronizuj zegar zgłoszenie alarmu

Tablica 2.10 Funkcje specjalne

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
DI	27	kod	diagnostyka
		00	komunikacja zakończona prawidłowo
		01	rozkaz niewykonalny
		02	dane niedostępne
		03	skorowidz nie został znaleziony
		04	dane nie są gotowe
		05	urządzenie niedostępne
		06	zbiór zajęty
		07	zbiór nie został przydzielony
		08	brak zbioru
		09	funkcja niezaimplementowana
		0A	zbiór zamknięty
		0B	zbiór zastrzeżony
		0C	komunikat niedostępny
		0D	brak miejsca w skorowidzu
		0E	brak pakietu
		0F	brak wolnej pamięci
		10	stan niedostępny
		11	system niegotowy
		12	niewystarczająca pamięć
		13	żądanie nierozpoznane
		14	pole nierozpoznane
	27	15	błąd syntaktyczny
		16	błąd nierozpoznany
		17	licznik przekracza ograniczenie
		18	wielkość komunikatu zamala
		19	niedozwolony adres
		1A	niezdefiniowany adres logiczny
		1B	niezdefiniowana nazwa danej
		1C	niejednoznaczna nazwa
		1D	nieokreślona nazwa zmiennej lokalnej
		1E	protekcja odczytu
		1F	protekcja zapisu
		20	offset adresu poza ograniczeniem
		21	offset tablicy poza ograniczeniem
		22	OF } określone dla nie-
		23	CT } właściwego typu
		24	RC } odbiorcy
		25	licznik nie jest większy niż zero
		26	niedozwolony typ danych

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
		27	próba częściowego zapisu
		28	błąd zapisu
		29	błędny rekord
		2A	błędna tablica
		2B	błąd procedury diagnostycznej
		2C	błąd specjalny
XF	3C	CH	błąd kolejności
ES	3D	CH	błąd ciągu
ER	3E	kod	błąd odbioru komunikatu z kodem błędu
TPS		00	transmisja prawidłowa
DEM		01	odrzucony cały komunikat
DNA		02	komunikat odrzucony częściowo - brak pola akcji
DPA		03	komunikat odrzucony częściowo - pole akcji przyjęte częściowo
CNA		04	obsługa kontynuowana - brak pola akcji
CPA		05	obsługa kontynuowana - pole akcji przyjęte częściowo

Tablica 2.9. Obsługa błędów

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
I1	24	kod	komunikat obsługi CNC
ACP		01	parametr sterowania adaptacyjnego
AXI		03	zamiana osi
AXO		04	korekta osi
BAK		05	procedura rezerwowa w programie
BLD		06	kasowanie bloku
BLK		07	tryb "blok po bloku"
CAR		08	wózek
CCP		09	kompensacja frezu /noża/
CLP		0A	uchwyt
CTR		0B	środek
CYC		0C	początek cyklu
EXC		0D	wymiana
FDH		0E	wstrzymanie posuwu
FRL		0F	ograniczenie prędkości posuwu
FRO		10	wymuszenie prędkości posuwu
FXC		11	kompensacja mocowania
GRZ		12	pkt. zerowy
LDP		13	załaduj detal
LFT		14	podnieś
LWR		15	opuść
MIR		16	zwierciadlane odbicie
OSP		17	stop
PLN		18	numer palety
PRT		19	detal
REF		1A	pkt odniesienia
ROT	1B	obrót	
SCF	1C	definiowanie współczynnika skali	
SSL	1D	ograniczenie prędkości wrzeciona	
SSO	1E	wymuszenie prędkości wrzeciona	
TLD	1F	parametry narzędzia	
TOF	20	korekta narzędzia	
UCP	21	zwolnij	
ULP	22	odłóż detal	
UNT	23	określenie jednostek	
ZCC	24	24	pkt zerowy noża /frezu/
ZFC		25	pkt zerowy uchwytu
ZTO		26	korekta punktu zerowego narzędzia

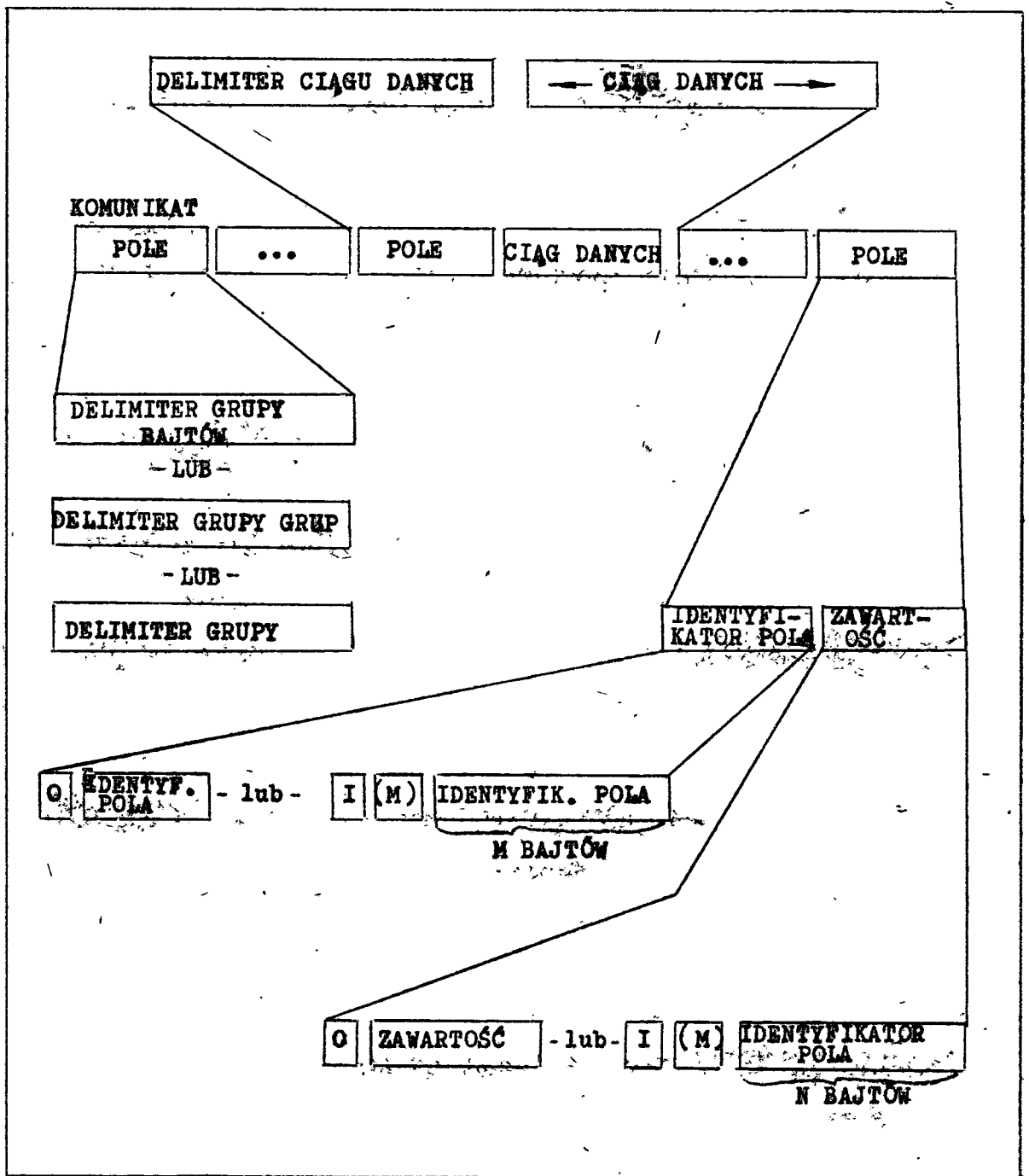
Tablica 2.11 Sterowanie numeryczne

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
I2 REA WRI EUL RUL	41	kod 01 02 03 04	komunikaty obsługi PLC odczytaj zapisz Ustaw tryb nadrzędny żądanie odczytu z urzą- dzenia pracującego w trybie podrzędnym
XUL		05	wyjdź z trybu nadrzę- dnego
IUL		06	początek sekwencji obs- ługi w trybie nadrzę- dnym
CUL		07	zakończenie sekwencji obsługi w trybie nad- rzednym
EDL WDL		08 09	ustaw tryb podrzędny pisz dane z urządzenia nadrzędnego do podrzę- dnego
XDL		0A	wyjdź z trybu podrzę- dnego
IDL		0B	początek sekwencji obsługi w trybie pod- rzednym
CDL		0C	zakończenie sekwencji obsługi w trybie pod- rzednym
STR STP		0D 0E	start stop

Tablica 2.12 Sterowniki binarne programowane.

mnemonik	identyfikator pola	zawartość pola	Opis
RBT			komunikaty obsługi robotów
TKC	45	02	podjmij sterowanie robota
RLC	45	03	zwolnij sterowanie
ST	47	kod	start /lub kontynuacja programu robota
SP	46	kod	stop /lub pauza/ programu robota
DI	27	kod	diagnostyka specjalna robota
CAL	45	01	synchronizacja ramienia robota
EDT	28	0C	edycja programu robota
PA	3F	kod	zmiana warunków
THP	3F	01	skierowanie reszty /pozostałości/ transmisji do innego odbiorcy
TSE	3F	02	sprawdź i ustaw /semafor/
TWT	3F	03	czekanie warunkowe

Tablica 2.13 Roboty przemysłowe



Rys. 2.1.

3. MAGISTRALA SWIATŁOWODOWA

3.1. WYMAGANIA DLA OPRACOWANIA KONCEPCJI MAGISTRALI PROWAY C

3.1.1. Wstęp

Wymagania niniejsze mają na celu możliwie precyzyjne sformułowanie danych wyjściowych do opracowania światłowodowej magistrali sieciowej, przewidzianej do zastosowania jako wspólne, wielodostępne medium transmisyjne, wiążące wszystkie stacje przemysłowej sieci lokalnej JEC-"PROWAY C". Sieć lokalna wg. standardu JEC-PROWAY C charakteryzuje się architekturą warstwową według modelu OSI/ISO-RM, gdzie wyróżniono następujące warstwy: 0 - medium transmisyjne, 1 - warstwa fizyczna, 2 - magistrali, 3 - sieci, 4 - transportu danych, 5 - seansu łączności, 6 - standaryzacji danych, 7 - użytkownika. Funkcje warstw powyżej trzeciej nie dotyczą wymiany informacji za pośrednictwem medium transmisyjnego i w niniejszych "wymaganiach" nie będą wymieniane. W warstwie 2 - łącza danych występuje wewnętrzny podział funkcji i w związku z tym wyróżniono:

- podwarstwę /wyższą/ połączeń logicznych - PLC
- podwarstwę /niższą/ dostępu do medium - MAC.

Implementacja dolnych /0 - 2/ warstw modelu OSI/ISO-RM wymaga ustalenia:

- fizycznego medium transmisji
- topologii połączeń między stacjami
- techniki dostępu do medium
- sposobu realizacji transmisji.

Standard JEC-PROWAY C zgodny jest z wcześniejszym standardem JEEE 802.2 /dot. podwarstwy PLC/ oraz JEEE 802.4 /dot. podwarstwy MAC/. Norma 802.4 określa deterministyczny, ograniczony w czasie sposób przekazywania i wykorzystania dostępu do medium o topologii typu magistralowego /tzw. "token passing bus"/, preferowany dla uwarunkowanych czasowo, zdecentralizowanych systemów automatyki kompleksowej. Wśród ogólnych zasad modelu OSI/ISO-RM szczególną wagę ma wymaganie, aby wyższe warstwy strukturalne stacji były całkowicie niezależne od sposobu realizacji funkcji warstw niższych. W szczególności warstwy 1 i 2 odpowiedzialne za działanie protokołu komunikacji międzystacyjnej nie mogą być zależne od typu zastosowanego medium transmisyjnego. Fizyczny sposób organizacji transmisji komunikatów sieciowych, tj. ramek sygnału szeregowego o treści: rozkazy, dane, odpowiedzi - polega na ich wymianie pomiędzy stacjami sposobem dwukierunkowym-naprzemiennym /wielopunktowy półdupleks/ z prędkością 1 Mb/s.

Według standardu PROWAY-C do wykonania medium transmisyjnego powinny być zastosowane pojedyncze kable współosiowe, dobierane w zależności od długości magistrali i liczby stacji z szeregu od kabla RG-59 do kabla CATV-0,75 cala. Zaleca się więc stosowanie wysokiej jakości kabli i rozgałęźników stacyjnych typowych dla sieci telewizji kablowej. Ze względu na:

- brak krajowych /równie z KS/ kabli współosiowych i rozgałęźników stacyjnych o parametrach zbliżonych do wymienionych w dokumentach standaryzacyjnych JEC-PROWAY C,
- nieznamne zamierzenia dotyczące rozwoju krajowych sieci telewizji kablowej,

Zalecono /CPBR 7.2/ rozpoznanie możliwości rozwiązania problemu budowy sieci lokalnych o standardzie PROWAY C, przy użyciu krajowych kabli światłowodowych. Tak sformułowane zadanie oraz wymienione powyżej wymagania kompatybilności stacji /tj. warstw 1 i 2/ przy współpracy z alternatywnym medium/ wykonanym na:

a/ kablu współosiowym - oznaczenie robocze "CCBUS"

b/ kablu światłowodowym - oznaczenie robocze "FOBUS"

zawęza obszar możliwych realizacji technicznych, lecz niewątpliwie utrudnia rozwiązanie konstrukcyjne magistrali FOBUS. Na podstawie wstępnego rozpoznania zagadnienia można wysunąć przypuszczenie, że szczególnie złożonymi w realizacji technicznej będą zadania związane z:

a/ rozgałęzieniem energii świetlnej w węźle sieciowym i stabilności łącza w przypadku zastosowania pojedynczego włókna optycznego,

b/ konwersji elektryczno-optycznej i dopasowania sygnału liniowego między warstwą fizyczną stacji a FOBUS,

c/ elastyczności konfigurowania sieci, tj. możliwości łatwego dołączania i odłączania stacji w dowolnym punkcie FOBUS.

Tematyka sieci automatyki wg. projektowanego w JEC standardu PROWAY-C znajduje się w PIAP w stadium rozpoznania i opracowania koncepcyjnego. Zagadnienia związane z medium transmisyjnym, w szczególności światłowodowym, znacznie odbiegają od tematyki dotychczas prowadzonych prac w Instytucie. Z tych powodów "wymagania" powinny być traktowane jako mające na celu jedynie przedstawienie problemu. W zakresie FOBUS możliwe są propozycje wariantowego rozwiązania problemu, zależne od możliwości technologicznych przemysłu, a przede wszystkim uwzględniające duże doświadczenia autorów "koncepcji w zakresie

106

telekomunikacji światłowodowej.

3.1.2. Przedmiot wymagań

Przedmiotem wymagań jest charakterystyka funkcjonalna oraz parametry techniczne urządzeń przeznaczonych do transmisji informacji za pośrednictwem wielodostępnej, szeregowej magistrali danych: "FOBUS" lub "CCBUS". Stacyjne urządzenia transmisyjne oraz magistrala sieciowa przeznaczone są do zastosowania w zdecentralizowanych systemach automatyki kompleksowej o architekturze sieciowej wg. modelu OSI/ISO-RM i parametrach zgodnych ze standardami: JEEE 802.2; 802.4 oraz JEC-PROWAY C.

3.1.3. Obszar zastosowań

Przewiduje się zastosowanie FOBUS do budowy uwarunkowanych czasowo systemów zdecentralizowanych automatyki i pomiarów przeznaczonych głównie do kompleksowej automatyzacji procesów ciągłych i dyskretnych w przemyśle: elektromaszynowym, chemicznym i energetyce. W dalszej perspektywie przewiduje się również włączenie sieci lokalnej PROWAY-C do tzw. inter-sieci spełniającej wymagania standardu JEC/JEEE wg. specyfikacji 3.0 MAP.

3.1.4. Struktura sieci PROWAY-C

3.1.4.1. Topologia sieci

Sieć lokalna PROWAY-C wykorzystuje liniową magistralę o długości do 2000m, łączącą stacje sieci w ilości do 100 i nie zawierającą aktywnych urządzeń typu regenerátor /repeater/ włączonych łańcuchowo pomiędzy segmentami magistrali. Segmenty /odcinki fabrykacyjne/ magistrali połączone są ze sobą bezpośrednio lub przez węzeł rozgałęźny, przeznaczony do dołączenia stacji. Węzły rozgałęźne rozmieszczone są w dowolnych odległościach na całej długości magistrali. Zapewniona jest możliwość odłączania i dołączania stacji w istniejącym węźle oraz rekonfiguracji liczby i rozmieszczenia węzłów stacyjnych. Węzły rozgałęźne zapewniają możliwość przesyłania sygnału z danej do wszystkich pozostałych stacji oraz odbiór sygnałów pochodzących z każdej innej stacji.

Charakterystyka dwukierunkowego przenoszenia sygnałów magistrali przez węzeł rozgałęźny nie powinna ulegać zmianie w zależności od dołączenia/odłączenia stacji.

3.1.4.2. Typy stacji

W sieci PROWAY-C występują zależnie od klasy obsługi w warstwie drugiej stacje typu: INITIATOR, RESPONDER, INITIATOR-RESPONDER, przy czym wszystkie 3 typy stacji wyposażone są w możliwość nadawania i odbioru komunikatów sieciowych wymienianych za pośrednictwem magistrali sieciowej.

3.1.4.3. Funkcje podwarstwy "PLC"

Podwarstwa PLC - połączeń logicznych wykonuje procedury funkcyjne /zlecenia warstw wyższych/ typu:

- SDA - przesyłanie danych do innej stacji z potwierdzeniem odbioru,
- SDN - przesyłanie danych do pojedynczej, zaadresowanej stacji lub wszystkich stacji sieci - bez potwierdzenia odbioru,
- RDR - żądanie pobierania danych z innej stacji z potwierdzeniem przyjęcia.

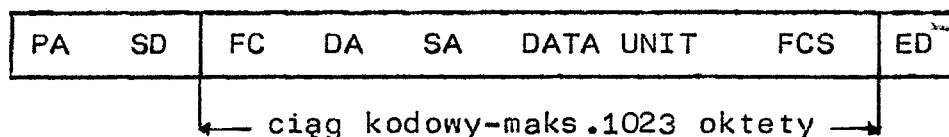
3.1.4.4. Funkcje podwarstwy "MAC"

Podwarstwa MAC - dostępu do medium wykonuje następujące funkcje związane z organizacją dostępu i dystrybucją informacji:

- a/ inicjalizacja pracy w sieci,
- b/ identyfikacja znacznika dostępu,
- c/ kontrola czasu utrzymywania i utraty znacznika dostępu,
- d/ dwukierunkowe buforowanie danych,
- e/ tworzenie komunikatów /ramek/ i ich rozpakowywanie,
- f/ rozpoznawanie adresu własnego węzła lub adresu grupowego,
- g/ redundancyjna kontrola wierności przekazu ramki,
- h/ kontrola niesprawności /uszkodzenia/ węzła,
- i/ włączanie stacji do oraz wyłączanie z pierścienia logicznego
- j/ powtarzanie transmisji komunikatu nie potwierdzonego zwrotnie
- k/ przekazywanie odpowiedzi bezpośrednich lub otrzymywanych z innej stacji do podwarstwy PLC
- l/ przekazywanie sygnałów sterujących odłączaniem i dołączaniem stacji w węzle magistrali i sygnałów przełączania na odbiór z magistrali rezerwowej.

3.1.4.5. Format komunikatów sieciowych

Wymieniane między stacjami PROWAY-C komunikaty mają postać ograniczonego ciągu bitowego - nazywanego ramką o formacie jak niżej:



- PA /preamble/ - ciąg synchronizacyjny - 1 oktet
- SD - ogranicznik startowy - 1 oktet
- FC - słowo sterujące - 1 oktet
- DA - adres przeznaczenia - 2 oktety
- SA - adres źródła /nadawcy/ - 2 oktety
- DATA UNIT - pole danych - 0...1014 oktetów
- FCS - nadmiarowy ciąg kontrolny - 4 oktety
- ED - ogranicznik końcowy - 1 oktet

Każda ramka zawiera całkowitą liczbę oktetów. Maksymalna długość ramki wynosi 1026 oktetów, zaś minimalna - 2 oktety /tzw. przerwanie SD + ED/. Ciąg kodowy ramki od FC do FCS jest zabezpieczony nadmiarowym kodem cyklicznym 32-stopnia.

3.1.4.6. Funkcje warstwy fizycznej "PHY"

Układy warstwy PHY wykonują funkcje modemowe typu:

- a/ pobieranie z oraz wysyłanie do podwarstwy MAC szeregowych ciągów ramki - kodowanych binarnie,
- b/ kodowanie transmisyjne sygnału szeregowego, tzn. modulacja i demodulacja kodowa /nieróżnicowa PSK typu "manchester"/,
- c/ modulacja i demodulacja FSK z ciągłością fazy,
- d/ ograniczanie pasma /filtracja/ sygnału odbieranego z magistrali,
- e/ synchronizacja elementowej podstawy czasu rozeznania odbieranych, zakodowanych sygnałów z podtrzymywaniem synchronizmu do zakończenia odbioru ramki,
- f/ detekcja jakości sygnału odbieranego /poziomu i zależności fazowych/, z przekazywaniem sygnałów "błąd" do podwarstwy MAC,
- g/ dołączanie i odłączanie stacji od magistrali z utworzeniem lokalnej pętli kontrolnej, sprzęgającej nadajniki z odbiornikiem,

- h/ sterowane z warstw wyższych przełączanie odbiorników skojarzonych z podstawową i rezerwową magistralą sieciową
- i/ kontrola czasu nadawania sygnału liniowego pomiędzy stanami "cisza" z sygnalizacją przekroczenia do warstwy MAC i odłączeniem stacji od magistrali sieciowej.

3.1.5. Transmisja w kanale magistrali sieciowej

3.1.5.1. Rodzaje magistral sieciowych

Przewiduje się zastosowanie jednokanałowej magistrali służącej do wielopunktowej, półdupleksowej transmisji sygnału w paśmie użytecznym 3÷7 MHz w alternatywnym wykonaniu:

- A/ CCBUS - wielodostępna, szeregową magistrala danych o topologii liniowej, wykonana przy użyciu kabla współosiowego o długości do 2000m oraz złączy współosiowych i rozgałęźników węzłowych zapewniających dwukierunkowy rozptyw energii.
- B/ FOBUS - wielodostępna, szeregową magistrala danych o topologii liniowej, wykonana przy użyciu segmentów światłowodowych oraz złączy, sprzęgaczy, mieszaczy i rozgałęźników optycznych /por.pkt.7.2/.

3.1.5.2. Struktura sygnału liniowego

Nadawane z podwarstwy MAC sygnały ramek /por.pkt.4.5/ zbudowane są z pięciu podstawowych składników o symbolicznych nazwach: < ZERQ >, < JEDEN >, < NIE DANE >, < PRZERWA >, < CISZA > .

Izochroniczny ciąg sygnału szeregowego utworzonego z w/w składników zawiera elementarne symbole o czasie trwania różnym połowie okresu zegara bitowej podstawy czasu /dla PROWAY-C - $f_c = 1 \text{ MHz}$, $T/2 = 0,5 \mu\text{s}$ /. Symbole te oznaczone są: $\{ H \}$, $\{ L \}$, $\{ 0 \}$.

Składnik < CISZA > o długości wynikłej z czasu przerwy między kolejno nadawanymi ^{sygnałami}ramkami, kodowany jest sekwencją /0,0/ i wyznacza brak sygnału nadawanego na magistralę. Minimalna długość ciągu "cisza" wynosi 2 μs .

Składnik <ZERO> kodowany jest sekwencją /H,L/ - 1 bit
- " - <JEDEN> kodowany jest sekwencją /L,H/ - 1 bit
- " - <NIE DANE> - " - " - " - /L,L/,/H,H/ - 2 bity
- " - <PRZERWA> - " - " - " - /L,H/,/H,L/ - 2 bity
Każda ramka rozpoczyna się 8-bitową sekwencją < PRZERWA >
nazywaną "PREAMBLE", wykorzystaną dla synchronizacji i
zapewnienia minimalnej przerwy koniecznej dla programowej
obsługi kolejno następujących ramek. Poza "PREAMBLE" w
każdej ramce występują 2 charakterystyczne oktety "SD"
/ogranicznik startowy/ i ED /ogranicznik końcowy/ o budowie:
SD = /L,L/,/H,H/,/H,L/,/L,L/,/H,H/,/H,L/,/H,L/,/H,L/
ED = /L,L/,/H,H/,/L,H/,/L,L/,/H,H/,/L,H/,/L,H/,/H,L/
zawierające składniki: <ZERO>, <JEDEN>, <NIE DANE>
Pozostałe pola ramek zbudowane są wyłącznie ze składników:
<ZERO>, <JEDEN> .

3.1.5.3. Prędkość transmisji /przepływność binarna/

DSR na magistrali sieciowej jest ustalona /nie zmieniana/
i wynosi 1 Mb/s $\pm 0,01\%$ w zbiorze wszystkich stacji sieci.

3.1.5.4. Modulacja sygnału liniowego

- 3.1.5.4.1. Każdy z wymienionych w pkt.5.2 symboli elementarnych
{H}, {L}, {0} poddawany jest w warstwie fizycznej modulacji
Zbinarna modulacja częstotliwości z ciągłością fazy
- "Ph-c-FSK"/ wg. następującej reguły:
- {H} jest reprezentowany przez częstotliwość
 $f_H = 6,25 \text{ MHz} \pm 80 \text{ kHz}$
- {L} jest reprezentowany przez częstotliwość
 $f_L = 3,75 \text{ MHz} \pm 80 \text{ kHz}$
- {0} jest reprezentowany przez zanik fali różnej do
poziomu poniżej - 22 dBm /1mV, 75 om/.

- 3.1.5.4.2. Fluktuacje czasu trwania symboli na wejściu modulatora
FM są nie większe od $\pm 5 \text{ ns}$, zaś zmiany częstotliwości na
wyjściu są monotonicznie ciągłe w przedziale czasu nie
większym od 100 ns.

3.1.5.5. Konstrukcja i sposób dołączania nadajnika-odbiornika

Urządzenie zawierające układy funkcjonalne warstw /1+2/ wykonane będzie w formie pakietu /modułu/ o symbolu MK 50, umieszczonego w kasecie stacji. Pakiet MK 50 o wymiarach 233 x 220 x 20 wyposażony będzie od przodu w złącze współosiowe-gniazdo BNC 75 interfejsu liniowego - "JL", przeznaczone do bliskiego lub zdalnego dołączenia stacji do węzła magistrali sieciowej. Maksymalna odległość stacji od trasy magistrali sieciowej wynosi 25m.

3.1.5.6. Wyjściowy sygnał nadawczy

Poziom wyjściowy zmodulowanego sygnału na złączu interfejsu liniowego, przy nominalnym obciążeniu rezystancyjnym $R_0 = 75\Omega$ zawarty jest pomiędzy $+64 \text{ dBmV}$ a $+66 \text{ dBmV} / 1\text{mV}, 75\Omega$, zaś zniekształcenia amplitudowe sygnału nie przekraczają 10% amplitudy międzyszczytowej.

3.1.5.7. Dopasowanie wejścia/wyjścia interfejsu liniowego

Wspólne wejście/wyjście interfejsu liniowego doprowadzone jest do złącza BNC 75 przez szerokopasmowy transformator oddzielający galwanicznie stację od magistrali o napięciu przebicia między uzwojeniami oraz do rdzenia - nie mniejszym od $500\text{V}/\text{AC}/\text{RMS}$. Impedancja wyjściowa w stanie nadawania oraz wejściowa w stanie odbioru stacji zapewniają nie większą od 1,5 wartość współczynnika fali stojącej dla sygnałów w paśmie od 3 MHz do 7 MHz na interfejsie liniowym, niezależnie od odległości między stacją a magistralą.

3.1.5.8. Ograniczenia czasowe nadawania

Czas nadawania jest kontrolowany przez układy warstwy fizycznej i ograniczony od góry - do wartości $100\text{ms} \pm 25\%$. Niezasilana stacja oraz w czasie od włączenia zasilania do inicjalizacji jest odłączana od magistrali. Podczas nadawania, z chwilą przekroczenia limitu czasu ciągłego /nieprzerwanego stanu "cisza"/ nadawania następuje rozłączenie na interfejsie liniowym. Odłączenie może również nastąpić pod wpływem rozkazu z warstw wyższych, zaś ponowne dołączenie następuje wyłączeniem rozkazem z podwarstwy MAC.

3.1.5.9. Synchronizacja odbioru

Dokładność synchronizacji określona średnią fluktuacją fazy odtworzonego sygnału zegarowego względem odtworzonego sygnału informacyjnego jest nie mniejsza od 8%.

3.1.5.10. Czułość wejścia odbiorczego

Dla sygnałów odbieranych w zakresie poziomów /1mV, 75om/ od +4 dBmV do +50 dBmV i przy SNR \geq 20 dB /szum fluktuacyjny w paśmie 3 - 7 MHz/:

a/ elementowa stopa błędów niewykrytych jest nie większa od 10^{-9}

b/ elementowa stopa błędów wykrytych jest nie większa od 10^{-8} .

3.1.6. Redundancja środków transmisji

W celu zwiększenia niezawodności pracy sieci lokalnej PROWAY-C przewiduje się stosowanie podwójnej magistrali sieciowej w wykonaniu jednorodnym /2 x FOBUS/, /2 x CCBUS/ lub mieszanym /FOBUS i CCBUS/. Każda stacja dołączona jest do podwójnej magistrali poprzez 2 złącza współosiowe typu BNC-75 interfejsu liniowego, umieszczone odpowiednio /zależnie od przyszłej konstrukcji pakietu MK 50/ na pojedynczym pakiecie MK 50 lub na dwu pakietach MK 50. Aktualne wykorzystanie danej magistrali /niezależnie dla nadawania i odbioru/ sterowane jest programowo z warstwy drugiej pakietu/ów/ MK 50. Zapewniona jest możliwość nadawania na jedną lub obydwie magistrale oraz odbioru z jednej lub drugiej magistrali. Przewiduje się potrzebę prowadzenia magistrali podstawowej i rezerwowej różnymi trasami zarówno wewnątrz obiektu automatyzacji jak i pomiędzy budynkami w strefach chronionych i niechronionych.

3.1.7. Magistrala światłowodowa

3.1.7.1. Propozycje do oceny

W punktach 7.1 - 7.5 zostaną przedstawione daleko niepełne, wariantowe propozycje, z przypuszczeniem, że sugestie te mogą być przydatne do opracowania koncepcji rozwiązania problemu konstrukcji magistrali FOBUS.

Propozycje te nie pretendują do traktowania ich jako podstawy do dalszych prac koncepcyjnych - podano je jedynie w celu uzyskania kompletności redakcyjnej "wymagań".

3.1.7.2. Warianty topologii połączeń międzystacyjnych

Wymagania standardu PROWAY-C: zapewnienie równoprawnego dostępu do magistrali sieciowej, zasada tworzenia pierścienia logicznego stacji z przekazywaniem znacznika dostępu /token passing/ i wymiany informacji pomiędzy dowolnymi stacjami sieci mogą być spełnione przy wykonaniu FOBUS w dwu wariantach konstrukcji i topologii połączeń:

A/ Na zasadzie pełnego dwupunktowego połączenia między wszystkimi /"każda z każdą"/ stacjami sieci przez pojedyncze włókna optyczne. Wielowłóknowy kabel światłowodowy o ilości włókien $k = \frac{n}{2}$ - gdzie n - liczba węzłów sieci, przechodzący przez wszystkie węzły, widziany jest w makroskali jako liniowa magistrala sieciowa. Do każdej stacji doprowadzone są $n - 1$ włókna a każde z nich służy do półdupleksowej transmisji w relacji "punkt-punkt". Emitowane w węzle sieciowym fale optyczne nadawane są do wszystkich $n-1$ torów światłowodowych, zaś odbierane w trakcie przesyłki są z pojedynczego włókna optycznego.

B/ Na zasadzie połączenia wszystkich węzłów pojedynczym włóknom optycznym /analogicznie jak w wykonaniu przewodowym/. Sprzężenie stacji z magistralą odbywa się poprzez rozgałęźnik optyczny o konstrukcji dostosowanej do półdupleksowej transmisji między dwiema dowolnymi stacjami.

3.1.7.3. Parametry transmisyjne łącza optycznego

- 1/ Światłowód wielomodowy o gradientowym profilu współczynnika załamania.
- 2/ Wymiary włókna: 50/125 μ m, 62,5/125 μ m, 85/125 μ m, 100/140 μ m
- 3/ Asymetria współosiowości rdzeń/płaszcz $\leq 6\%$
- 4/ Asymetria osiowa rdzenia $\leq 6\%$
- 5/ Asymetria osiowa płaszcz $\leq 2\%$
- 6/ Apertura numeryczna $0,275 \pm 0,015$
- 7/ Tłumienność jednostkowa ≤ 4 kB/km
- 8/ Pasmo przenoszenia ≥ 150 MHz \cdot km

114

- 9/ Opóźnienie propagacji $\leq 5 \mu\text{s}/\text{km}$
- 10/ Źródło emisyjne - dioda LED, robocza długość fali 850 nm, szerokość widma promieniowania $< 75 \text{ nm}$
- 11/ Detektor - fotodioda PIN
- 12/ Modulacja i demodulacja typu analogowego
- 13/ Zakres wyjściowej mocy optycznej nadajnika od - 18 dBm do - 9 dBm
- 14/ Dynamika sygnałowa na wejściu odbiornika od -27 dBm do -9 dBm przy stratach optycznych $\text{BER} < 10^{-10}$ i $\text{SNR} \geq 20 \text{ dB}$.

3.1. 7.4. Złącza i rozgałęźniki optyczne

Potrzeba stosowania rozgałęźników optycznych w węzłach FOBUS występuje tylko w wariancie magistrali jednowłóknowej /por. 7.2.B/. Połączenia pozawęzłowe segmentów oraz połączenia w węzłach magistrali powinny uwzględnić możliwość łatwej wymiany segmentu, zmiany trasy FOBUS lub dołączenie-odłączenie węzła, a więc powinny być wykonane jako złącza rozłączalne. W węźle rozgałęźnym należy zastosować sprzęgacze optyczne typu X lub Y. Przy dużej liczbie węzłów sieci rozgałęźnik węzłowy powinien mieć pojedynczy lub podwójny regeneratory sygnału i ew. układ ARW kompensujący obniżenie poziomu mocy optycznej oraz układ biernego "bypass-u, zapewniający przejście sygnału przez węzeł, pomimo uszkodzenia nadajnika. Zaleca się konstrukcję złączy i rozgałęźników optycznych o parametrach:

- tłumienność wzdłużna złącza $\leq 0,5 \text{ dB}$
- tłumienność wzdłużna i poprzeczna sprzęgacza 3 - 3,5 dB
- odstęp od wzbudzenia $> 5 \text{ dB}$.

Przejście sygnału przez wszystkie węzły FOBUS powinno gwarantować wartość średnią $\text{BER} < 10^{-10}$, przy czym wartość ta określona jest z pominięciem pierwszego elementu ramki /1 bit preamble/. Dopuszcza się całkowitą stratę lub błędny odbiór pierwszego bitu sygnału liniowego. W uzasadnionym przypadku konieczność dopuszczenia straty większej liczby początkowych bitów ramki należy określić ich wartość graniczną /por. 4.5/.

3.1.7.5. Wymagania środowiskowe

3.1.7.5.1. Pole elektromagnetyczne otoczenia

- a/ 2V/m w zakresie częstotliwości 10 kHz - 30 MHz
- b/ 10V/m w zakresie częstotliwości 30 MHz - 1 GHz.

3.1.7.5.2. Różnica potencjałów ziemi

- a/ w strefie zabezpieczonej nie większa od 10Vpp, w zakresie częstotliwości do 400 Hz,
- b/ w strefie niezabezpieczonej /na zewnątrz budynków/ nie większa od 50 Vpp, w zakresie częstotliwości do 400 Hz,
- c/ w obiektach energetycznych - do 1000 Vpp, w zakresie częstotliwości do 10 MHz.

3.1.7.5.3. Normalne warunki eksploatacyjne urządzeń stacyjnych

- temperatura otoczenia +5°C do +40°C
- wilgotność względna 5% do 95%
- ciśnienie atmosferyczne 80 do 120 kPa
- napięcie znamionowe sieci zasilającej - 220V +10%, -15%
- częstotliwość sieci zasilającej - 50 Hz ±2%
- udary - nie występują
- skład atmosfery - bez agresywnych par i gazów
- drgania o amplitudzie 0,35mm i częstotliwości 10-55Hz.
- natężenie zewnętrznych pól magnetycznych stałych lub o częstotliwości sieci - do 400 A/m.

MG

3.2.KONCEPCJA REALIZACJI MAGISTRALI ŚWIATŁOWODOWEJ

3.2.1. Wstęp

Niniejszy projekt koncepcyjny opracowany został z myślą o zastosowaniu światłowodowego medium transmisyjnego do utworzenia magistrali sieciowej PROWAY-C. Oparty on jest o pewne dane wyjściowe zawarte w "Wymaganiach dla opracowania koncepcji światłowodowej magistrali sieciowej JEC-PROWAY C" opracowanych w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP w Warszawie. Przedstawiona tam koncepcja została rozwinięta na bazie przeprowadzonego rozeznania literaturowego a także informacji nt.krajowej produkcji kabli i osprzętu dla techniki światłowodowej.

Z uwagi na krótki czas na opracowanie - zgromadzone dane nie są pełne, zwłaszcza jeśli chodzi o najnowsze tendencje światowe w rozwoju lokalnych sieci światłowodowych oraz informacje o ofertach handlowych producentów zachodnich.

3.2.2. Przedmiot i cel projektu

Celem projektu jest opracowanie koncepcji magistrali światłowodowej umożliwiającej dołączenie do stu stacji pracujących w standardzie Proway C. W projekcie przedstawione są propozycje rozwiązania takiej magistrali w części optycznej oraz współpracujących układów elektronicznych. Dokonano szacunkowej oceny kosztów oraz możliwości realizacji magistrali w oparciu o elementy dostępne w kraju oraz importowane z II obszaru płatniczego.

3.2.3. Założenia wstępne

Zgodnie z "Wymaganiami..." przedstawionymi przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, magistrala światłowodowa rozpatrywana jest jako alternatywa dla analogicznej magistrali na kablu koncentrycznym, przy czym przewiduje się pełną zamienność obu rozwiązań. Wynika z tego, że magistrala światłowodowa "widziana" od strony stacji nie powinna się niczym różnić od magistrali przewodowej. Zatem optoelektroniczne układy nadawczo-odbiorcze muszą zapewnić parametry wejściowe i wyjściowe równoważne linii kablowej.

117

W niniejszym projekcie zakłada się, że topologia samej sieci światłowodowej jest nieistotna z punktu widzenia wyższych warstw, byleby był spełniony warunek, o którym mowa wyżej. Dlatego też poniżej rozważane są także warianty rozwiązania magistrali różniące się od założonej w "Wymaganiach" struktury liniowej.

Magistrala powinna umożliwić dwukierunkowe połączenie do 100 stacji dowolnie rozmieszczonych, przy czym odległość pomiędzy skrajnymi stacjami, mierzona wzdłuż trasy przebiegu kabla, nie powinna przekraczać 2 km.

3.2.4. Elementy magistrali liniowej

3.2.4.1. Kable światłowodowe

Kabel światłowodowy jest podstawowym elementem magistrali światłowodowej, decydującym w znacznym stopniu o efektach techniczno-ekonomicznych. Praktyczne stosowanie światłowodów w sieciach lokalnych będzie celowe jedynie w oparciu o produkcję krajową.

Światłowody i kable światłowodowe wytwarzane są w Ośrodku Techniki Optotelekomunikacyjnej w Lublinie. W chwili obecnej wytwarzane są dwa typy światłowodów o następujących parametrach:

1. Światłowod kwarcowy telekomunikacyjny

- profil rdzenia	-	gradientowy
- średnica rdzenia	-	$50 \pm 3 \mu\text{m}$
- średnica płaszcza	-	$125 \pm 3 \mu\text{m}$
- średnica pokrycia zewn.	-	$300 \pm 10 \mu\text{m}$
- wytrzymałość na zrywanie	-	5 N
- tłumienność jednostkowa	-	4 dB/km
- szerokość pasma	-	300 MHz·km
- apertura numeryczna	-	$0,20 \pm 0,02$

2. Światłowod kwarcowo-polimerowy

- profil rdzenia	-	skokowy
- średnica rdzenia	-	200 μm
- średnica płaszcza	-	$300 \pm 10 \mu\text{m}$
- tłumienność jednostkowa	-	20 dB/km
- apertura numeryczna	-	$0,3 \pm$

W sieciach lokalnych w krajach przodujących w technice światłowodowej stosowane są powszechnie światłowody kwarcowe o większych średnicach rdzenia, a mianowicie 62,5/125; 85/125; i 100/140 μm . Mają one także większą aperturę numeryczną /do 0,3/, światłowody te są łatwiejsze do łączenia od światłowodów 50/125 μm i koszty związane ze złączami są niższe. Ponadto moc sprzęgana ze źródła jest znacznie większa /w przybliżeniu z kwadratem średnicy i apertury/, co ułatwia konstruowanie układów elektronicznych i obniża ich koszt.

W kraju światłowody tego typu nie są - jak dotychczas - wytwarzane. Możliwe jest podjęcie produkcji w najbliższych latach, należy się jednak liczyć, że przy technologii stosowanej w OT0 będą one w przybliżeniu dwukrotnie droższe od światłowodów 50/125 μm .

OT0 wytwarza dwa rodzaje kabli światłowodowych - potencjalnie przydatnych dla sieci lokalnych:

4. Kabel stacyjny

- średnica zewnętrzna	-	3+4 mm
- wytrzymałość na rozciąganie	-	500 N
- promień zginania	-	150 mm
- temperatura układania	-	-5+ +50°C
- temperatura w czasie pracy	-	-30+ +50°C
- wilgotność otoczenia	-	do 78%
- ciężar	-	10 kg/km
- długość odcinka fabrykacyjnego	-	do 250m
- ilość włókien światłowodowych	-	1+2
- cena 1 km	-	230 tys.zł

2. Kabel międzyobiektowy

- średnica zewnętrzna	-	6+8 mm
- wytrzymałość na rozciąganie	-	2000 N
- promień zginania	-	320 mm
- temperatura układania	-	-5+ +50°C
- temperatura w czasie pracy	-	-30+ +50°C
- wilgotność	-	do 100%
- długość odcinka fabrykacyjnego	-	1 km X
- ilość włókien w kablu	-	4+8
- cena /kabel 4 włóknowy/	-	ok. 1 mlnzł

Kabel stacyjny przeznaczony jest do układania w pomieszczeniach zamkniętych /także nieogrzewanych/, natomiast międzyobiektowy - do zaciągania do kanalizacji telekomunikacyjnej. Istnieje także wersja tego kabla przeznaczona do podwieszania.

3.2.4.2. Rozgałęźniki i sprzęgacze

Elementem umożliwiającym dołączenie wielu stacji do magistrali światłowodowej są rozgałęźniki i sprzęgacze. Typ sprzęgaczy zależny jest od topologii magistrali. W magistrali liniowej stosowane są proste sprzęgacze typu X lub Y, przy czym występuje ich znaczna ilość - kilkakrotnie większa od liczby stacji. W topologii gwiazdowej lub rozgałęzionej stosowane są sprzęgacze gwiazdowe, przy czym ich ilość waha się od 1/przy braku rozgałęzienia/ do kilku.

Rozgałęźnik dokonuje biernego rozdziału mocy, wprowadza zatem tłumienność równą

$$A = 10 \lg n$$

gdzie:

n - ilość światłowodów wyjściowych

W praktyce tłumienność ta jest większa, z uwagi na istnienie strat /ok.2 dB/ oraz rozrzuty podziału mocy /ok.1 dB/.

W chwili obecnej w kraju opanowana jest technika wytwarzania /na małą skalę/ sprzęgaczy typu X /Politechnika Wrocławska/.

Sprzęgacze te posiadają następujące parametry:

- tłumienność strat 1 dB
- rozdział mocy 50x50% + 40x60%
- kierunkowość 35 dB
- cena 30+50 tys. zł

Skala produkcji tych sprzęgaczy jest niewielka. Wdrożenie do produkcji wymagałoby nakładów rzędu 70 mln zł, przy czym ocenia się, że przy produkcji seryjnej cena sprzęgacza spadłaby do ok.10 tys. zł. Sprzęgacze gwiazdziste nie są w kraju wytwarzane, nie mniej ~~zaxxkxax~~ według posiadanych informacji Politechnika Wrocławska może podjąć się ich opracowania.

W krajach zachodnich sprzęgacze /także gwiazdowe/ wytwarzane są przez wiele firm, np. ^{Amphenol} ~~Amphenol~~, AMP, Canstar, Siemens i in. Wg uzyskanych informacji pojedynczy sprzęgacz kosztuje ok. 100 \$ /Amphenol/. Nie udało się uzyskać dokładnych informacji

dotyczących sprzęgaczy gwiazdowych. Produkuje je m.in. Siemens /16x16, 62x62/ ADC Fiber Optics Corp. /32x32/ Canstar /64x64/. Można się spodziewać, że cena ta sięga 1 tys.USD.

Sprzęgacze produkowane są zarówno jako elementy przeznaczone do wbudowania do urządzenia /w takiej postaci wytwarza je Politechnika Wroclawska/ jak też jako elementy samodzielne, wyposażone w złącza rozłączne - wówczas cena ich jest odpowiednio wyższa.

3.2.4.3. Złącza rozłączne

Z uwagi na wymaganą elastyczność magistrali wszystkie punkty węzłowe oraz zakończenia stacji muszą być wyposażone w złącza wtykowe. Ze względu na znaczną ilość - podobnie jak sprzęgacze - w istotny sposób wpływają one na koszt magistrali.

Złącza są elementem o wysokiej precyzji /dokładności rzędu 1 μm /, co rzutuje na ich ceny. Z tego względu w sieciach lokalnych preferowane są światłowody o grubszym rdzeniu, co zmniejsza wymagania odnośnie precyzji i czystości a zarazem zwiększa niezawodność, ułatwia montaż i eksploatację i obniża koszty.

W kraju złącza wtykowe wytwarzane są w minimalnych ilościach przez Instytut Łączności. Są one przeznaczone dla światłowodu telekomunikacyjnego 50/125 μm a ich cena wynosi ok.100 tys. zł za komplet.

Wg posiadanych informacji złącza wdrażane są do produkcji na szerszą skalę w NRD i Czechosłowacji, brak jest jednak informacji cenowych.

W krajach zachodnich złącza wytwarzane są przez kilkadziesiąt firm np.ITT Cannon, Socapex, Amphenol, NEC i in. Dostępne są one w różnych klasach i cenach. Tłumienności wahają się w granicach 0,5+2 dB, a ceny - odpowiednio od 250 + 25 dol. Możliwy jest montaż złączy przez użytkownika, jednakże wymaga to specjalistycznych narzędzi. Odpowiednie zestawy dostarczają firmy produkujące złącza - w cenie od 500 do 1500 dol.

Ze względu na duże ilości złączy niezbędnych do realizacji magistrali - należy preferować typy najtańsze o tłumienności ok.2 dB.

3.2.4.4. Osprzęt montażowy

Technika światłowodowa jest techniką nową i stosowanie jej wymaga specjalnego wyposażenia i narzędzi, a także odpowiednich kwalifikacji.

W tabelicy I podany jest podstawowy zestaw osprzętu, narzędzi i przyrządów pomiarowych konieczny do montażu i eksploatacji linii światłowodowych.

W kraju przyrządy i narzędzia dla techniki światłowodowej opracowywane i wytwarzane są głównie w OTO i Instytucie Łączności. Zestawy do pomiaru tłumienności wdrażane są do produkcji w Zakładach Wytwórczych Magnetofonów "Unitra" w Lubartowie, natomiast lokalizatory uszkodzeń w Zakładach UNIPAN w Warszawie.

Ceny przyrządów i narzędzi zachodnich oparte są głównie na katalogu amerykańskiej firmy Math Associates Inc./USA/ i Fuji-kura /Japonia/.

Tablica 3.1. Narzędzia, osprzęt i przyrządy do eksploatacji linii światłowodowych

Lp.	Nazwa	Cena przyrządu krajowego zł	Cena przyrządu z II ob. płatn. \$
1.	Przyrząd do cięcia światłowodu	120 tys.	120
2.	Narzędzia do usuwania pokrycia światłowodu	60 tys.	40
3.	Mikroskop do kontroli czoła światłowodu	-	125
4.	Zestaw do pomiaru tłumienności	420 tys.	650
5.	Zgrzewarka światłowodowa	2 mln.	11000
6.	Zestaw do wykonywania złączy stałych	-	300
7.	Zestaw do montażu złączy rozłączalnych	-	600
8.	Mufa do zabezpieczenia złączy stałych	30 tys.	175
9.	Lokalizator uszkodzeń światłowodu	800 tys.	

3.2.4.5. Elementy aktywne

Ze względu na przyjęte założenie, że magistrala światłowodowa - od strony stacji - ma być kompatybilna z magistralą przewodową, konieczne jest wykonanie odpowiednich układów nadawczo-odbiorczych, przy czym z uwagi na znaczną ilość niezbędnych nadajników i odbiorników - pierwszoplanową rolę odgrywa ich prostota i koszt.

Najważniejszymi elementami układów nadawczo-odbiorczych są przetworniki optoelektroniczne, przy czym ze względu na koszty, rozwiązania zostaną ograniczone do diod elektroluminescencyjnych i fotodiod PIN.

W kraju przetworniki optoelektroniczne dla techniki światłowodowej wytwarzane są w niewielkich ilościach w Instytucie Technologii Elektronowej. Są to:

Dioda elektroluminescencyjna CQYP06 F

- moc w światłowodzie 50/125 μm 5 μW / -23 dBm
- długość fali w maks. 890 nm
- częstotliwość graniczna 20 MHz
- cena ok. 30 tys. zł

Fotodioda PIN BPYP 42F

- zakres długości fali 800-900 nm
- czułość 0,4 A/W
- częstotliwość graniczna 200 MHz
- cena ok. 10 tys. zł

Ponadto produkowane są diody dla światłowodu kwarcowo-polimernego lecz nie nadają się one do stosowania w liniach o zasięgu do 2 km.

Diody elektroluminescencyjne i fotodiody produkuje wiele firm zachodnich, takich jak: Plesey, Siemens, Honeywell. Ceny tych diod wahają się w granicach od kiludziesięciu do kilkuset dolarów. Często są one zabudowane w gnieździe złącza rozłącznego.

Przykładowo cena diod elektroluminescencyjnych firmy Honeywell, odpowiednich dla sieci lokalnych wynosi około 70 dol. a fotodiod - około 40 dol. Diody te wyposażone są w soczewki ułatwiające sprzężenie ze światłowodem. Moc w światłowodzie 50/125 μm jest rzędu 20 μW .

Żywotność diod krajowych jest rzędu 10 tysięcy a zachodnich 100 tysięcy godzin.

Układy nadajników i odbiorników - odpowiednich do przesyłania sygnału takiego jaki występuje w standardzie "Proway" - nie są produkowane w kraju, ani za granicą. Konieczne jest zatem ich opracowanie. Poniżej przedstawiona jest koncepcja rozwiązania takich układów wraz z przewidywanymi parametrami.

Założenia:

- Zestaw nadajnik - światłowod - odbiornik musi umożliwić przesłanie następujących symboli "H" - sygnał bipolarny o częstotliwości 6,25 MHz
- "L" - sygnał bipolarny o częstotliwości 3,75 MHz
- "0" - napięcie stałe bliskie 0V / ≤ 1 mV na 75Ω /
- Stosunek sygnału do szumu na wyjściu odbiornika 20 dB
- Wymagana jest maksymalna prostota układów
- Sygnał przesyłany jest poprzez światłowod bez przetwarzania.

Należy zaznaczyć, że sygnał o takiej postaci jaki występuje w standardzie "Proway" jest bardzo niewygodny do przesyłania w torze światłowodowym ze względu na jego "trójwartościowość". W torze światłowodowym nie ma możliwości operowania "kierunkiem" czy "biegunowością" sygnału. Wynika stąd konieczność przyporządkowania stanowi "0" /"cisza"/ średniego poziomu mocy, na który nakładane będą przebiegi odpowiadające stanom "L" i "H". Wynikająca z tego składowa stała zostanie odcięta w odbiorniku.

Ze względu na nieliniowość diod elektroluminescencyjnych wystąpić może asymetria przebiegu w torze, co może spowodować przekłamanie pierwszego bitu /rys. 1.1 Można spodziewać się asymetrii rzędu 20%.

Na podstawie obliczeń teoretycznych oraz praktycznych doświadczeń OTD można ocenić, że minimalny poziom sygnału optycznego, niezbędnego dla uzyskania stosunku sygnału do szumu co najmniej 20 dB wyniesie do -43 dBm. Umożliwi to pokonanie tłumienności 20 do 26 dB przy mocy DEL odpowiednio 5 i 20 μ W.

Dla zapewnienia niezawodnej pracy urządzeń można dopuścić tłumienność o 4 dB mniejszą /margines mocy/ tj. 16+22 dB.

W wypadku stosowania światłowodu o średnicy rdzenia 100 μ m

i aperturze 0,3 moc nadajnika byłaby o ok.10 dB większa, co dałoby dopuszczalną tłumienność w granicach 26 + 32 dB.

Maksymalna moc na wejściu odbiornika wystąpi wówczas gdy długość światłowodu pomiędzy współpracującymi stacjami będzie minimalna /tłumienność praktycznie zerowa/, moc będzie maksymalna /rzędu - 17 dBm dla światłowodu o rdzeniu 50 μm i ok. - 7 dBm dla światłowodu 100 μm /, złącza rozłączne i sprzęgacze będą miały minimalne straty /ok.0,5 dB/. Z oszacowania tych wartości wynika zakres niezbędnej dynamiki odbiornika. Będzie on różny w zależności od topologii magistrali, teteż omówiony będzie w następnym rozdziale. Należy jednakże zaznaczyć, że z uwagi na charakter przesyłanego sygnału - w odbiorniku nie można zastosować automatycznej regulacji wzmacnienia. Powoduje to, że uzyskanie odpowiedniej dynamiki będzie dość trudne.

Przewiduje się, że ustabilizowany poziom wyjściowy odbiornika uzyskany będzie przez zastosowanie ogranicznika. Z uwagi na ułatwienie eksploatacji na wszystkich węzłach magistrali powinny być zastosowane identyczne nadajniki i odbiorniki, nie wymagające żadnej regulacji po zamontowaniu. Typowe zasilanie nadajnika: +5V/100 mA, odbiornika \pm 5V/30 mA.

3.2.5. Topologia magistrali światłowodowej

W niniejszej pracy przedstawione są różne sposoby rozwiązania magistrali światłowodowej, które - zgodnie z przyjętymi założeniami - widziane są w makroskali jako magistrala liniowa. Sposoby dołączenia stacji w poszczególnych wariantach przedstawione są na rys.3.2÷3.7 w tablicy 3.2 zestawione są podstawowe dane umożliwiające porównanie poszczególnych rozwiązań.

Trzy sposoby dołączenia stacji do magistrali liniowej /rys.3.2^{3.4} rozpatrywane są w dwóch wariantach. W wariacie a/ wszystkie połączenia węzła ze stacją realizowane są przy pomocy złączy rozłącznych. Daje to dużą elastyczność, jednakże wymaga dużej ilości kosztownych złączy, które - niezależnie od kosztów - wprowadzają dodatkowe tłumienie oraz szkodliwe odbicia. W wariacie b/ węzeł optyczny połączony jest z magistralą na stałe /np.przy pomocy zgrzewania/ a złącza rozłączne występują jedynie w punkcie dołączenia stacji. W tym wypadku /z wyjątkiem rozwiązania 2a i b/ nie występuje odbicie w stronę

odbiornika w złączach, a jedynie znacznie słabsze w rozgałęźnikach oraz rozproszenie wsteczne w światłowodach.

Należy zwrócić uwagę, że każdy węzeł oprócz odgałęzienia mocy pełni także funkcję regeneratora. Zaznaczona na rysunkach pętla światłowodowa bocznikuje stację w wypadku jej uszkodzenia. W warunkach rzeczywistych w węźle następuje sumowanie mocy transmitowanej bezpośrednio i uzyskanej z regeneracji. Pociąga to za sobą konieczność zastosowania pętli opóźniającej, odwzorowującej opóźnienie nadajnika, odbiornika i światłowodów łączących stację z magistralą. Fakt sumowania dwóch sygnałów w węźle powoduje powstawanie fluktuacji fazy, które kumulują się wzdłuż magistrali.

W wierszu 9 tablicy 3.2 przedstawione są tłumienności wszystkich elementów pasywnych /z wyjątkiem samego światłowodu/ występujących pomiędzy sąsiednimi stacjami, przy założeniu, że tłumienność ~~złącza~~ tego złącza oraz straty w rozgałęźniku wynoszą 2 dB. Druga wartość /1 dB/ dotyczy zastosowania wyższej klasy, a zatem znacznie droższych elementów. W wierszu 10 podane są dla struktur liniowych analogiczne wartości przy pominięciu jednej stacji /np. gdy nastąpi uszkodzenie układów elektronicznych lub wyłączenie zasilania/.

W wierszu 11 podana jest dopuszczalna długość światłowodu pomiędzy sąsiednimi stacjami przy następujących założeniach:

- moc DEL wynosi 20 μ W dla światłowodu 50/125 μ m NA=0,2 i 200 μ W dla światłowodu 100/140 μ m NA=0,3
- czułość odbiornika wynosi - 43 dBm /50 nW/
- tłumienność jednostkowa światłowodu wynosi 4 dB/km
- zapewniony jest zapas mocy równy 4 dB uwzględniający degradację DEL, wzrost tłumienności, starzenie elementów itp.
- długość odcinka jest taka, aby mogła być zapewniona transmisja w przypadku uszkodzenia jednej stacji /poprzez dwa odcinki i trzy węzły/.

Pierwsza wartość jest ważna przy tłumienności złączy i rozgałęźników 2 dB, a druga - 1 dB.

W wierszu 12 przedstawiona jest niezbędna dynamika odbiornika obliczona jako różnica pomiędzy maksymalnym poziomem jaki może wystąpić na wejściu odbiornika /stacje umieszczone bardzo blisko siebie - tłumienność światłowodu prawie zerowa, złącza i rozgałęźniki o minimalnej tłumienności/, a poziomem minimal-

nym niezbędnym dla uzyskania założonej stopy błędów/. Wyjątek stanowią wartości podane dla "gwiazdy aktywnej", które zostały podane przy ograniczeniu zasięgu do 2 km.

Z analizy tablicy wynika, że warianty 2a, 2b oraz 3a są /przy przyjętych założeniach/ nierealizowane. Jest to spowodowane brakiem marginesu pomiędzy sygnałem użytecznym, a ddbitym od złącza.

W pozostałych przypadkach widoczne są preferencje dla światłowodu 100/140 μm w porównaniu ze światłowodem 50/125 μm .

Nieograniczone - z punktu widzenia rozpatrywanych potrzeb - możliwości występują jedynie w przypadku "aktywnej gwiazdy" i to z najgorszymi, a zatem najtańszymi elementami. Okupione jest to koniecznością zapewnienia zasilania w punkcie węzłowym.

Dokonując wyberu należy wziąć pod uwagę także następujące czynniki:

1. koszt
2. niezawodność
3. elastyczność.

O koszcie decyduje długość kabla niezbędnego do realizacji magistrali oraz ilość elementów pasywnych i aktywnych. Z punktu widzenia długości kabla optymalna wydaje się struktura liniowa - szczególnie z jednym światłowodem. Jednakże praktycznie wymagane byłyby elementy pasywne wysokiej klasy, a zatem drogie. Ilość elementów aktywnych i pasywnych jest najmniejsza w strukturze gwiazdowej. Wymagany jest tylko jeden rozgałęźnik, ale o dużej liczbiewejść i wyjść, przy czym wielkość rozgałęźnika musiałaby być zaplanowana pod kątem rozwoju sieci /możliwość dołączenia nowych stacji/. Praktycznie możliwe jest zrealizowanie sieci o liczbie stacji około 20; przy większej liczbie wystąpiłoby ograniczenie zasięgu. Wyższy byłby koszt struktury rozgałęzionej - ze względu na zwiększenie liczby rozgałęźników. Liczba ta jest jednak znacznie mniejsza od liczby stacji. Liczba elementów aktywnych jest w strukturze gwiazdowej dwukrotnie mniejsza niż w liniowej. Podobnie jest w strukturze rozgałęzionej, z tym, że w tym wypadku wymagane jest zastosowanie regeneratorów przelotowych, których liczba jest o jeden mniejsza od liczby węzłów.

Atrakcyjna z punktu widzenia kosztów jest struktura gwiazdowa zeaktywnym węzłem. Zawiera wprawdzie taką ilość kabla świat-

łowodowego jak struktura gwiazdowa, a liczba nadajników i odbiorników jest taka jak w liniowej, jednakże nie wymaga rozgałęźników. Dzięki dużemu zapasowi mocy w każdej linii łączącej węzeł ze stacją możliwa jest stosowanie najtańszych złączy, uproszczonych układów odbiorczych oraz gorszych /a zatem tańszych/ ~~układów~~ światłowodów. Dodatkowe koszty wiążą się jednak z koniecznością zapewnienia zasilania w punkcie węzłowym.

Z punktu widzenia niezawodności należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

- w strukturze liniowej przerwanie światłowodu w dowolnym punkcie, uszkodzenie dowolnego rozgałęźnika lub uszkodzenie układów nadawczo-odbiorczych w dwóch kolejnych stacjach powoduje podzielenie magistrali na dwie nie mogące ze sobą współpracować części. Ponadto przerwanie światłowodu może spowodować wzbudzenie się obu części magistrali
- w strukturze gwiazdowej uszkodzenie dowolnego światłowodu, nadajnika lub odbiornika powoduje wyłączenie tylko jednej stacji. Uszkodzenie rozgałęźnika może spowodować unieruchomienie całej magostrali - prawdopodobieństwo takiego uszkodzenia jest jednak niewielkie
- w strukturze rozgałęzionej uszkodzenie światłowodów dołączających stacje oraz nadajników i odbiorników powoduje wyłączenie jednej stacji. Uszkodzenie rozgałęźnika eliminuje związaną z nim grupę stacji, przerwanie światłowodów łączących rozgałęźniki lub uszkodzenie regeneratora przelotowego, dzieli magistralę na oddzielne części
- w strukturze gwiazdowej aktywnej ważne są uwagi dla gwiazdy pasywnej, z tym że całkowite wyłączenie magistrali nastąpi w wypadku zaniku zasilania w punkcie węzłowym /co odpowiada całkowitemu uszkodzeniu rozgałęźnika, w strukturze pasywnej lecz jest bardziej prawdopodobne/.

Najmniej elastyczną strukturą jest struktura liniowa ze stałymi węzłami /bez złączy rozłącznych/. Jakakolwiek zmiana konfiguracji wymaga przecięcia kabla i wykonania nowych połączeń, co wymaga specjalistycznych narzędzi i wykwalifikowanej obsługi. Na czas wykonywania operacji konieczne jest wyłączenie magistrali.

W strukturach gwiazdowych dołączenie nowej stacji lub

odłączenie dotychczasowej jest bardzo proste i nie wpływa na pracę magistrali. Konieczne jest zainstalowanie rozgałęźników o liczbie wrót uwzględniającej przyszły rozwój sieci, co podnosi koszty początkowe.

W strukturze gwiazdowej aktywnej możliwe jest dołączenie dowolnej ilości stacji, co jest ograniczone jedynie możliwościami konstrukcyjnymi i mocą zasilacza węzła. Każda nowa stacja może być dołączona przy pomocy linii światłowodowej różniącej się od pozostałych /np. z innymi światłowodami/. Zaletą tej struktury jest także to, że wszystkie elementy wchodzące w jej skład są już obecnie osiągalne w kraju.

3.2.6. Podsumowanie

Przedstawione informacje dotyczące sposobów rozwiązania magistrali światłowodowej z pewnością nie są pełne i nie uwzględniają być może najnowszych tendencji światowych. Ponadto kryteria wyboru konkretnego rozwiązania w kraju nie będą identyczne z tymi, jakie wynikają z informacji o rozwoju tej dziedziny w krajach przodujących. Wynika to z faktu, że asortyment dostępnych elementów jeszcze długo nie będzie dorównywał ofercie dostępnej w krajach zachodnich. Dotyczy to zwłaszcza samych światłowodów, które są także sprzęgacze, złącze i przetworników optoelektronicznych /DEL i fotodiod/. W chwili obecnej opanowana jest jedynie produkcja światłowodu telekomunikacyjnego, na który jest podstawowe zapotrzebowanie. Inne typy światłowodów /grubordzeniowe/ mogą być także produkowane, ale jest to sprawa najbliższej przyszłości. Ponadto technologia dostosowana jest do produkcji światłowodów gradientowych 50/125 um. Wytwarzanie tą samą technologią światłowodów grubordzeniowych jest możliwe, ale ich cena będzie ok. dwukrotnie wyższa, podczas gdy w krajach zachodnich światłowody grubordzeniowe stosowane są głównie ze względu na niższe koszty.

Na bazie obecnie wytwarzanych elementów można już w chwili obecnej przystąpić do konstruowania magistrali o strukturze "gwiazdowej aktywnej", z myślą o przejściu w następnej kolejności do analogicznej struktury pasywnej z odgałęzieniami, która - w świetle przeprowadzonej analizy - wydaje się optymalna.

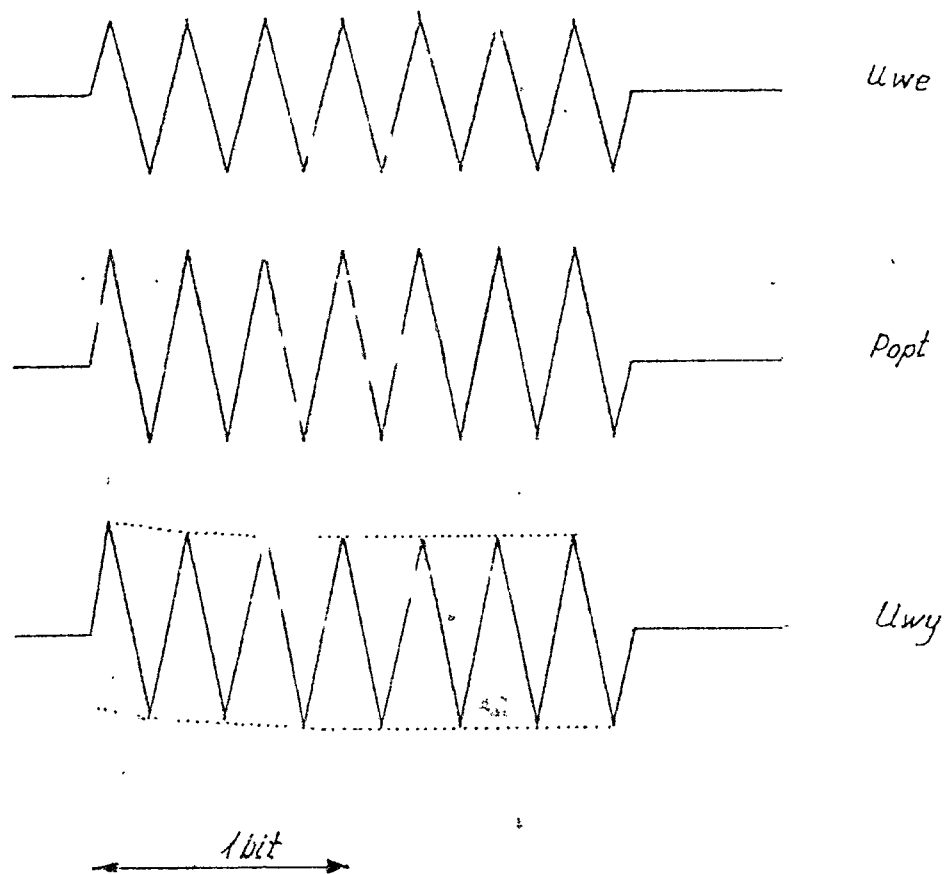
3.2.7. Wykaz literatury do r.3.2.

1. New Biconically Tapered Fibre Star Coupler: Structure and Fabrication. Electronic Letters vol. 21 no. 11/1985.
2. Ł.M. Andruszko Włókonno optyczne linie sieci. Pasywne elementy tras WOLS.
3. Y. Hakamada, K.Oguchi, N.Tokura. Repeater using Two wavelengths for passive optical star networks connection. Electronics Letters, vol. 22, no.3, 1986
4. P.healey, D. W. Faulkner. New transmission star couplers for full duplex channels. Electronics Letters no.6, 1986
5. Honda M. Optical LAN component improvements expanded and encourage wider use. Electron. Eng. 1985 no. 217, p. 62-65.
6. Okolowicz, Ellis. ABCs of fibre optic local data link. Telephone Eng. Managem. 1985 no.1, p. 45-47, 50-51.
7. 100 Mbits/s optical loop network supports Tsukuba Expo 85. Jap. Telecomm. rev. 1985 no. 1 p. 34-40.
8. Siemens Special Report No 6.
9. Noboru Kurata. Present development on optical transmission components for LAN. JEE , August 1986.

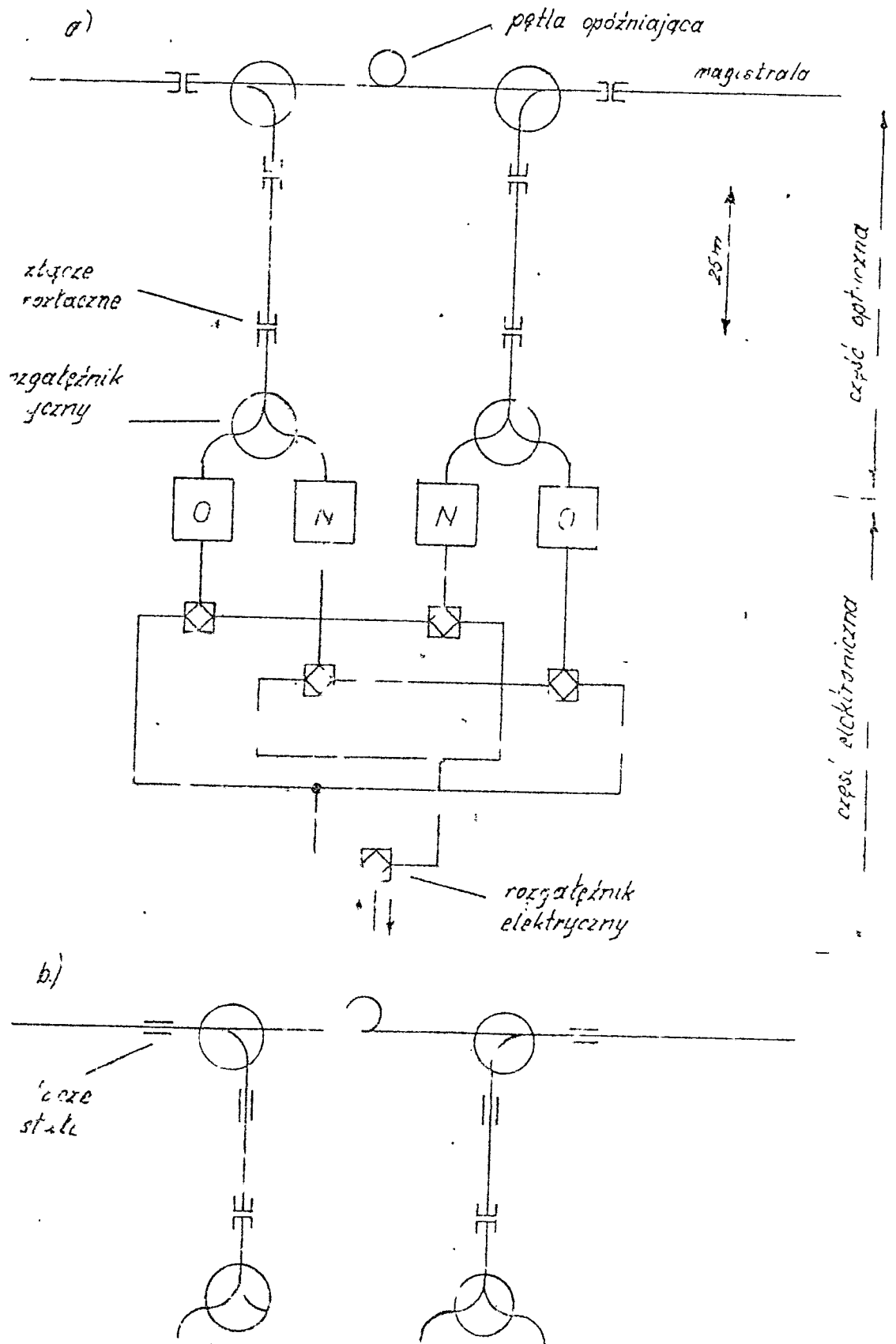
Tablica 3.2. Porównanie struktur magistrali światłowodowej

Lp.	Parametr	Struktura wg rys.	2		3		4		5		6	7
			a	b	a	b	a	b	N=20	N=100	N=20	
1.	Ilość światłowodów w magistrali		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
2.	Ilość światłowodów w odprowadzeniu /25 m/		2	2	4	4	4	4	-	-	-	-
3.	Pętla opóźniająca		70m	70m	70m	70m	2x70m	2x70m	-	-	-	-
4.	Ilość rozgałęźników	na 1 stacje	4	4	4	4	4	4				
		na magistr							1	1	2+5	-
5.	Ilość złączy	na 1 stac.	6	2	10	4	12	4	4	4	4	4
6.	Ilość kompletów nad. odb.	6- " -	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2
7.	Ilość regeneratorów przelotowych		-	-	-	-	-	-	-	-	1+4	-
8.	Tłumienie odbicia /dB/		18	18	24	37	39	60	-	-	-	-
9.	Tłumienie sygnału między sąsiednimi stacjami /dB/	2 dB	28	20	22	14	20	12	23	31	23	4
		1 dB	14	10	11	7	10	6	19	27	19	2
10.	Tłumienie sygnału z pominięciem jednej stacji /dB/	2 dB	40	28	42	30	32	20	-	-	-	-
		1 dB	20	14	21	15	16	10	-	-	-	-
11.	Maksymalna długość światłowodu pomiędzy stacjami światłowód 50/125 um	2 dB	-	-	-	-	-	0,25	-	-	0,25	4
		1 dB	-	-	-	0,25km	0	1	1,2	0,1	1	
12.	Maksymalna długość światłowodu pomiędzy stacjami światłowód 100/140 um	2 dB	-	-	-	0,5	0,75	1,5	0,4	-	0,4	6
		1 dB	-	-	-	2	2	2,25	1,6	0,6	1,6	
13.	Dynamika odbiornika /dB/	50/100um	-	-	-	11	10	16	7	-	7	14
		100/140um	-	-	-	21	20	26	17	9	17	14

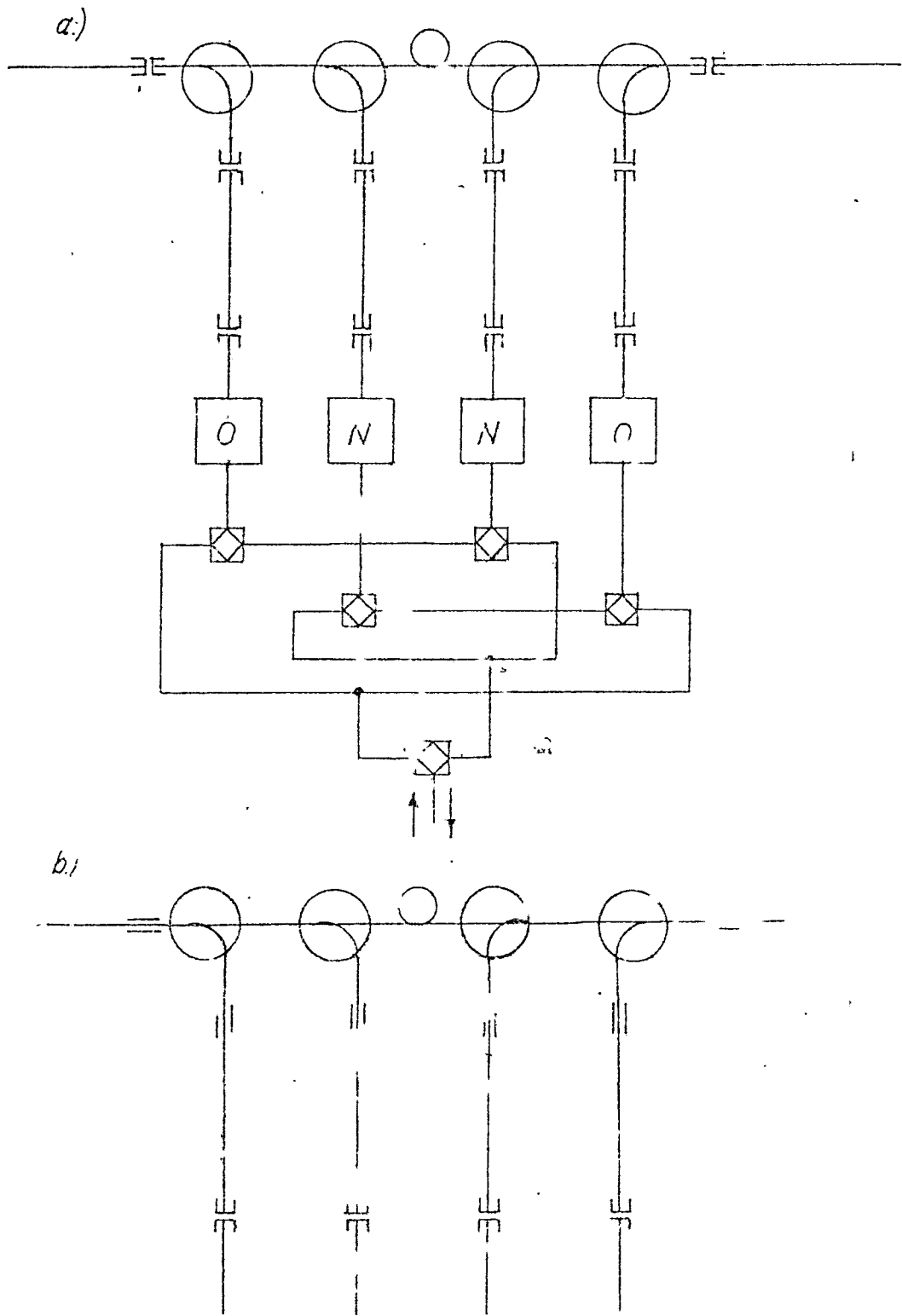
131



Rys 3.1 Odpowiedź czas na zespół: nadajnik - światłowód - odbiornik.



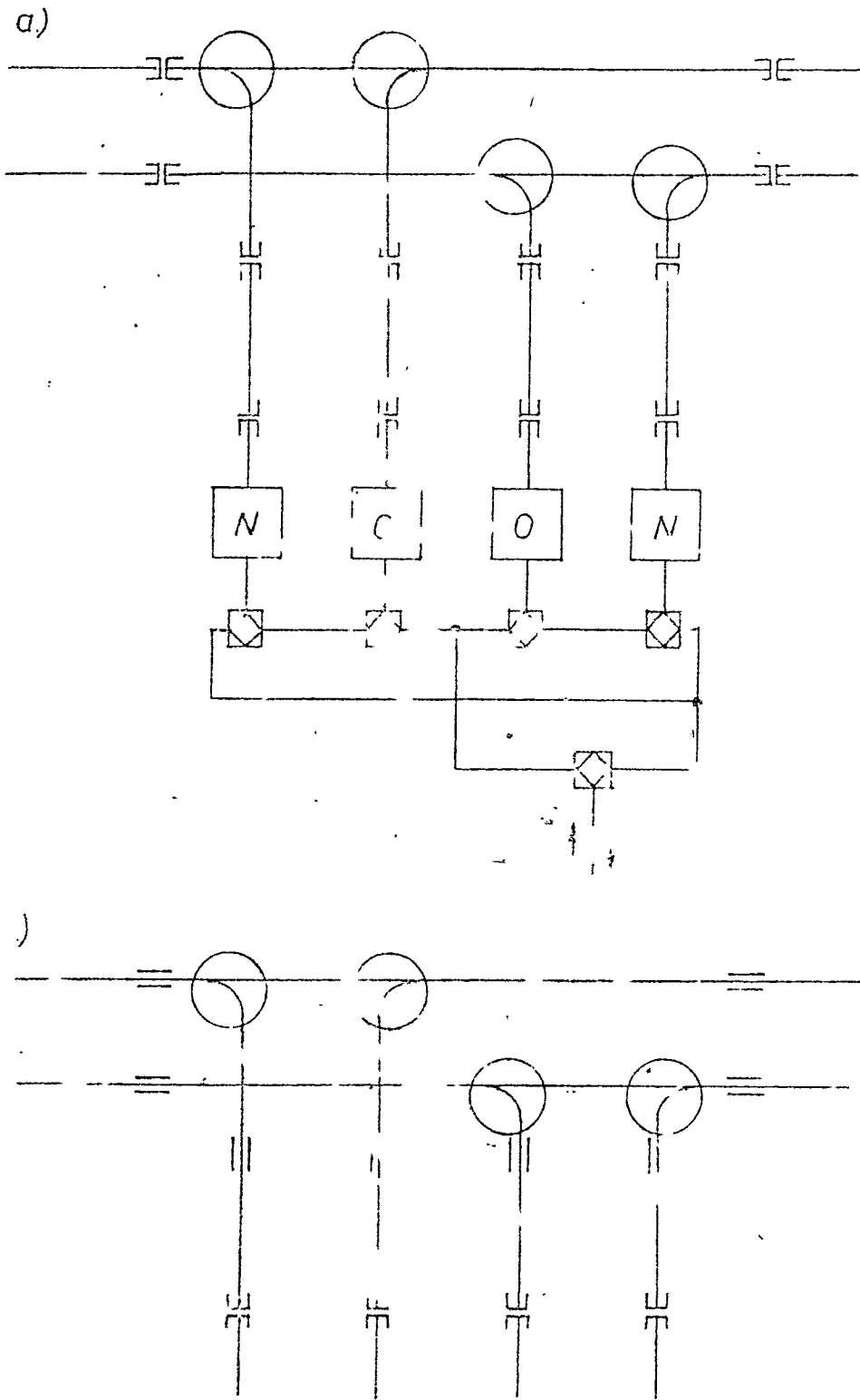
Rys. 2. Dotychczas s'rodk 1) wagioreali linii, z jednym światłowodem z , ednic om linii z a. roma swiatt.
 a.) przy pom , ty rozl cznych,
 b) przy pomocy zezczy statycznych (część elektroniczna jak w a.).



Rys. 3.3. Dołączenie stacji do magistrali liniowej z jednym światłowodem za pośrednictwem linii z szeregiem światłowodami

a) przy pomocy złączy rozłącznych

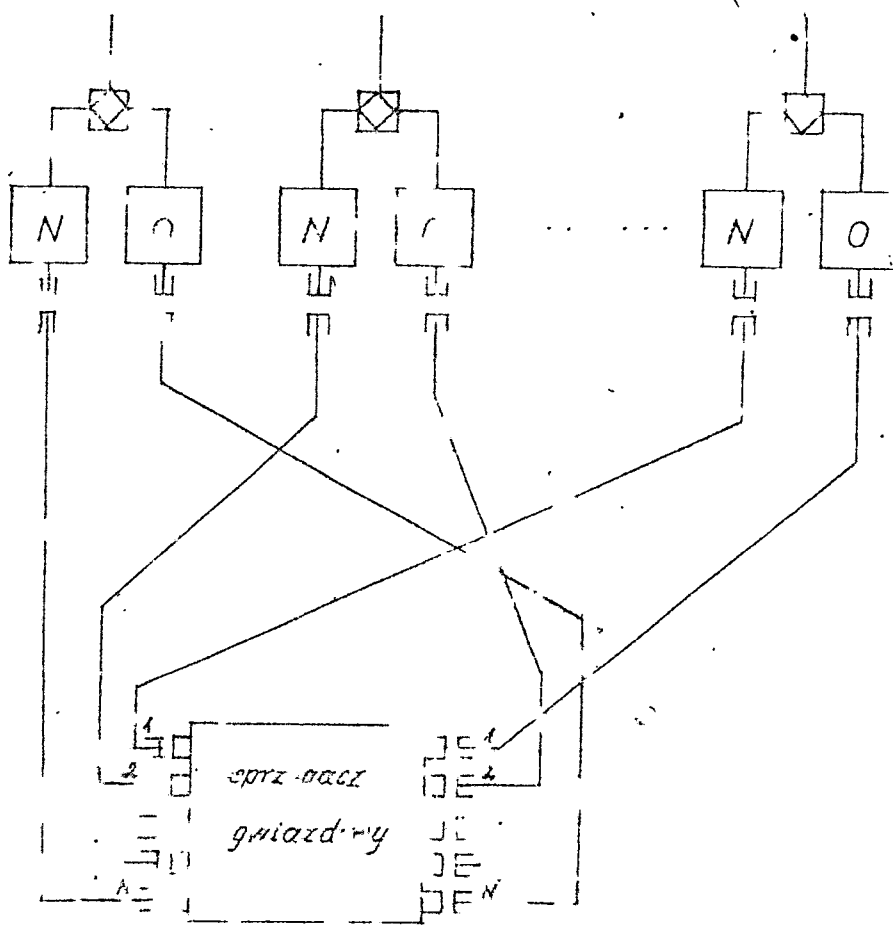
b) przy pomocy złączy stałych.



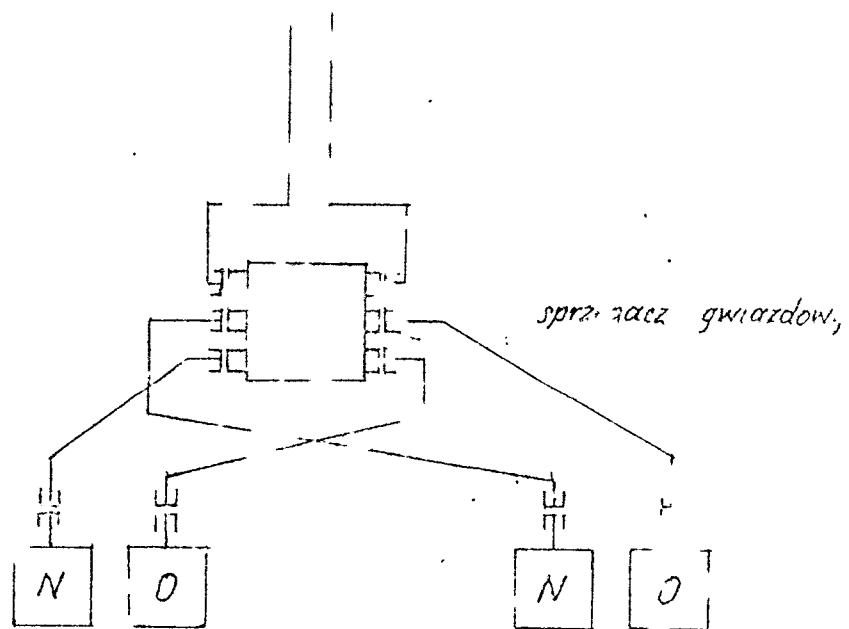
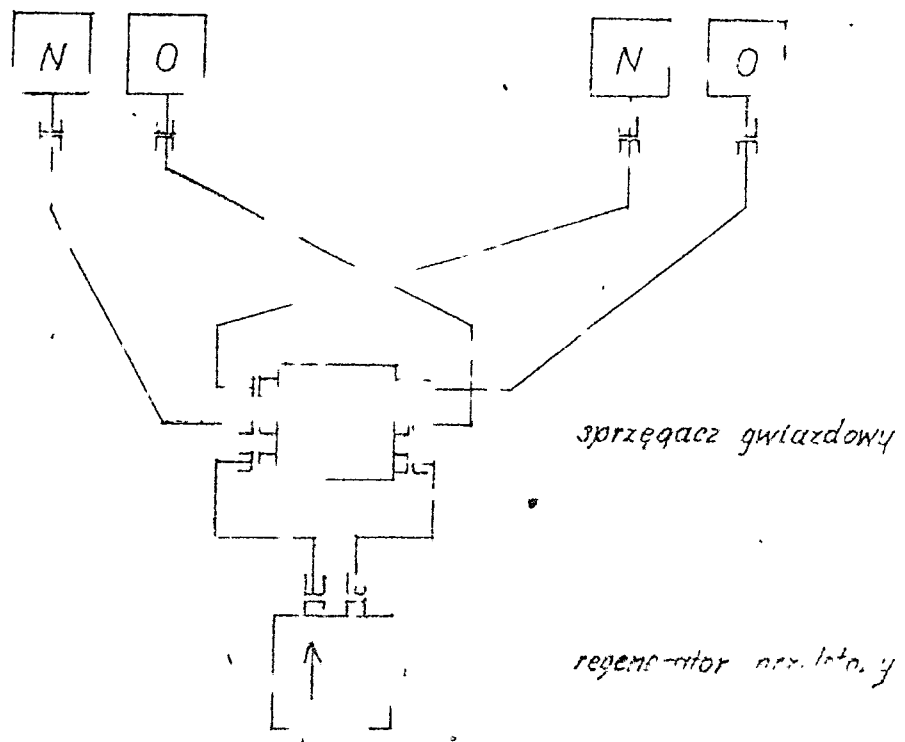
Rys. 3.4. Dotychczas stacji do magistrali z dwoma światłowodami

a.) za pomocą złączy i sztabczynnych

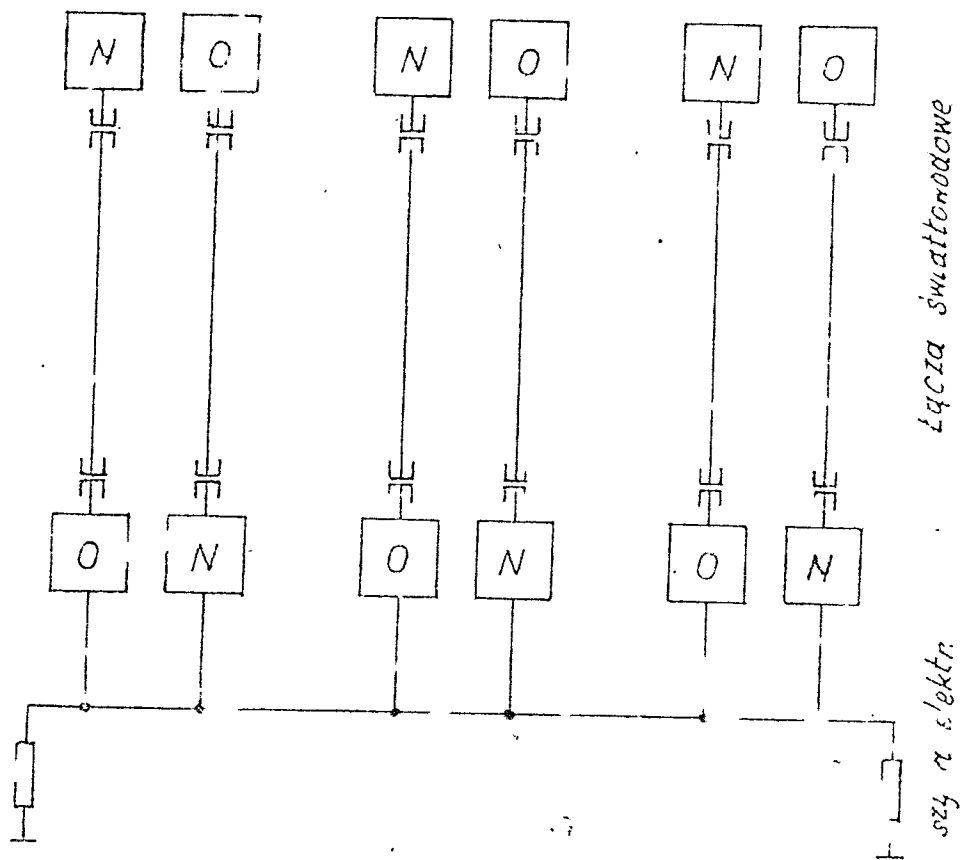
b.) za pomocą łącz statycznych



Rys. 3.5. Magistrala gwiazdowa ze sprz. dzial. transmisyjnym



Rys. 3.6 Magistrala z wiązką rozłączoną.



Rys. 3.7. Magia z gwiazdowa z węzłem aktywnym.

4. WNIOSKI

4.1. WNIOSKI OGÓLNE

- a. Obecna sytuacja na światowym rynku urządzeń automatyki i zastosowań jej systemów wskazuje na dominującą rolę jaką uzyskuje system MAP. Nie będzie możliwe w najbliższej przyszłości /oceniłam na za kilka lat/ utrzymanie się na rynku urządzeń i dostaw systemów, o ile nasze wytwory nie będą zgodne z normami dla tego systemu.
- b. Dla właściwego skorelowania prac B+R i wdrożeń prowadzonych w Polsce z trendami rozwojowymi systemu MAP, konieczne jest aby reprezent^{atyw}na polska organizacja gospodarcza, najlepiej koordynator CPBR 7.2 tj. Zrzeszenie Producentów Środków Informatyki, Automatyki i Aparatury Pomiarowej MERA, uzyskała status członka Europejskiej Grupy Użytkowników MAP /EMUG/
- c. Dla prawidłowego skorelowania prac wewnątrz krajowych konieczne jest powołanie przy organizacji wymienionej w p.b Polskiej Grupy Użytkowników MAP /PGUM/, grupującej producentów sprzętu, dostawców systemów, użytkowników i Instytuty. Wszystkie organizacje, które zgłoszą akces do PGUM powinny wyznaczyć przedstawicieli ze szczebla decyzyjnego, tak by postanowienia które zapadną, miały moc wykonawczą.
- d. PGUM powinna upoważnić koordynatora CPBR 7.2 do powołania Laboratorium Atestacji Urządzeń MAP /LAUM/ przy jednym z Instytutów z branży; najodpowiedniejszym wydaje się być PIAP. Laboratorium to powinno być finansowane ze środków producentów - członków PGUM:
 - wyposażenie i organizacja z początkowych wpłat na podstawie sponżonego budżetu organizacji LAUM,
 - bieżące usługi na podstawie zleceń lub umów.LAUM powinno być jedyną jednostką nadającą uprawnienia do nazywania lub oznaczania wytworów jako "zgodnych z MAP". LAUM powinno uzyskać autoryzację w EMUG.
Do zadań LAUM powinno należeć m.inn.:
 - badanie urządzeń pod względem spełnienia wymagań specyfikacji MAP,
 - badanie współpracy urządzeń z sieciami MAP.

17. IEEE to consider INTEL's BITBUS as a standard. Electronics October 28, 1985, s.19.
18. Kriesel W., Blum H, Telschow D.: Intelligente und buskoppelbare Stelleinrichtungen. Messen, Steuern, Regeln 1985, z 12, s.534-537.
19. FIP FIP FIP Hourra! Mesures, 1985, Novembre 18, s.137-147.
20. Pfeifer T, Ruhle W: Derzeitige Situation und Chancen von MAP. Automatisierungstechnische Praxis 1986, z.3 ss.109-116.
21. Buchner K.H.: Technische Kommunikation in der Automatisierungstechnik. Automatisierungstechnische Praxis. 1986r. z.3, ss.117-121.
22. Dieterle G.: Der Weg zu MAP und TOP. Automatisierungstechnische Praxis, 1986, z.4, ss.162-168.
23. Europäische MAP-Anwendergruppe gegründet. Automatisierungstechnische Praxis, 1986, z.4, ss.201-202.
24. Freytag M: Datenkommunikation in der Leittechnik. Automatisierungstechnische Praxis, 1986, z.5, ss.215-222.
25. Automation 86: une affaire de "communication". Mesures, 1986, z.9, ss.11-17.
26. W. Büsing: Datenkommunikation in der Leittechnik. Fortschritte in der Normung. Automatisierungstechnische Praxis, 1986, z.5 ss.228-237.
27. Pflieger J.: Kommunikationssystem Feldbus. Automatisierungstechnische Praxis, 1986, z.5, ss.223-227.
28. Interface intelligente pour la commande de moteur pas à pas. Mesures, 1985, novembre 18, ss.103-107.
29. BitBus: l'interconnexion des systemes industriels repartis. Mesures, 1986, 16 juin ss.63-67.
30. Réseau local à fibre optique pour un processeur d'automatisme. Mesures, 1986, 2 juin s.93.
31. Start zum Ringstern. CHIP 1983 z.3, s.280-284.
32. Fraunhofer-Gesellschaft. Wir informieren: MAP-TOP-CNMA-Testzentrum.

4.2. WNIOSKI TECHNICZNE

- a. System MAP formułuje wymagania głównie dla powiązań i komunikacji między urządzeniami obsługującymi proces automatyzowany, nie wnikając bezpośrednio w ich konstrukcję. Tym samym włączanie określonej grupy urządzeń do MAP wiąże się tylko z opracowaniem odpowiednich modułów sprzęgających a nie wymaga zmian w magistralach, kasetach itp. Daje to możliwość stosunkowo łatwego dostosowania do specyfikacji MAP urządzeń aktualnie produkowanych lub opracowywanych.
- b. Sytuacja w polskim przemyśle jest taka, że nie ma sprzętu typowego dla budowy linii transmisyjnych, głównie kabli o niskiej tłumienności i osprzętu do budowy magistral. Uważamy że dużo łatwiej będzie uzupełnić te braki w zakresie transmisji w paśmie 3-7 MHz niż w paśmie 100-400 MHz. To powoduje wybór transmisji w paśmie podstawowym /Basis Band/.
- c. Brak doświadczeń w zakresie przesyłu danych w warunkach przemysłowych /przedewszystkim niedorozwój telewizji przemysłowej/ też przemawia za przyjęciem transmisji w paśmie podstawowym jako prost^{sz}ej w realizacji i zastosowaniach.
- d. W najbliższych latach głównymi zadaniami będzie rozwiązanie sterowania w gniazdach elastycznych lub ich grupach, nie przekraczających jednego wydziału. Do tego celu wystarcza magistrala pracująca wg. koncepcji Mini-MAP lub PROWAY-C tj. wykorzystująca jedynie warstwy 1,2,7 modelu OSI oraz magistrala miejscowa typu Field Bus.
- e. Ze względu na b.ograniczony dostęp do nowoczesnej bazy elementowej, kabli i osprzętu dużo realniejszym jest opracowanie i uruchomienie produkcji magistrali o przepływności binarnej 1 Mb/s niż 5 lub 10 Mb/s. Stąd też wybór padł na magistralę PROWAY-C.
- f. W zgodzie z przedstawionymi wyżej tezami znajdują się tematy umieszczone w CPBR 7.2:
 - cel 2: Urządzenia transmisyjne Systemu INTEL DIGIT-PROWAY
 - cel 3: Stacja sprzęgająca /GATEWAY/ magistralę PROWAY-A dla konfiguracji rozgałęźnych
 - cel 4/5: Magistrala i urządzenia transmisji PROWAY-C
 - cel 7: Szeregowy magistrala Fieldbus sprzężenia z elementami automatyki i pomiarów

141

- cel 8: Sprzężenie systemu INTEL DIGIT-PROWAY z SM EMC
- cel 16: Oprógramowanie komunikacyjne systemu INTEL DIGIT-PROWAY
- cel 17: System oprogramowania SZPAK
- cel 18: System SZPAK dla nowych urządzeń systemu PROWAY z redundantną magistralą PROWAY-C, sieci systemów PROWAY
- cel 23: Urządzenia magistrali szeregowej UMS podsystemu INTELEKTRAN-M.

Realizacja tych celów pozwoli na rozwiązanie zagadnień systemowych związanych z wprowadzeniem w Polsce Systemu MAP wg. proponowanej wersji, a razem z realizacją licznych celów przewidujących opracowanie urządzeń i oprogramowanie np. celów 1,6,9,10,11,12,13,14,15,19,20,21,22, pozwoli na realizację wdrożeń.

- g. W trakcie rewizji CPBR 7.2 przewidzianej na obecny rok należy zwrócić szczególną uwagę na:
 - podjęcie działań dla powołania Laboratorium Atestacji Urządzeń MAP,
 - takiego uzgodnienia treści poszczególnych celów CPBR 7.2 aby wszystkie opracowywane urządzenia mogły współpracować ze wspólną siecią MAP w wersji PROWAY-C.
- h. Dla uzyskania perspektywy na lata 1991-95 w zakresie sieci rozleglejszych, obejmujących obszar kilku wydziałów, a więc wymagających magistrali szerokopasmowej i realizacji pełnego modelu OSI, należy podjąć ścisłą współpracę z CPBR 8.13: "Rozwój sieci lokalnych".
- i. Należy liczyć się z dużymi nakładami związanymi z opracowywaniem oprogramowania dla systemu MAP i jego zastosowań.
- k. Przedstawiony w p.3.2 stan techniki światłowodowej w Polsce nie jest optymistyczny z punktu widzenia zdecentralizowanych systemów automatyki. Biorąc pod uwagę b. ostrożne wypowiedzi gremiów międzynarodowych w tym zakresie należy uznać, że obecnie realizacja magistrali światłowodowej dla zdecentralizowanych systemów automatyki jest w Polsce przedwczesna. Należy zdobyć niezbędne doświadczenia w zakresie transmisji po liniach kablowych i opracować konieczne do tego urządzenia i oprogramowanie. Tym nie mniej, po zrealizowaniu kilku instalacji systemów zdecentralizowanych z magistralą kablową należy, w końcu obecnej pięciolatki podjąć prace nad realizacją pilotowej instalacji z magistralą światłowodową, najlepiej na obiekcie nie eksploatowanym produkcyjnie.

142

5. LITERATURA

1. Réseaux locaux: L'ISO pense OSI. Mesure. 1986, November p.79 do 84.
2. Vers un standard des réseaux locaux industriels avec MAP. Electronique Industrielle No 78/1-11-1984r. s.41-42.
3. Kafka G. Lokale Netze in der Realisierung. Elektronik, 1985-24/29.11, s.189-194.
4. Hinter den Kulissen der großen MAP-show. Elektronik 1985-24/28.11, s.3
5. Babl M.: Recent Trends in Industrial LAN's. Control Engineering, August 1985, s.63-65.
6. Un jeu de cinq circuits conçus par Texas Instruments. Electronique Industrielle No 97/15-11-1985.
7. MAPWARE builds carrier-band net. Electronics/February 10, 1986.
8. Weber D.M: INTEL jumps headlong into the MAP business. Electronics/September 9, 1985.
9. Fonctions et caractéristiques des réseaux locaux adaptés aux applications industrielles. Electronique Industrielle No 97/15-11-1985, s.56-63.
10. Reseaux de minis, micros et stations 32 bits pour la CAO. Electronique Industrielles No 97/15-11-1985, s.29-30.
11. Van Dooren J.P.: Local Area Networks on optical fiber. Wydawnictwo firmy GTE-ATEA, Belgia, 1983r.
12. Leas R.J. A versatile building block for local area networks. Wydawnictwo firmy GTE-ATEA, Belgia 1983r.
13. Suppan-Borowka J. Simon T. MAP. Datenkommunikation in der automatisierten Fertigung. Wyd.DATA COMP-Verlag.
14. Koncepcja lokalnej sieci komputerowej LOKAL-SM. Opracowanie Instytutu Informatyki Politechnik Śląskiej, Gliwice 1985.
15. Koncepcja opracowania i wdrożenia do produkcji w Polsce podsystemu teleprzetwarzania TELE-SM. Opracowanie RKGK SM EMC w Polsce, redakcja 2/83, sierpień 1983r.
16. Materiał techniczny dotyczący sieci komputerowych. Opr. **143** Instytut Systemów Sterowania, Komunikat Nr 105, Katowice 1986r.

33. Lokale Netze - das Rückgrat der rechnerintegrierter Produktion. CIM Management 1986 z.3 ss.6-12.
34. Aktuelle Entwicklungen im LAN-Bereich. CIM Management 1986 z.3, ss.14-18.
35. Integrierter Einsatz von CAD/CAM in Werkzeug - und Formenbau der Automobilzulieferindustrie. CIM Management 1986 z.3 ss.20-30.
36. Netze in der Fertigung. CIM Management 1986 z.3 ss.30-33.
37. Was ist heute Stand der Technik bei Netzwerk-Herstellern? CIM Management, 1986, z.3, ss.34-49.
38. Strukturierung der Automatisierungssysteme als Voraussetzung von Kommunikationskonzepten in der Praxis. CIM Management, 1986, z.3, ss.50-56.
39. Die Bedeutung der Kommunikationsebene in CIM-Konzept. CIM Management 1986 z.3 ss.57-59.
40. Adressierung in offenen Systemen. CIM Management 1986 z.3, ss.60-65.
41. CIM in Japan. CIM Management 1986 z.3, ss.66-67.
42. Lokale Netze als Grundlage industrieller Kommunikation - MAP und TOP setzen Standards. CIM Management 1986 z.3. ss.68-72.
43. MAP - ein Kommunikationsstandard von General Motors für die automatisierte Fertigung. CIM Management 1986, z.3 ss.74-82.
44. Schubert J. Schultze H.: SINEC schafft offene Kommunikation in allen Automatisierungsbereichen. Siemens. Energie und Automation 1986, z.5, ss.307-309.
45. Waller S.: Die automatisierte Fabrik. Druk specjalny z "VDI-Zeitschrift" 1983r. z.20, ss.838-842.
46. First draft of the study SOFTWARE FOR INDUSTRIAL AUTOMATION, UN Economic and Social Council 27 July 1986.
47. Reuber C.: Mit MAP und Vista auf dem Weg zur automatisierten Fabrik. Messen Prüfen Automatisieren 1986 z.6, s.290.
48. MAP NEWS. Control Engineering 1985 z.10, ss.9-12.
49. Laduzinski A.J.: The MAP to Automation. Control Engineering 1985 z.10, ss.19-20,

50. Crowder R.: The MAP Specification. Control Engineering 1985 z.10, ss.22-25.
51. Ebert D.: Instalng a Broadband Cable System for Local Area Networking. Control Engineering 1985 z.10, ss.28-30.
52. Huber J.C. Local Area Networks for Manufacturing Automation Protocol Control Engineering 1985, z.10, s.31.
53. Mc.Millan A.: MAP Product Testing Gets Under Way. Control Engineering 1985 z.10, ss.39-40.
54. Nelson P.: Buıld Your Factory Floor Communications from a MAP Base. Control Engineering 1985 z.10, ss.44-45.
55. Moon D.: Developing Standards Smooth the Integration of Programmable Factory Floor Divices. Control Engineering 1985, z.10, ss.49-52.
56. Gallagher M.: Low Cost Networking for Islands of Automation. Control Engineering 1985 z.10, ss.56-59.
57. Herbst B. i inni: How to Plan for - and Implement-a MAP Network in Your Plant. Control Engineering 1985 z.10 s.62-64.
58. Me Carthy J.J.: MAP's Impact on Process *plants*. Control Engineering 1985 z.10, ss.67-69.
59. Friscia T.: Connecting to MAP. Control Engineering 1985 z.10, ss.72-73.
60. MAP Products. Control Engineering 1985 z.10, s.77-78,80,82
61. MAP.Manufacturing Automation Protocol. Wyd.Specjalne.
62. MAP. Vendor Participiation 1986, Wyd.specjalne.
63. Gulle A.: Lokale Netze. Automatisierungstechnische Praxis 1986 z.11, s.517-528.
64. Bitbus: plus près du processus. Mesures. 1986 z.15, s.65,66,69,71.
65. Barney C.: 18 Vendors form group to speed open Network. Electronics 1986, z.2 s.21-22.
66. Iversen W.R: MAP Test move to work stations. Electronics 1986 z.13, s.15-16.
67. Barney C.: STARLAN ICs arrive, standard nears. Electronics 1986, z.23, s.20-21.

68. Iversen W.R: With carrier-band chips, MAP will be soon cost less. Electronics 1986, z.30, s.32,36.
69. Lineback J.R: TI pares chip set for IBM Token Ring. Electronics, 1986, z.32, s.33-36.
70. Iversen W.R:Cards is interim solution for modem in MAP Nets. Electronics 1986 z.32 s.36.
71. Iversen W.R: The next step for MAP: fiber-optic networks. Electronics 1986 z.32, s.36-37.
72. Shapiro S.F.: Jumping on the MAP bandwagon: how soon and how for. Computer Design 1986 z.15, s.16-21.
73. Shapiro S.F: LANcontroller converts PC to industrial workstation. Computer Design 1986 z.18, s.107.
74. MAP: hâton-nous lentement. Mesures, 1986 z 15 s.24.
75. Rosenberg R: Data communications. Electronics 1986 z.23 s.88-99
76. A.J.Laduziński, MAP: What's it Worth To You? Control Engineering 1985 z.10.s5.
77. Hardegard E.Cleesson C.Standardzation gives better communication in robot systems. ASEA Journal 1986 z.6 s.8-11.
78. Graube M.: The Carrier Band Network and Mini-MAP: Low-Cost[^] Solutions. Control Engineering 1986, październik wyd.2 str.30-31.
79. Babb M.: High Speed Serial Bus Puts Personal Computer in Distributed Control. Control Engineering 1986, October s.62.
80. Hagar M.L.Jr.: The RS-511 Manufacturing Messaging Service Nears Reality for Layer Seven. Control Engineering, October 1986, 2nd Edition, s.32-34.
81. Merrick A.M.,Gordon M.E.: MAP and the Process Industries. Control Engineering 1986, October, 2nd Edition s.26-27.
82. Morris G., Carter R.: MAP Network Management and Administration. Control Engineering, 1986, October 2nd Edition, s.23-25.

83. Zak M.J.: Migrating Toward MAP. Control Engineering, 1986, October, 2nd Edition, s.20.
84. Crowder R.S., A. MAP/TOP Specification Up-date. Control Engineering 1986, October 2nd Edition s.19-19.
85. Ladúziňsky Alan J. Movement Around MAP Continues to Accelerate. Control Engineering, 1986, October 2nd Edition s.16-17.
86. Informacje o wyrobach MAP. Control Engineering, 1986, October, 2nd Edition s.10-12 i 38-39,
87. Manufacturing Automation Probed Specification, Version 2.1

6. DOKUMENTY NORMALIZACYJNE

- N1. ISO/TC184 N.65. Presentation of MAP, during plenary meeting-Zurich-December 1985.
- N2. ISO/DIS7498. Information processing systems-Open systems interconnection - Basic reference model.
- N3. IEC Publication 955: Process Data Highway, Type C/PROWAY C/ for Distributed Process Control Systems.
- N4. ISO/DIS 8473: Information Processing Systems-Data communications protocol for providing the connectionless-mode network service.
- N5. ISO/DIS 8072: Information processing Systems - Open Systems Interconnections-Transport service definitions, oraz Addendum 1: Connectionless-mode transmission.
- N6. ISO/DIS 8073: Information processing systems - Open systems interconnection-Connection oriented transport protocol specification, oraz Addendum 1: Network connection management subprotocol. Addendum 2:
- N7. ISO/DIS 8326: Information processing systems - Open systems interconnection - Basic connection oriented session service definition.
- N8. ISO/DIS 8327: Information processing systems - Open systems interconnection - Basic connection oriented session protocol specification.
- N9. IEC-44/Secretariat/107. November 1986. Report on ISO/TC184/SC5 Activities.
- N10. Secretariat ISO/TC184 N 84. M.Dureau's report on TC 97 Special Group Meeting on Functional Standards, Berlin 1986-10-15/17.
- N11. ISO/TC184/SC3/WG2-N5. Minutes de la premiere reunion du ISO TC 184/SC3/WG2, le 17-19 septembre, 1986, a Paris, France AFNOR Facilities.

- N12. IEC 65/Secretariat/114. Steering Committee on Industrial Automation /SCIA/. Minutes of the meeting on 3rd and 4th December 1986.
- N13. ISO/TC184/SC1 N36: Resolutions of the 2nd meeting of ISO/TC184/SC1 "Numerical Control of Machines" at 85-09-25 and 85-09-27 in Frankfurt, Germany.
- N14. ISO/TC184/SC1 N37: Report of the second meeting of ISO/TC184/SC1 "Numerical Control of Machines".
- N15. ISO/TC184/SC1 N38: Report of the second meeting of ISO/TC184/SC1/WG1 "Extended Format and Data Structure".
- N16. ISO/TC184/SC1 N39: Report of ISO/184 and IEC/TC44 activities.
- N17. ISO/TC184/SC1 N47: Report from the "Information Technology Advisors Experts Group on Manufacturing" /ITAEG-M/, created by the "Information Technology Steering Committee /ITSTC/ from CEN/CENELEC/CEPT.
- N18. 65C /Central Office/24. Report on the Voting under Six Month's Rule for the approval of Document 65C/Central Office/17: IEC Publication 955: Process Data Highway, Type C /PROWAY C/ for distributed process control systems, together with statements by the Chairmen of Sub-committee 65C and Technical Committee No 65 on the action to be taken as a result of the voting.
- N19. ISO/TC 184/SC3/N38 1987r. The requirements for a global programming language.
- N20. IEC/65C/Germany/2, April 1985. Proposal of the German National Committee for elaborating a Field Bus Standards for industrial process measurement and control.
- N21. IEC/65C/Secretariat/59: July 1986. Field Bus Standard for use in industrial control systems. Functional requirements.