

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP  
Al. Jerozolimskie 202 . 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

OŚRODEK AUTOMATYKI ELEKTRYCZNEJ

074 ZESPÓŁ BUDOWY CYFROWYCH URZĄDZEŃ SYSTEMOWYCH A

Główny wykonawca mgr inż. K. Majdan

Wykonawcy dr inż. A. Syrczyński, mgr inż. K. Majdan,  
mgr inż. M. Słodczyk

Konsultant prof. dr inż. T. Missala

Nr zlecenia 1090

Magistrala i urządzenia  
transmisji PROWAY-C.

Etap 1. ZAŁOŻENIA

Zleceniodawca CPBR 7.2 cel 4/5.

Pracę rozpoczęto dnia 86.10.01

zakończono dnia 87.06.30

Kierownik zespołu

Z-ca Dyrektora  
d/s Automatyki

Kierownik Ośrodka

dr inż. A. Syrczyński

prof. dr inż. T. Missala

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 42

Egz. 1 BOINTE

rysunków 3

Egz. 2 ZAP

fotografii

Egz. 3 ZAP

tabel

Egz. 4 ZAP

tablic 1

Egz. 5 OAE-8

załączników

Egz. 6 OAE-8

Nr rejestr. 5872

### **Analiza deskrytorowa**

URZĄDZENIA AUTOMATYCZNEJ REGULACJI I STEROWANIA:  
KSAP + INTEL DIGIT-PROWAY + ZAŁOŻENIA.

### **Analiza dokumentacyjna**

Założenia magistrali i urządzeń transmisyjnych standardu IEC PROWAY-C do systemu INTEL DIGIT-PROWAY zawierają wymagania techniczne i koncepcje rozwiązań.

### **Tytuły poprzednich sprawozdań**

62-5 Sterowanie i regulacja

UKD

PIAP-252/53-6000

## Spis\_treści

1. Część wstępna
  - 1.1. Przedmiot założeń
  - 1.2. Przeznaczenie urządzeń
  - 1.3. Aktualny stan standaryzacji
  - 1.4. Porównanie standardów IEC PROWAY-A i PROWAY-C
2. Wymagania strukturalne standardu PROWAY-C
  - 2.1. Ogólna struktura
  - 2.2. Klasy stacji
  - 2.3. Transakcje
  - 2.4. Warstwy
  - 2.5. Warstwa połączeń logicznych PLC
  - 2.6. Warstwa dostępu MAC
  - 2.7. Warstwa fizyczna PHY
  - 2.8. Medium transmisyjne
3. Wymagania funkcjonalne standardu PROWAY-C
  - 3.1. Wprowadzenie
  - 3.2. Zastosowania i główne parametry
  - 3.3. Urządzenia obsługiwane przez magistralę
  - 3.4. Systemy obsługiwane przez magistralę
  - 3.5. Wymagania eksploatacyjne
  - 3.6. Wymagania bezpieczeństwa
  - 3.7. Wymagania w środowisku przemysłowym
  - 3.8. Dyspozycyjność
4. Założenia na pakiet transmisji MK-50
  - 4.1. Aktualny stan bazy elementowej
  - 4.2. Stan techniki światowej
  - 4.3. Możliwości realizacji pakietu MK-50
  - 4.4. Koncepcja pakietu MK-50 z programową realizacją protokołu.

5. Założenia na warstwę fizyczną PHY w pakiecie MK-50

5.1. Ogólna charakterystyka układów transmisyjnych

5.2. Topologia sieci

5.3. Funkcje warstwy fizycznej PHY

5.4. Struktura i parametry sygnału szeregowego

6. Założenia na wielodostępną magistralę sieciową MK-02

6.1. Budowa

6.2. Podstawowe dane techniczne składników magistrali

6.3. Instalacja kablowa

6.4. Redundancja magistrali

6.5. Wymagania środowiskowe

6.6. Przewidywane parametry użytkowe magistrali

6.7. Ocena porównawcza sieci PROWAY

7. Potrzeby w zakresie importowanej aparatury kontrolno-pomiarowej

8. Wnioski dotyczące realizacji celu.

Załącznik - pismo PIAP symbol OAE/204/87 z dnia 87.02.20.

## 1. Część wstępna

### 1.1. Przedmiot założeń

Przedmiotem niniejszych założeń jest realizacja połączonych celów 4 i 5 w ramach CPBR 7.2 o nazwie "Magistrala i urządzenia transmisji PROWAY-C".

Uzasadnienie połączenia celu 4 "Magistrala PROWAY" obejmującego pakiet transmisyjny MK42 i magistralę MK02 /wg. protokołu IEC PROWAY-A/ i celu 5 "Urządzenie transmisji PROWAY-C" przewidującego opracowanie pakietu transmisji MK50, znajduje się w piśmie PIAP do ZAP nr OAE/204/87 z dnia 87.02.20, które stanowi załącznik nr 1 do założeń. Zostało uzgodnione, że Zrzeszeniem MERA, że w/w zmiana celów 4 i 5 zostanie dokonana w punkcie kontrolnym nr 1.

W związku z tym w ramach nowego celu mają być opracowane:

- magistrala MK02
- pakiet transmisji MK50
- urządzenie uruchomieniowo-testujące składające się na sieć lokalną dla zastosowań przemysłowych, zgodną ze standardem IEC PROWAY-C.

#### Uwagi

1. Założenia niniejsze mają charakter wstępny.

Szereg podanych oszacowań wynika wyłącznie z danych literaturowych i wstępnego rozeznania.

Za wiążące należy traktować wymagania standardu PROWAY-C, którego najbardziej istotne postanowienia zamieszczono w rozdziałach 2 i 3.

2. Standard IEC PROWAY-C obejmuje dwie najniższe warstwy 1 i 2 modelu OSI sieci otwartych ISO. Warstwy wyższe nie są objęte standardem IEC PROWAY-C i nie są objęte celem 4/5 CPBR 7.2. Jak wynika z informacji literaturowych podwarstwa PLC warstwy 2 wg. standardu PROWAY-C może współpracować bezpośrednio z warstwą 7 modelu OSI, tak że warstwy 3...6 pozostają puste przy realizacji transmisji według tego standardu.

## 1.2. Przeznaczenie urządzeń

Przeznaczeniem urządzeń MK02 i MK50 jest kompletowanie sieci lokalnych do przemysłowych aplikacji zdecentralizowanego mikroprocesorowego systemu automatyki kompleksowej INTEL DIGIT-PROWAY, oraz na wyższym szczeblu tworzenie systemów automatyzacji produkcji wg. standardu MAP.

Urządzenia MK02 i MK50 mają w latach 90-tych zastąpić w systemie INTEL DIGIT-PROWAY urządzenia transmisji wg. protokołu IEC PROWAY-A, których opracowanie ma być ukończone w bieżącym roku, w ramach CPBR 7.2 cel 2 i wdrożone do produkcji w ZAP.

Wielodostępna magistrala sieciowa MK02 będzie służyła do powiązania stacji /w maksymalnej liczbie 100/ we wspólną sieć lokalną.

Pakiet transmisyjny MK50 będzie służyć do wykonania całości zadań obsługi transmisji. Będzie on sprzęgał warstwę użytkownika PROWAY /reprezentowaną przez pakiet jednostki centralnej stacji/ z identycznymi warstwami użytkownika każdej innej stacji za pomocą mechanizmów protokołu komunikacyjnego PROWAY-C.

Urządzenia uruchomieniowo-testujące będą służyły do produkcyjnego uruchamiania pakietu MK50, uruchamiania systemów na obiekcie i do serwisu.

## 1.3. Aktualny stan standaryzacji

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna IEC, w swoim podkomitecie 65C, w latach 1979 do 1985 opracowała standard sieci lokalnej dla zastosowań przemysłowych, w dwóch wersjach PROWAY-A i PROWAY-B różniących się nieznacznie formatem ramki. Ze względu na niewystarczające poparcie i zgłoszone przez kilka krajów zastrzeżenia IEC postanowiło w 1986r. zakończyć pracę nad tymi wersjami w formie raportu nie nadając numeru standardu.

Opracowane w PIAP urządzenia transmisyjne, magistrala MK01, pakiety MK30 i MK40, wykorzystujące standard PROWAY-A, ale ze względu na braki bazy elementowej w PRL nie są w pełni zgodne z tym standardem.

Odstępstwa dotyczą w magistrali MK01 i w pakiecie MK30: stosowania impulsowego sygnału napięciowego w linii zamiast sygnału modulowanej częstotliwości, zwiększenia liczby elementów synchronizacyjnych w przesyłce, wprowadzenia zamiast modulacji Manchester, różnicowej modulacji Manchester. Odstępstwa pakiecie MK40 dotyczą zwiększenia czasów odpowiedzi stacji.

W styczniu 1984r. podkomitet 65C opublikował wstępny projekt nowego standardu PROWAY-C jako sieci lokalnej dla zastosowań przemysłowych. Projekt wykorzystywał standardy krajowe USA - IEEE 802.2 i 802.4 przy czym PROWAY-C rozszerza standard IEEE o mechanizmy i właściwości konieczne dla sieci przemysłowej. Zostały one ustalone wcześniej - przy pracy nad standardem PROWAY-A. Następnie w styczniu 1986r. opublikowano projekt tegoż standardu jako dokument 65C /Central Office/17 i zgodnie z decyzją podjętą na posiedzeniu podkomitetu 65C w maju 1985r. skierowano projekt do komitetów krajowych pod głosowanie. Wyniki głosowania opublikowano w maju 1987r. Za przyjęciem standardu wypowiedziało się 18 państw, w tym USA i wszystkie kraje demokracji ludowych biorące udział w pracach podkomitetu, tj. Chiny, Czechosłowacja, NRD, Polska i Rumunia. Przeciwno przyjęciu standardu wypowiedziało się 5 państw: Francja, RFN, Norwegia, Wielka Brytania i ZSRR. W związku z wynikami przewodniczący komitetu 65 podjął decyzję opublikowania standardu PROWAY-C jako standardu IEC nr 955. Ponieważ uwagi zgłoszone przez poszczególne komitety krajowe i przyjęte przez podkomitet 65C mają charakter tylko formalny i redakcyjny posiadany dokument 65C /Central Office/17 może stanowić podstawę realizacji urządzeń w celu 4/5, to jest magistrali MK02 i pakietu MK50.

#### 1.4. Porównanie standardów IEC PROWAY-A i PROWAY-C

Brak niestety dokumentu IEC na ten temat, co jest o tyle ważne, że przygotowanie obu standardów było prowadzone w tej samej grupie roboczej WG 6 podkomitetu 65C i materiał źródłowy miałby największą wartość.

Brak także informacji na ten temat w literaturze.

Z porównania treści dokumentów normalizacyjnych wynika bardzo wiele elementów wspólnych. Są nimi:

- identyczna warstwa fizyczna i medium transmisyjne, sygnał w linii, jego modulacja, zalecenia wyboru kabli, długość magistrali 2000m, maksymalna ilość stacji 100,
- ta sama wyznacznikowa metoda dostępu do magistrali,
- te same trzy typy transakcji dostępnych dla użytkownika,
- identyczna szybkość transmisji 1 Mbit/s,
- identyczna wynikowa stopa błędów  $3 \times 10^{-15}$
- zbliżony czas dostępu stacji do magistrali, trudno porównywalny bo określony w obu standardach dla innych warunków ruchu.

Zasadniczo różnią się oba standardy modelem organizacji wewnętrznej stacji, sposobem adresowania, formatem przesyłek protokołem komunikacyjnym. Czynniki te są znacznie bardziej złożone w PROWAY-C.

W standardzie PROWAY-C rozszerzono pojemność adresowania, co pozwala na bezpośrednie adresowanie stacji w dużych sieciach, wprowadzono dodatkowe adresowanie grupowe /poza indywidualnym i globalnym/ oraz wprowadzono mechanizm priorytetowania zgłoszeń użytkownika - co skraca czas dostępu dla najważniejszych przesyłek. Zwiększono także efektywność zabezpieczenia kodowego transmisji. Wszystkie te uzupełnienia zostały dokonane kosztem czasu trwania przesyłki i znacznego skomplikowania urządzeń.

W sumie brak wyraźnego wskazania, że któryś z tych standardów jest lepszy, czy bardziej przydatny do określonych grup zastosowań.

Na korzyść standardu PROWAY-C przemawia obecnie wykorzystanie go jako magistrali niższego szczebla w systemie MAP. Ponadto rozpowszechnienie standardu IEEE 802.4 i produkcja układów scalonych oraz urządzeń transmisyjnych tego standardu zwiększyły poparcie dla PROWAY-C.



## 2. Wymagania strukturalne standardu IEC PROWAY-C

### 2.1. Ogólna struktura

Standard PROWAY-C ną sieć lokalną dla zastosowań przemysłowych-dokument 65C /Central Office/17 został opracowany przez IEC na podstawie standardów krajowych USA - IEEE 802.1, 802.2, 802.4. Odpowiada także normom ISO/DIS 8802/1, 8802/2, 8802/4.

W tym rozdziale zostaną omówione zasadnicze wymagania strukturalne standardu. Są one częścią wymagań technicznych dla pracy. Standard określa elementy niezbędne dla dołączenia stacji do sieci lokalnej stosującej wyznacznikową metodę dostępu do magistrali /Token Bus Access/ pracującej w warunkach otoczenia przemysłowego.

Elementami tymi są:

- charakterystyki elektryczne i fizyczne medium transmisyjnego,
- metody transmisji sygnałów elektrycznych stosowane przez protokół fizyczny,
- usługi i sygnały przekazywane przez interfejs między warstwą fizyczną i warstwą dostępu do medium,
- formaty przesyłanych przesylek,
- protokół wyznacznikowe<sup>90</sup> dostępu do medium,
- usługi przekazywane przez interfejs logiczny między warstwą dostępu do medium a warstwą połączeń logicznych,
- protokół połączeń logicznych PROWAY
- usługi przekazywane przez programowy interfejs między użytkownikiem systemu PROWAY a warstwą połączeń logicznych,
- zarządzanie stacjami PROWAY.

W standardzie funkcje stacji są określone za pomocą modelu warstwowego pokazanego na rys.1. Rysunek pokazuje numery części standardu określających interfejsy między warstwami i określających zadania poszczególnych warstw.

Pokazana jest także relacja między warstwami - częściami standardu a warstwami modelu OSI/ISO.

### 2.2. Klasy stacji

Standard definiuje trzy klasy stacji:

- stacja inicjująca INITIATOR, wykonuje wszystkie funkcje automatu stanów lokalnych i funkcje przyjmujące automatu stanów oddalonych,

- stacja odpowiadająca RESPONDER, wykonuje wszystkie funkcje automatu stanów oddalonych i nie wykonuje funkcji automatu stanów lokalnych. Proste urządzenia, takie jak przyrządy, mogą być dołączane do magistrali jako stacje odpowiadające,
- stacja inicjująco-odpowiadająca INITIATOR/RESPONDER wykonuje wszystkie funkcje zarówno automatu stanów lokalnych jak i automatu stanów oddalonych.

Standard zawiera szereg opcji. Konkretna realizacja systemu musi określać które opcje w poszczególnych typach stacji są spełniane.

### 2.3. Transakcje

Magistrala PROWAY wykonuje następujące rodzaje usług dla użytkownika:

- SDA - przesłanie danych z potwierdzeniem, z jednej stacji lokalnej /inicjującej/ do jednej stacji oddalonej /odpowiadającej/. Transakcja stosuje protokół potwierdzający z natychmiastową odpowiedzią.;
- SDN - przesłanie danych bez potwierdzenia do jednej, kilku lub wszystkich stacji oddalonych /odbierających/. Ten typ transakcji ma mniejszy stopień zabezpieczenia;
- RDR - żądanie danych z odpowiedzią; jedna stacja, lokalna żąda danych, uprzednio przygotowanych, z jednej stacji oddalonej. Transakcja stosuje protokół potwierdzający z natychmiastową odpowiedzią.

### 2.4. Warstwy

Magistrala PROWAY-C ma trzy warstwy funkcjonalne:

- PLC - podwarstwa połączeń logicznych PROWAY,
- MAC - podwarstwa dostępu do medium transmisyjnego/,
- PHY - warstwa fizyczna.

Pierwsze dwie łącznie odpowiadają warstwie 2 - łącza danych modelu OSI/ISO. Warstwa fizyczna odpowiada warstwie 1 tegoż modelu. W dalszym tekście podwarstwy PLC i MAC będą nazywane skrótowo warstwami.

## 2.5. Warstwa połączeń logicznych PLC

Funkcje warstwy zostały wymienione w p. 2.3 jako typy transakcji wykonywanych przez PROWAY dla użytkownika. Warstwa PLC jest logicznie podzielona na dwa automaty:

- automat stanów lokalnych,
- automat stanów oddalonych.

Automat stanów lokalnych obsługuje wszystkie żądania od lokalnego użytkownika i potwierdzenia dla niego. Żądania powodują transmisję odpowiednich przesyłek.

Funkcje automatu stanów lokalnych obejmują:

- przyjmowanie żądań lokalnego użytkownika i anulowanie żądań przedawnionych,
- wytworzenie ramek żądań,
- przyjmowanie ramek odpowiedzi,
- wydawanie potwierdzeń do lokalnego użytkownika i anulowanie potwierdzeń przedawnionych.

Automat stanów oddalonych przekazuje wskazówki dla użytkownika oddalonego, zarządza wielodostępnymi obszarami danych i przekazuje otrzymane dane do automatu stanów lokalnych.

Funkcje automatu obejmują:

- przyjmowanie ramek, żądań,
- kierowanie wskazówek do oddalonego użytkownika,
- wytwarzanie ramek odpowiedzi,
- akceptacja poleceń oddalonego użytkownika o aktualizacji wielodostępnych obszarów danych,
- kierowanie potwierdzeń do użytkownika oddalonego.

## 2.6. Warstwa dostępu MAC

Warstwa dostępu realizuje sekwencyjny dostęp stacji do wielodostępnej magistrali w ten sposób, że przekazuje sterowanie magistralą od stacji do stacji w sposób cyrkulacyjny. Warstwa określa uprawnienie stacji do sterowania magistralą przez rozpoznanie i przyjęcie wyznacznika dostępu z poprzedniej stacji. Określa także kiedy wyznacznik musi być przekazany do następnej stacji.

11

### 2.6.1. Zasada wyznacznikowej metody dostępu /Token Bus Access/

- 1/ Wyznacznik określa prawo dostępu do magistrali.  
Stacja posiadająca wyznacznik steruje magistralą.
- 2/ Wyznacznik jest przekazywany między stacjami dołączonymi do magistrali. Przekazywanie wyznacznika od stacji do stacji tworzy logiczny pierścień stacji.
- 3/ Operacje mają charakter stanów ustalonych. Cykl dla jednej stacji składa się z fazy przekazu danych i fazy przekazu wyznacznika.
- 4/ Funkcje utrzymania logicznego pierścienia wykonywane są przez każdą stację i obejmują: inicjalizację pierścienia, odtworzenie zagubionego wyznacznika, dodanie nowej stacji do pierścienia i stałe utrzymanie ruchu wyznacznika.

Wielodostępne media transmisyjne mogą być zaliczane do dwóch kategorii - rozgłoszeniowej i sekwencyjnej. Standard PROWAY stosuje wyłącznie medium rozgłoszeniowe. W tej kategorii każda stacja odbiera wszystkie nadawane sygnały. Media tego typu są zazwyczaj konfigurowane w postaci magistrali. Metoda wyznacznikowa jest zawsze sekwencyjna w sensie logicznym. Podczas normalnej pracy, złożonej z operacji o charakterze stanów ustalonych, prawo dostępu przechodzi od stacji do stacji. Prawo to otrzymują tylko stacje inicjujące, uczestniczące w pierścieniu logicznym. Natomiast stacje wyłącznie odpowiadające nie otrzymują nigdy wyznacznika i nie inicjują transakcji na magistrali.

### 2.6.2. Struktura i podział funkcji warstwy dostępu MAC

Warstwa dostępu wykonuje szereg luźno związanych ze sobą funkcji, za pomocą czterech asynchronicznych automatów - przedstawionych na rys.2 we wzajemnym powiązaniu.

Automat interfejsu IFM pełni rolę interfejsu i bufora między warstwami PLC a MAC oraz między blokiem zarządzania stacją a warstwą MAC. Automat interpretuje wszystkie instrukcje wejściowe i generuje odpowiadające im instrukcje wyjściowe. Dalej kolejkuje żądania obsługi zdarzeń wysyłanych do warstwy PLC. Dokonuje rozpoznania adresu własnego stacji i wybiera tylko przesyłki adresowane do tej stacji. Wreszcie generuje odpowiedzi natychmiastowe żądane przez stację inicjującą.

12

Automat sterowania dostępem ACM współpracuje z odpowiadającymi blokami ACM innych stacji w celu wspólnej kontroli transmisji po magistrali. W szczególności:

- zarządza klasami dostępu realizując różne poziomy "jakości usługi" dla warstwy PLC,
- oczekuje na odpowiedź lub potwierdzenie wysłanej przesyłki ze stacji oddalonej,
- powtarza nadanie przesyłki w razie braku odpowiedzi określoną ilość razy,
- inicjalizuje i utrzymuje logiczny pierścień obiegu wyznacznika,
- stwierdza i przekazuje informację o zmianach w liście stacji wymieniających wyznacznik,

Blok ACM nie występuje w stacji odpowiadającej.

Odbiornik RxM przyjmuje elementy sygnału z warstwy fizycznej i tworzy z nich ramki odebrane. W ramach tego zadania rozpoznaje znacznik początkowy i końcowy przesyłki, sprawdza sumę kontrolną i strukturę ramki.

Nadajnik TxM przyjmuje ramki danych z bloku ACM i nadaje je jako sekwencję elementów sygnałowych do warstwy fizycznej, wraz z niezbędnym uzupełnieniem o składniki brzegowe - początek, sumę kontrolną i zakończenie przesyłki.

## 2.7. Warstwa fizyczna PHY

Warstwa dokonuje kodowania i modulacji ramek otrzymywanych w postaci szeregowej z warstwy MAC przy nadawaniu i odpowiednio demodulacji i dekodowania ramek przy odbiorze.

Podstawowe wymagania są następujące:

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

13

## 2.8. Medium transmisyjne

Standard wymaga użycia jako magistrali kabla współosiowego o impedancji 75om, niskiej tłumienności.

Standard określa konkretne typy kabli wg. oznaczeń amerykańskich.

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 i rozgałęźników.

Nie są dopuszczone aktywne powtarzacze sygnału.

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

## 3. Wymagania funkcjonalne standardu PROWAY-C

Niniejszy rozdział podaje ogólne wymagania funkcjonalne zamieszczone w rozdziale 1 standardu IEC. Stanowią one dalszą część wymagań technicznych na urządzenia, które będą opracowane w celu 3.

### 3.1. Wprowadzenie

Standard PROWAY-C określa protokoły, interfejsy i media dla warstw 1 i 2 modelu ISO. Zgodność ze standardem i odpowiednimi standardami wyższych warstw umożliwi współpracę urządzeń różnych producentów na wielodostępnej magistrali w systemie PROWAY. Standard jest dostosowany do systemów sterowania zarówno procesów ciągłych jak i dyskretnych nieciągłych, we wszelkich dziedzinach przemysłu. Przemysłowy system sterowania różni się od innych komputerowych sieci czasu rzeczywistego tym, że wyjścia systemu przemysłowego powodują przemieszczanie materiałów lub energii.

Standard PROWAY-C stosuje transmisję szeregową po pojedynczej wielodostępnej linii transmisyjnej wykonanej z kabla koncentrycznego. Przyszłe rewizje standardu mogą dopuścić inne media transmisyjne, np. światłowody.

Uwaga: Część wymagań standardu PROWAY-C nie jest zgodna z aktualnymi normami krajowymi i publikacjami IEC. Dotyczy to m.inn. punktu 3.7.1 w stosunku do publikacji IEC 801. Te niezgodności będą wyjaśniane w toku pracy, a ostateczne postanowienia będą 14

### 3.2. Zastosowania i główne parametry

Charakterystyki magistrali powinny zapewniać jej optymalne właściwości dla zastosowań przemysłowych, zarówno dla procesów ciągłych jak i dyskretnych. Magistrala przemysłowa powinna spełniać następujące wymogi:

- komunikacja jest inicjowana zdarzeniami i musi zapewniać szybkie reagowanie na zdarzenia,
- mieć bardzo wysoką dyspozycyjność,
- umożliwiać bardzo duże scalenie informacji,
- prawidłowo działać w warunkach oddziaływań elektromagnetycznych i przy występowaniu różnic potencjałów uziemień,
- stosować wydzielone linie transmisyjne w obrębie zakładu.

Aby zapewnić szerokie zastosowanie magistrali w przemyśle musi ona spełniać wymogi techniczno-ekonomiczne w różnorodnych warunkach:

- dla małych i dużych strumieni informacji,
- w pomieszczeniach sterowni, jak i w warunkach narażeń na obiekcie,
- w obiektach małych jak i wielkich.

Podstawowe dane techniczne magistrali PROWAY-C są następujące:

Ilość stacji  $\leq 100$

Długość magistrali  $\leq 2000$  m

Przepływność binarna  $1$  Mbit/s

Elementowa stopa błędów  $< 1 \times 10^{-8}$

Wynikowa stopa błędów  $< 3 \times 10^{-15}$

Długość bloku danych użytkownika w przesyłce  $\leq 1000$  bajtów

Szybkość przekazu danych  $\geq 3 \times 10^5$  bit/s

Czas dostępu przy najwyższym priorytecie  $\leq 10$  ms.

### 3.3. Urządzenia obsługiwane przez magistralę

Magistrala powinna zapewniać komunikację między urządzeniami automatyki przemysłowej. Optymalne charakterystyki systemu osiąga przy komunikacji między inteligentnymi urządzeniami automatyki. Magistrala PROWAY-C nie jest przewidziana jako optymalna sieć komputerowa. Tym nie mniej dowolne urządzenia mogą wymieniać dane między sobą, jeżeli tylko spełniają wymagania standardu.

Magistrala powinna łączyć ze sobą zarówno stacje o pełnych funkcjach /INITIATOR/ jak i stacje uproszczone /RESPONDER/. Proste aparaty mogą być dołączane do magistrali jako stacje odpowiadające /RESPONDER/.

### 3.4. Systemy obsługiwane przez magistralę

Przy pomocy magistrali PROWAY-C powinny być realizowane systemy automatyki scentralizowane, decentralizowane, hierarchiczne i ich kombinacje.

Magistrala powinna zapewniać transmisję danych związanych ze zdarzeniami na obiekcie w ich skali czasu. Normalny tryb pracy magistrali polega na wykonywaniu zlecanych transakcji złożonych z pary przesyłek.

Po każdej przesyłce inicjującej następuje natychmiast związana z nią przesyłka odpowiedzi lub potwierdzenia. Dowolne dwie stacje spośród wszystkich dołączonych do magistrali mogą wymieniać dane między sobą, bez pośrednictwa lub współdziałania innych stacji.

Systemy automatyki obsługiwane przez magistralę mogą podlegać rekonfiguracji podczas pracy, a zatem wymagać rekonfiguracji magistrali. W czasie rekonfiguracji dopuszczone jest tylko przejściowe zakłócenie transmisji.

Magistrala musi wykryć takie zakłócenie i musi przywrócić normalną pracę w czasie odpowiadającym charakterowi aplikacji. Przykładami rekonfiguracji są: wydłużenie, skrócenie lub zmiana trasy magistrali oraz dołączenie lub odłączenie stacji.

### 3.5. Wymagania eksploatacyjne

Magistrala musi umożliwiać wykonanie testów i diagnostyki uszkodzeń w czasie pracy i musi integralnie zawierać środki do tego celu. Każda stacja musi wykonywać przejścia między swoimi stanami bez żadnego przekłamania w przesyłkach wymienianych między innymi stacjami. Przykładami zmiany stanu stacji są: dołączenie i odłączenie od linii, załączenie i wyłączenie zasilania, gotowość i niegotowość, zajętość i niezajętość, praca lokalna /testowanie "na siebie" i współpraca z linią.



### 3.6. Wymagania bezpieczeństwa

#### 3.6.1. Uszkodzenia elektryczne

Wszystkie urządzenia magistrali muszą być odporne na przebiecia elektryczne, odpowiednio do zastosowań.

Przyłożenie potencjału przebiecia do wejścia liniowego nie może spowodować uszkodzenia tego urządzenia lub innego urządzenia dołączonego do linii transmisyjnej, bądź wreszcie stanowić niebezpieczeństwa dla obsługi. Standard IEC PROWAY-C rozróżnia trzy klasy instalacji i odporności na przebiecia:

- a/ poziom odporności na przebiecia jest równy napięciu sieci energetycznej w obszarze przez który przebiega linia transmisyjna,
- b/ poziom odpowiada impulsom o amplitudzie 2,5 kV z czasem narastania 1  $\mu$ s i czasem zaniku 50  $\mu$ s,
- c/ poziom odpowiada potencjałowi generowanemu przez wyładowanie atmosferyczne w umownej odległości od linii transmisyjnej. Typowy impuls ma wartość prądową 5 kA, czas narastania 10  $\mu$ s i czas opadania do połowy 20  $\mu$ s.

Dla niniejszych założeń przyjmuje się jako minimalne wymaganie klasę a, z zaleceniem spełnienia wymagań również klasy b.

#### 3.6.2. Zagrożenie wybuchowe

Dokumentacja urządzeń magistrali powinna zawierać stwierdzenia dotyczące stosowania w atmosferze zagrożonej wybuchem. Dostawca musi określić której klasie odpowiada dany sprzęt:

- a/ nie przeznaczony do atmosfery wybuchowej,
- b/ wykonanie przeciwwybuchowe,
- c/ wykonanie iskrobezpieczne,
- d/ wykonanie iskrobezpieczne bez atestu.

Dla wykonania b/ i c/ urządzenia muszą być zaopatrzone w atest. Dla niniejszych założeń przyjmuje się wykonanie a.

### 3.7. Wymagania związane z pracą w środowisku przemysłowym

#### 3.7.1. Kompatybilność elektromagnetyczna

Poziom odniesienia szumu indukowanego w kablu magistrali, w typowych warunkach przemysłowych, wynosi 0 dBmV w paśmie od 3 do 7 MHz.

Natężenie pola elektromagnetycznego może wynosić 2 V/m w paśmie od 10 kHz do 30 MHz i 5 V/m w paśmie od 30 MHz do 1 GHz.

Typowe różnice potencjałów względem ziemi mogą wynosić:

- a/ dla linii transmisyjnej przebiegającej wyłącznie w strefie chronionej - poniżej 10 Vpp /wartość międzyszczytowa/ dla częstotliwości do 400 Hz,
- b/ dla linii transmisyjnej narażonej na warunki przemysłowe poniżej 50 Vpp dla częstotliwości do 400 Hz,
- c/ dla linii transmisyjnej narażonej na ciężkie warunki przemysłowe, np. w elektrowniach, do 1000 Vpp, dla częstotliwości do 10 MHz.

#### 3.7.2. Elementowa stopa błędu

Magistrala zainstalowana w przeciętnych warunkach przemysłowych powinna zapewniać elementową stopę błędów nie większą od  $1 \cdot 10^{-8}$ . Producent powinien dostarczyć wykres zależności elementowej stopy błędu od poziomu szumu, różnicy potencjałów ziemi, przepływności binarnej i innych czynników.

#### 3.7.3. Wynikowa stopa błędu

Wynikowa stopa błędu magistrali nie powinna przekraczać  $3 \cdot 10^{-15}$  przy elementowej stopie błędu równej  $1 \cdot 10^{-6}$ . Producent powinien dostarczyć wykres zależności wynikowej stopy błędu od elementowej stopy błędu.

#### 3.7.4. Czas dostępu

Czas dostępu do magistrali nie powinien przekraczać 10 ms dla przesyłki o najwyższym priorytecie przy dowolnym zestawie warunków ekwiwalentnym poniższym:

- długość magistrali 2000 m,
- przepływność binarna 1 Mbit/s,

- 20 stacji uczestniczy w wymianie wyznacznika,
- 10 stacji inicjuje równocześnie przesyłki typu SDA ze średnią długością pola danych 16 bajtów,
- adresy 16-bitowe,
- w czasie każdego obiegu wyznacznika zdarza się nie więcej niż 1 błąd.

Przy danych: przepływności binarnej, stopie błędu, długości adresu i opóźnieniu propagacji czas dostępu zależy od liczby stacji wymieniających wyznacznik, zgłoszonego obciążenia o najwyższym priorytecie i długości ramek.

### 3.7.5. Czas transakcji

Czas transakcji dla zleceń typu SDA lub RDR zależy od kolejki zleceń w stacji inicjującej, czasu dostępu do magistrali, długości bloku danych i ustalonej liczby powtórzeń.

Czas transakcji zleconej z najwyższym priorytetem nie powinien przekraczać 20 ms.

Producent powinien dostarczyć informacje o zależnościach średniego i maksymalnego czasu dostępu oraz czasu transakcji od konfiguracji magistrali, obciążenia, priorytetów i innych czynników.

### 3.8. Dyspozycyjność

Pojedyncze uszkodzenie dowolnej części dowolnego urządzenia, stanowiącego część magistrali lub dołączonego do magistrali, nie może spowodować przerwania pracy całego systemu automatyki lub spełniania jego funkcji, za wyjątkiem tych funkcji w których uszkodzone urządzenie bezpośrednio uczestniczy.

Właściwości magistrali muszą umożliwiać budowę przemysłowych systemów automatyki tolerujących uszkodzenia jednej linii transmisyjnej lub uszkodzenie jednej stacji bez utraty funkcji komunikacyjnej i bez potrzeby zmiany konfiguracji. Magistrala musi zapewniać możliwość wydawania użytkownikom jej wewnętrznego stanu i błędów.

Magistrala musi mieć zdolność automatycznego powrotu do normalnej pracy po usunięciu normalnie występujących uszkodzeń. Magistrala musi realizować zdalne sterowanie pracą stacji, obejmujące: ładowanie, uruchomienie, zatrzymanie, przeładowanie i zerowanie dowolnej stacji.

#### 4. Założenia na pakiet transmisji MK 50

Pakiet transmisji MK 50 ma być docelowo, czyli w wersji przeznaczony do produkcji, jednopłytkowym pakietem systemu INTEL DIGIT-PROWAY, wykonującym całość zadań obsługi transmisji na stacji i ma być wykonany i funkcjonować zgodnie ze standardem IEC PROWAY-C.

W niniejszym rozdziale zostaną omówione zagadnienia realizacji i założenia warstw wyższych PLC, MAC oraz całości pakietu. Natomiast założenia warstwy fizycznej PHY są przedmiotem następnego rozdziału.

Ogólnie rzecz biorąc podstawowym zagadnieniem realizacji urządzenia transmisyjnego do standardu PROWAY-C jest baza elementowa, czyli posiadanie układów scalonych wielkiej skali integracji wykonujących zadania protokołu. Znaną rozwiązaniem urządzeń transmisyjnych do sieci lokalnych składają się zawsze z wewnętrznego mikrokomputera nadrzędnego, wykonującego zadania organizacyjne /wyższe/, głównie interfejsu programowego między PROWAY a użytkownikiem i specjalizowanego scalonego komputera komunikacyjnego - wykonującego bardzo szybko, w znacznej mierze nieprogramowo, zadania protokołu w obrębie warstw PLC i MAC.

Mikrokomputer komunikacyjny może być w różny sposób dołączony do mikrokomputera nadrzędnego i wspólnych zasobów. Może to być realizacja jako koprocessor, jako kanał DMA, wreszcie sprzężenie przez szybką pamięć buforową.

Mikrokomputer komunikacyjny jest układem bardzo złożonym, zawierającym zarówno układy typowe dla procesora, w celu obsługi danych /wielobitowych/ protokołu jak i układy logiczne działające na sygnałach bitowych, które pracują autonomicznie. Całość jest wykonana w technologiach bardzo szybkich.

W kraju dotychczas nie podejmowano zadań takiej miary i nie ma potencjału /placówki/ zdolnej takie zadanie wykonać.

##### 4.1. Aktualny stan bazy elementowej

Do chwili obecnej nie udało się znaleźć informacji w czasopiśmie i katalogach dotyczącej opracowania i produkcji układów scalonych VLSI do standardów PROWAY-A i PROWAY-C. Natomiast kilka firm produkuje układy do standardu IEEE 802.4 bądź zbliżone. Są to układy: Token Bus Handler i Token Bus Modem firmy INTEL, stosowane w pakiecie.

komunikacyjnym do systemu MAP typu iSXM554, oraz WD2840 firmy Western Digital i COM 9026 firmy Standard Microsystems.

Ponieważ standard PROWAY-C ma szereg rozwiązań nowych i opcjonalnych, które nie występują w standardzie IEEE 802.4 nie można traktować powyższych układów jako spełniających wymagania PROWAY-C. W komentarzu Podkomitetu SC 65C było wspomiane, że grupa robocza rozszerzyła wymagania standardu IEEE 802.4 do potrzeb systemu PROWAY, tj. do wymagań ogólnych systemu, które powstały wcześniej i były wykorzystane również do opracowania standardu PROWAY-A.

W krajach socjalistycznych dotychczas nie są produkowane układy scalone do standardu i nie są znane zamierzenia., W ostatnim czasie podjęto starania rozwiązania problemu układów scalonych do PROWAY-C na drodze umowy dwustronnej z ELEKTRONMASZ /ZSRR/.

#### 4.3. Stan techniki światowej

Wprawdzie nie ma jeszcze informacji o produkcji urządzeń automatyki wg. standardu PROWAY-C, ale aktualny stan można przedstawić na przykładzie pakietu transmisyjnego do standardu IEEE 802.4 firmy INTEL, typu iSXM 554, z roku 1986. Firma INTEL produkuje również dwa typy pakietów transmisyjnych /wg. standardu IEEE 802.3/ stosującego metodę detekcji kolizji przesyłek. Są to typy iSBC 552 oraz iSXM 552. Struktura wszystkich tych pakietów jest bardzo zbliżona, poza układami bezpośrednio realizującymi protokół transmisyjny.

Wspólną cechą pakietów jest także to, że realizują sprzętowo zadania najniższych dwóch warstw 1 i 2 modelu ISO, a programowo również i warstw wyższych.

Strukturę pakietu iSXM 554 o pełnej nazwie iSXM 554 MAP COMMUNICATIONS ENGINE przedstawiono na rys.2.

Zadaniem pakietu jest połączenie stacji lokalnej zawierającej urządzenia pracujące na magistrali MULTIBUS z siecią lokalną MAP/IEEE 802.4. Pakiet wykonuje całość zadań komunikacyjnych i uwalnia procesor użytkownika od tych zadań. Procesor użytkownika może pracować pod dowolnym systemem operacyjnym, gdyż w pakiecie jest oprogramowanie firmowe aż do warstwy 4 - transportu wg. modelu ISO.

Współpraca z procesorem użytkownika odbywa się na wysokim poziomie rozkazów warstwy 4. W wyniku tego pakiet może sprzęgać stację z magistralą o szybkości transmisji 10 Mbit/s.

Siecią tą jest magistrala szerokopasmowa systemu MAP, o nazwie "IEEE 802.4, Token Bus 10 Mbps. Broadband."

Pakiet stosuje mikroprocesor typu 80186, podobnie jak wszystkie inne "maszyny komunikacyjne" firmy INTEL. Pojemność pamięci ma pakiecie i jego moc obliczeniowa pozwalają umieścić również oprogramowanie systemu MAP dla warstw 5-7.

Pamięć danych ma pojemność 256 KB, z czego połowa 128 KB jest dostępna również z magistrali MULTIBUS i stanowi jedno ze sprzężeń między pakietem a procesorem użytkownika. Dwudostępność pamięci zmniejsza, bądź nawet eliminuje konieczność dostępu pakietu do magistrali. Mimo to pakiet ma drugą możliwość sprzężenia z użytkownikiem, drogą bezpośredniego adresowania zewnętrznej pamięci, w dwóch "oknach" po 64 KB, które może lokować w dowolnym miejscu obszaru 16 MB łącznej pojemności pamięci MULTIBUS.

Pamięć programu EPROM ma pojemność do 160 KB.

Blok interfejsu magistrali MULTIBUS pracuje zatem albo jako pakiet pasywny, dla komunikacji użytkownika z wewnętrzną pamięcią dwudostępną, albo jako pakiet aktywny, dla komunikacji procesora 80186 z pamięcią zewnętrzną.

Najważniejszą częścią pakietu jest interfejs magistrali sieci lokalnej, zbudowany na dwóch układach specjalizowanych - TBH /Token Bus Handler/ i TBM /Token Bus Modem/.

Pierwszy z nich wykonuje zadania warstw PLC i MAC, drugi zadania warstwy PHY. Przekaz danych między pamięcią pakietu a układem TBH odbywa się na zasadzie DMA.

Ponadto pakiet posiada jeszcze dodatkowy interfejs ISBX funkcjonalnie będący wyprowadzoną magistralą rezydentną. Służy do dalszego rozszerzenia pamięci i dołączania urządzeń I/O z pominięciem magistrali MULTIBUS.

#### 4.3. Możliwości realizacji pakietu MK\_50

Realizacja warstw wyższych PLC i MAC kontrolera jest możliwa kilkoma drogami.

- 1/ Technicznie i terminowo najważniejsze jest wykorzystanie gotowych układów scalonych wysokiej skali integracji które w najbliższym czasie pojawią się na rynku zachodnim do standardu PROWAY-C oraz gotowego programowania wewnętrz- nego kontrolera, ściśle związanego z tymi układami. Jest to związane ze znacznymi nakładami dewizowymi i rozwiązaniem problemu embarga. Wymaga dostępu do najnowszych katalogów oraz następnie decyzji i działań na wyższych /od Intytutu/ szczeblach. Opracowanie pakietu kontrolera MK 50 i uzupełniającego oprogramowania, wiążącego kontroler z systemem INTEL DIGIT-PROWAY byłoby w tym wariantcie najszybsze. Konieczny byłby stały znaczny wsad dewizowy do produkcji.
- 2/ Do czasu otrzymania z IEC wyników głosowania nad projektem standardu PROWAY-C liczone, na podstawie wypowiedzi przedstawicieli ZSRR w komisjach i grupach roboczych RWPG m.in. w Komisji 8 oraz w TGR 5 SM EMC, na duże zaintereso- wanie ZSRR systemem PROWAY-C i w konsekwencji na podjęcie produkcji odpowiednich układów scalonych do standardu w ZSRR. Obecnie wobec negatywnego stanowiska ZSRR w głosowaniu nad PROWAY-C i oficjalnego stwierdzenia w komentarzu do negatywnego głosu "jeżeli chodzi o sieci lokalne stosowane w ZSRR, to różnią się one od PROWAY-C" podstawy do takich oczekiwań się zmniejszyły. Uważamy, że należy dążyć do uzyskania stanowiska strony radzieckiej na forum RWPG w tej sprawie. Byłoby również pożądanym uzyskanie stanowiska innych krajów RWPG, szcze- gólnie tych które biorą udział w pracach Podkomitetu SC 65C IEC, o ich zamierzenia<sup>ch</sup> w zakresie ew. podjęcia opracowań i produkcji układów scalonych do standardu. Strona polska /PIAP/ mogłaby wziąć udział we współpracy międzynarodowej w postaci współdziałania przy opracowaniu, testowaniu i aplikacji takich układów scalonych. Oczywiście strona polska nie ma żadnych możliwości produk- cyjnych. Ma natomiast określone doświadczenia przy algory- tmizacji, programowaniu i sprzętowej realizacji standardu PROWAY-A, wprowadzie o znacznie prostszym protokole, ale podobnego i służącego ściśle do tego samego celu.

Jest sprawą oczywistą, że podjęcie współpracy krajów socjalistycznych jest czasowo znacznie dłuższą drogą do wdrożenia produkcji systemu, ale w jej rezultacie produkcja urządzeń systemu nie byłaby związana ze znacznym i trwałym wsadem dewizowym jak w przypadku 1%.

Największe możliwości wiążemy z nawiązaniem współpracy dwustronnej na szczeblu przedsiębiorstw.

Taką propozycję zgłosiliśmy do zainteresowanego systemem PROWAY-C zjednoczenia ELEKTRONMASZ /ZSRR/, które ma własną produkcję układów scalonych. Rozmowy będą kontynuowane w br. W razie zawarcia umowy uważamy za celowe realizację prototypów wg. wariantu 1, o ile embargo nie stanie na przeszkodzie.

- 3/ Jeżeli drogi ad 1 i 2 byłyby w najbliższym czasie niemożliwe lub o dalekim horyzoncie czasowym, można podjąć głębszą analizę realizacji zastępczej na układach matrycowych TTL-S lub na programowanych układach logicznych PLA. Obie te technologie umożliwiają budowanie średnio złożonych sieci logicznych o stosunkowo szybkim działaniu. Stopień scalenia byłby znacznie niższy niż przy zastosowaniu dedykowanych specjalizowanych układów VLSI, przypuszczalnie na pakiecie trzeba by umieścić kilkanaście do kilkudziesięciu układów matrycowych. Czas odpowiedzi stacji w pewnym stopniu by przekroczył wymagania standardu, co pogorszyłoby parametry użytkowe. Rozpatrzymy najpierw realizację matrycową.

Główne trudności wiążą się z:

- wielką pracochłonnością realizacji, zarówno opracowania jak i ich testowania i następnie wykorzystania matryc w pakiecie kontrolera. Ryzyko znacznych opóźnień realizacji wiąże się z niemożnością dokonywania korekt w matrycach przy uruchamianiu całego pakietu. Konieczne jest każdorazowo od nowa opracowywanie i wyprodukowanie układów matrycowych. Złożoność protokołu i wymagana szybkość pracy wykluczają budowę wstępnego modelu złożonego z układów scalonych niskiej i średniej skali integracji. Z kolei brak w kraju komputerowych programów symulacji bardzo złożonych układów i urządzeń,
- nadal bardzo niejasną sytuacją w kraju odnośnie zamiarów produkcji układów matrycowych i PLA. Przykładowo pakiet komunikacyjny dla systemu INTELEKTRAN-M w związku z 24 wymaganiem umieszczenia na jednej płycie zarówno kontrolera



jak i sterownika linii miał być opracowany z układów matrycowych opracowanych i przygotowanych do produkcji przez GEMI. Jednakże zamiar nie został zrealizowany, gdyż w końcu 1986r. kombinat ten podjął decyzję o demontażu linii technologicznej,

- wielka pracochłonność pociąga za sobą długi czas opracowania i bardzo duże koszty, wielokrotnie wyższe od dotychczas planowanych.

4/ Realizacja na programowanych układach logicznych - PLA jest wolna od jednej tylko wady matryc TTL-S, a mianowicie czasochłonnej produkcji matryc. Układy PLA są bowiem programowane u użytkownika. Konieczne są nakłady dewizowe na zakup układów i programatora. Nie są to znaczne koszty. Układy nie są objęte embargiem, ich technologia produkcji nie jest złożona i znana od dość dawna. Pozostaje natomiast problem wielkiej czaso- i pracochłonności badań i uruchamiania zaprojektowanego urządzenia. Jest duże ryzyko realizacji podjętej bez uprzedniego pełnego poznania standardu i zbadania procedur.

5/ Dlatego dla wszystkich rozpatrzonych powyżej wariantów, poza pierwszym, należy jako pierwszy krok wykonać realizację programową, na mikroprocesorze. Jest to najpewniejsza droga poznania i zbadania protokołu komunikacyjnego PROWAY-C. Pełna algorytmizacja protokołu jest i tak niezbędna dla każdego z wariantów 2,3,4. Natomiast zaprogramowanie mikroprocesora wg. algorytmu jest już zadaniem stosunkowo łatwym. Posiadanie kontrolerów z zaprogramowanym protokołem pozwoli na najszybsze i najłatwiejsze wykrycie błędów algorytmizacji i uruchomienie magistrali oraz następnie prowadzenie badań funkcjonalnych.

Nie przesądzając obecnie wyboru docelowego wariantu do produkcji seryjnej, co musi nastąpić przy decydującym udziale zakładu wdrażającego, zostanie przedstawiona w następnym punkcie koncepcja pakietu MK 50<sup>z</sup> programową realizacją protokołu.

#### 4.4. Koncepcja pakietu MK 50 z programową realizacją protokołu

Zgodnie z rozważaniami w poprzednim punkcie, w celu sprawdzenia algorytmizacji standardu, przeprowadzenia badań funkcjonalnych i uzyskania doświadczeń powinien zostać zbudowany w pierwszej kolejności pakiet z programową, na mikroprocesorze, realizacją protokołu.

Wiadomo z góry, że nie będzie można w ten sposób spełnić wymagań czasowych standardu PROWAY-C. Zostaną jednak podjęte działania zmniejszające przekroczenia czasów.

Struktura pakietu jest przedstawiona na rys.3. Przyjęto w pierwszym etapie architekturę jednoprocessorową, gdyż problemy współdziałania dwóch procesorów znacznie utrudniłyby realizację. Zakłada się zastosowanie 16-bitowego mikroprocesora typu 80186, w wykonaniu najszybszym, to jest w wersji 12,5 MHz. Jest on w tej wersji ponad 3 razy szybszy od mikroprocesora 8086 w podstawowej wersji 5 MHz. Można oczekiwać, że ten wzrost mocy pokryje zwiększenie zadań z tytułu bardziej złożonego protokołu - w stosunku do mikroprocesora 8086 pracującego w pakiecie MK 40 z protokołem PROWAY-A. W stosunku do 8086 mikroprocesor 80186 posiada dodatkowo wewnętrzne układy: dekodery pamięci i bram I/O, 3 timery, 5 sprzętowych wejść sygnałów przerwań, kontroler magistrali. Dzięki temu oszczędza się dużą powierzchnię na pakiecie, co ma znaczenie wobec konieczności pomieszczenia wszystkich bloków kanału transmisji na jednej płycie. Mikroprocesor 80186 jest standardowo stosowany przez firmę INTEL we wszystkich nowych pakietach komunikacyjnych, m.inn. w pakiecie ISMX 554 do standardu IEEE 802.4. Dlatego mikroprocesor 80186 będzie w dalszych pracach stanowił niezmienny element struktury pakietu.

80186 jest kompatybilny programowo z 8086, ponadto posiada 10 typów nowych instrukcji.

Dalszymi elementami struktury pakietu będą:

- pamięć programu EPROM, zawierającą całość oprogramowania wewnętrznego z protokołem komunikacyjnym i programowym interfejsem między magistralą PROWAY a użytkownikiem. Pojemności obecnie nie określamy, standard wyprodukowań JEDEC pozwala alternatywnie dopasować pojemność do różnej jeszcze objętości oprogramowania,

- pamięć danych RAM na parametry protokołu. Pojemność będzie niewielka. Rząd 4 KB wydaje się wysoce prawdopodobny,
- interfejs magistrali kasety, standardowy, służy do komunikacji pakietu z zewnętrzną pamięcią danych, w której będą zlokalizowane bufory danych odbieranych i nadawanych oraz pola parametrów interfejsu PROWAY - użytkownik,
- nadajnik, jako układ I/O 8-bitowy, odpowiadający blokowi nadajnika TxM wg. standardu,
- odbiornik, również układ I/O 8-bitowy, odpowiadający blokowi odbiornika RxM wg. standardu,
- układy warstwy fizycznej PHY, omawiane w rozdziale 5,
- układy zarządzania stacją, o charakterze bram I/O.

Dekodowanie całości pamięci i układów I/O będzie się odbywało w większości wewnętrznymi dekoderni mikroprocesora. Układy timerów i obsługi przerwań być może też wystarczą wewnętrzne. Ogólnie architektura odpowiada przyjętej i sprawdzonej w pakiecie MK 40.

Do prac uruchomieniowych będzie wykorzystany interfejs V-24 łączący z monitorem ekranowym lub komputerem z oprogramowaniem narzędziowym.

Przedstawiona powyżej koncepcja I wersji pakietu umożliwi po przeprowadzeniu podstawowych badań funkcjonalnych wzbogacenie struktury w celu spełnienia wymagań czasowych standardu i pomieszczenia całości kanału na jednej płycie.

Zmiany mogą polegać alternatywnie, zależnie od sytuacji w zakresie bazy elementowej na:

- 1/ dodaniu drugiego mikroprocesora, 8-bitowego, typu 80188 lub 8088 wyłącznie do obsługi procesu odbioru i nadawania, przez co mikroprocesor główny byłby zwolniony od tego zadania i w czasie odbioru i nadawania ramek mógłby realizować zadania protokołu,
- 2/ dodaniu bloku opracowanego i wykonanego w ramach pracy, złożonego z układów programowanych PLA, scalającego układy bloków nadajnika, odbiornika i sterowania tymi blokami. Mógłby on także przejąć od mikroprocesora część zadań protokołu, taką w której operacje są przeprowadzane na sygnałach jednobitowych, a realizacją układem logicznym znacznie skróci czas wykonywania.

3/ dodaniu specjalizowanego, do PROWAY-C układu scalonego typu Token Bus Handler np. firmy INTEL, pracującego jako kanał DMA i wykonującego autonomicznie tę znaczną część zadań protokołu PROWAY-C, która nie wymaga obsługi przez mikroprocesor.

Zależnie od rozwoju sytuacji w zakresie bazy elementowej można będzie podjąć decyzję wyboru spośród powyższych /lub jeszcze innych/ wariantów.

Przedstawiona powyżej alternatywno-krokowa metoda opracowania może budzić różne zastrzeżenia, wynika ona jednak z kilkuletnich doświadczeń przy opracowaniu, oprogramowaniu i badaniach urządzeń sieci lokalnej wg. standardu PROWAY-A, prowadzonych w warunkach braku doświadczeń krajowych nad sieciami o szybkości 1 Mbit/s i również braku specjalizowanej aparatury badawczej.

Czynnik stopniowego uzyskiwania doświadczeń oraz łatwość wprowadzania korekt w oprogramowaniu a nie w sprzęcie wydają się najważniejsze w opanowaniu nowej techniki w warunkach obecnie istniejących ograniczeń.

## 5. Założenia na warstwie fizycznej PHY w pakiecie MK 50

### 5.1. Ogólna charakterystyka układów transmisyjnych

Proces nadawania wg. protokołu IEC-PROWAY-C polega na wytworzeniu ciągu szeregowego ramki komunikacyjnej, poddaniu go dwustopniowej modulacji i przesłaniu na wielodostępną magistralę sieciową. Proces odbioru przebiega w odwrotnej kolejności, a więc obejmuje pobieranie sygnału z magistrali, dwustopniową demodulację z kontrolą zależności czasowo-fazowych sygnału i przekształcenie sygnału na binarny ciąg szeregowy ramki komunikacyjnej. Operacje modulacji, demodulacji i dopasowania wspólnego wejścia/wyjścia liniowego wykonywane będą przez układy funkcjonalne umieszczone w pakiecie MK50. Wielodostępna magistrala sieciowa MK02 będzie wykonywać funkcje związane z dwukierunkowym rozgałęzieniem energii sygnału w węzle stacyjnym i skutecznym przesyłaniem sygnałów między stacjami sieci lokalnej INTELDIGIT-PROWAY C.

Według standardu IEC-PROWAY C do wykonania magistrali sieciowej powinny być zastosowane pojedyncze kable współosiowe, dobierane w zależności od długości magistrali oraz liczby stacji z szeregu od kabla RG-59 do kabla CATV-0,75 cala. Zaleca się stosowanie wysokiej jakości kabli współosiowych z pełnym ekranowaniem oraz rozgałęźników stacyjnych - typowych dla sieci telewizji kablowej.

Ze względu na brak krajowych /również z KS/ kabli współosiowych i rozgałęźników stacyjnych o parametrach zgodnych z zaleceniami IEC-PROWAY C założenia niniejsze w pewnych punktach, /zaznaczonych w tekście/ będą uwzględniały ten fakt, prowadzący głównie do zawężenia możliwości aplikacyjnych sieci lokalnej INTELDIGIT-PROWAY w porównaniu do wykonań w pełni zgodnych ze standardem IEC-PROWAY C.

## 5.2. 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 regenerator /repeater/ włączonych łańcuchowo pomiędzy segmentami magistrali. Segmenty /odcinki fabrykacyjne/ magistrali połączone będą ze sobą bezpośrednio lub przez węzeł rozgałęźny, przeznaczony do dołączenia stacji. Węzły rozgałęźne rozmieszczone będą w dowolnych odległościach na całej długości magistrali. Zapewniona będzie możliwość odłączania i dołączania stacji w istniejącym węźle oraz rekonfiguracji liczby i rozmieszczenia węzłów stacyjnych. Węzły rozgałęźne zapewnią 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.

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

### 5.3. Funkcje warstwy fizycznej "PHY"

Umieszczone na pakiecie MK 50 układy funkcjonalne warstwy fizycznej "PHY" będą wykonywać 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 /nieróżnicową 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 podtrzymaniem 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 nadajnik z odbiornikiem,
- h/ kontrola czasu nadawania sygnału liniowego pomiędzy stanami "cisza" z sygnalizacją przekroczenia do podwarstwy MAC i odłączeniem stacji od magistrali sieciowej.

### 5.4. Struktura i parametry sygnału szeregowego

#### 5.4.1. Kodowanie transmisyjne

Nadawane z podwarstwy MAC sygnały ramek będą zbudowane z pięciu podstawowych składników o symbolicznych nazwach: <ZERO>, <JEDEN>, <NIE DANE>, <PRZERWA>, <CISZA> .

Izochroniczny ciąg sygnału szeregowego utworzonego z w/w składników zawiera elementarne symbole o czasie trwania równym 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 ramek kodowany jest sekwencją /0,0/ i wyznacza brak sygnału nadawanego na magistralę.

Minimalna długość ciągu "cisza" wynosi 2  $\mu$ s.

- Składnik < ZERO > kodowany jest sekwencją /H,L/ - 1 bit
- " - < JEDEN > kodowany jest sekwencją /L,H/ - 1 bit
- " - < NIE DANE > - " - " - " /L,L/,/H,H/ - 2bity
- " - < PRZERWA > - " - " - " /L,H/,/H,L/ - 2bity

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 >.

#### 5.4.2. Przepływność binarna

Przepływność binarna DSR /prędkość transmisji/ na magistrali sieciowej będzie ustalona /niezmieniana/ i wyniesie 1 Mb/s  $\pm 0,01\%$  w zbiorze wszystkich stacji sieci lokalnej INTELDIGIT-PROWAY-C.

#### 5.4.3. Modulacja i demodulacja ciągła

Każdy z wymienionych w pkt. 5.4.1 symboli elementarnych {H}, {L}, {0} poddawany będzie w warstwie fizycznej modulacji /binarna 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 nośnej do poziomu poniżej - 22 dBm /1mV, 75om/.

Fluktuacje czasu trwania symboli na wejściu modulatora będą nie większe od  $\pm 5$ ns, zaś zmiany częstotliwości na wyjściu będą monotonicznie ciągłe w przedziale czasu nie większym od 100 ns.

Odbierane z magistrali sieciowej sygnały poddawane będą procesom: filtracji, korekcji amplitudowo-fazowej i demodulacji ciągłej - prowadzącymi do uzyskania izochronicznego ciągu szeregowego o strukturze wg. punktu 5.4.1.

#### 5.4.4. Parametry wyjścia nadawczego i wejścia odbiorczego

Poziom wyjściowy zmodulowanego sygnału, na złączu interfejsu liniowego, przy nominalnym obciążeniu rezystancyjnym  $R_o = 75\Omega$  zawarty będzie pomiędzy +64 dBmV a +66 dBmV /1mV, 75 $\Omega$ /, zaś zniekształcenia amplitudowe sygnału nie przekroczą 10% amplitudy międzyszczytowej. Dla sygnałów odbieranych w zakresie poziomów /1mV, 75 $\Omega$ / od +4 dBmV do +50 dBmV i przy  $SNR \leq 20$  dB /szum fluktuacyjny w paśmie 3 - 7 MHz/:

- a/ elementowa stopa błędów niewykrytych będzie nie większa od  $10^{-8}$
- b/ elementowa stopa błędów wykrytych będzie nie większa od  $10^{-7}$ .

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

Pakiet MK 50 wyposażony będzie w gniazdo współosiowe typu BNC 75 interfejsu liniowego umieszczone na płycie czołowej, gniazdo będzie wspólnym wyjściem/wejściem przeznaczonym do połączenia stacji z magistralą sieciową.

#### 5.4.5. Ograniczenia czasowe nadawania

Czas nadawania będzie kontrolowany przez układy warstwy fizycznej i ograniczony od góry - do wartości 100ms  $\pm 25\%$ . Niezasilana stacja oraz w czasie od włączenia zasilania do inicjalizacji będzie odłączana od magistrali. Podczas nadawania, z chwilą przekroczenia limitu czasu ciągłego /nieprzerwanego stanem "cisza"/ nadawania nastąpi rozłączenie na interfejsie liniowym. Odłączenie może również nastąpić pod wpływem rozkazu z warstw wyższych, zaś ponowne dołączenie może nastąpić wyłącznie rozkazem z warstwy MAC pakietu MK 50.



#### 5.4.6. Dopasowanie wejścia/wyjścia interfejsu liniowego

Wspólne wejście/wyjście interfejsu liniowego doprowadzone będzie do złącza BNC 75 przez szerokopasmowy transformator oddzielający galwanicznie stację od magistrali o napięciu przebicia między uzwojeniami oraz do rdzenia - nie mniejszym od 500V/AC/RMS. Impedancja wyjściowa w stanie nadawania oraz wejściowa w stanie odbioru stacji powinny zapewnić 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.

#### 5.4.7. Kontrola sprawności stacji w pętli lokalnej

Kontrola sprawności stacji INTEL DIGIT-PROWAY C polegać będzie na sterowanym programowo:

- galwanicznym odłączeniu stacji od magistrali
- sprzężeniu "na siebie" układów toru nadawczego i odbiorczego MK 50
- uruchomieniu procesu nadawania i równoczesnego odbioru zadanych komunikatów sieciowych,
- kontroli wierności przekazu danych testowych.

Kontrola powinna obejmować wszystkie układy funkcjonalne pakietu MK 50 oraz urządzenia /pakietu/ współpracujące w obrębie danej stacji.

W następujących sytuacjach:

- przy wyłączonym zasilaniu pakietu MK 50
- po załączeniu zasilania pakietu MK50 do czasu jego inicjalizacji
- po stwierdzeniu przekroczenia limitu czasu nadawania
- po stwierdzeniu niesprawności stacji
- w innych wymaganych protokołem komunikacji PROWAY C przypadkach

powinien nastąpić lub trwać stan odłączenia stacji od magistrali sieciowej.

## 6. Założenia na wielodostępna magistralę sieciową - MK\_02

### 6.1. Budowa.

Wielodostępna magistrala sieciowa zawierać będzie następujące elementy:

- segmenty kabla współosiowego
- rozgałęźniki węzłowe
- złącza połączeń bezpośrednich
- kable odgałęzień stacyjnych
- gniazda terminatorów dopasowujących.

Segmenty kabla współosiowego wykonane będą przy użyciu przewodu WLeK 75-1,2/7,25 o długości do 100m, zakończonego obustronnie wtykami UC1-W2 z reduktorami UC-R11,4.

Rozgałęźniki węzłowe przeznaczone do dołączenia stacji do linii głównej magistrali sieciowej wykonane będą przy użyciu elementów biernych RLC oraz 3 złączy współosiowych UCY1-G2, umieszczonych w hermetycznej obudowie z wyprowadzonym izolowanym przewodem do połączenia korpusu złącza z potencjałem zera elektrycznego.

Złącza połączeń bezpośrednich między segmentami kabla współosiowego w miejscu, gdzie nie jest przewidziane dołączenie stacji, wykonane będą przy użyciu złączy UC1-GG, umieszczonych w obudowie j.w.

Kable odgałęzień stacyjnych będą wykonane przy użyciu przewodu współosiowego typu WLeK 75-0,63/3,7 zakończonego obustronnie złączami UC1-2-W1.

Gniazda terminatorów dopasowujących przeznaczone do dołączenia na obydwu końcach magistrali sieciowej wykonane będą przy użyciu złączy UC1-G2 i rezystorów 0,25W - 75om  $\pm 1\%$  umieszczonych w obudowie j.w.

Długość poszczególnych segmentów kabla współosiowego oraz ilość w/w elementów składowych magistrali zależna będzie od konkretnej aplikacji sieciowej, m.in. liczby stacji i odległości między stacjami.

## 6.2. Podstawowe dane techniczne składników magistrali

### 6.2.1. Segment kabla współosiowego

- długość do 100m
- impedancja falowa w paśmie 3-7 MHz - 75om  $\pm$ 3om
- tłumienność falowa przy częstotliwości 10MHz - nie większa od 2,0 dB/100m
- powierzchnia ekranu - nie mniejsza od 50%
- złącza gwintowane, trwałość 50000 łączy
- wytrzymałość elektryczna izolacji - 2,0 kV/RMS/
- odpowiednik wg. zalec. JEC-PROWAY C - kabel RG-11, /gorsze ekranowanie kabla typu WLeK 75/
- odpowiednik produkcji KS- ZSRR - typ RK-75-7-16.

### 6.2.2. Rozgałęźniki węzłowe

Przewiduje się opracowanie pojedynczego typu rozgałęźnika o parametrach mieszczących się w środkowym zakresie asortymentu rozgałęźników CATV -

- impedancja wejściowa i wyjściowa na każdym złączu 75om  $\pm$ 5 om
- tłumienność poprzeczna 10  $\pm$ 2 dB przy  $f = 10$  MHz
- tłumienność wzdluzna 1,0  $\pm$ 0,2 dB - "
- złącza gwintowane, trwałość 50 000 łączy
- wytrzymałość elektryczna izolacji - 2,0 kV /RMS/.

### 6.2.3. Złącza połączeń bezpośrednich

- tłumienność wzdluzna - nie więcej od 0,1 dB, przy  $f = 10$  MHz
- złącza gwintowane, trwałość 50000 łączy
- wytrzymałość elektryczna izolacji - 2,0 kV /RMS/

### 6.2.4. Kable odgałęzień stacyjnych

- długość do 25m
- impedancja falowa w paśmie 3-7 MHz - 75om  $\pm$ 3 om
- tłumienność falowa przy częstotliwości 10 MHz - nie większa od 3,0 dB/100m
- powierzchnia ekranu - nie mniejsza od 50%
- złącza gwintowane, trwałość 50000 łączy
- wytrzymałość elektryczna izolacji - 2,0 kV/RMS/
- odpowiednik wg. zalec. JEC-PROWAY C - kabel RG-59 /gorsze ekranowanie ULeK 75/.

#### 6.2.5. Gniazda terminatorów dopasowujących

- impedancja falowa w paśmie 3-7 MHz - 75om  $\pm$ 3om
- współczynnik fali stojącej - " - nie większy od 1,5
- złącze gwintowane, trwałość 50000 łączy
- pełne ekranowanie 90%.

#### 6.3. Instalacja kablowa

##### 6.3.1. Dołączanie stacji i segmentów magistrali MK 02

Pakiet MK50 będzie wyposażony w złącze typu BNC 75-G1 umieszczone na płycie czołowej pakietu. Połączenie pakietu MK50 z magistralą sieciową będzie dokonywane za pomocą kabli odgałęzień stacyjnych między gniazdem we/wy pakietu a rozgałęźnikiem węzłowym.

Gniazdo we/wy typu BNC 75-G1 pakietu MK50 nie powinno mieć punktów elektrycznego połączenia z obudową szafy stacyjnej.

Segmenty kabla współosiowego powinny być łączone za pośrednictwem rozgałęźników węzłowych lub złączy połączeń bezpośrednich, zgodnie z dokumentacją danego wykonania magistrali sieciowej. Długość magistrali i liczba stacji powinny być określane na podstawie danych technicznych elementów składowych. Maksymalna długość magistrali wynosi 2000m, zaś liczba stacji 40 /por.pkt. 6.7/.

##### 6.3.2. Kompletacja magistrali MK 02

Magistrala sieciowa MK02 powinna być wykonana wyłącznie ze składników wymienionych w pkt. 6.1 wg. indywidualnego projektu - zależnego od aplikacji sieciowej.

Kompletna magistrala sieciowa powinna być sprawdzona pomiędzy wybranymi złączami stacyjnymi, przy zastosowaniu

- punktowego pomiaru tłumienności i refleksyjności w paśmie 3-7 MHz,
- testów transmisji jednokierunkowej lub dwukierunkowej naprzemiennej przy DSR = 1 Mb/s i SNR = 20 dB.

Szczegółowa procedura sprawdzenia jakości magistrali sieciowej powinna być podana w DTR.

Każda zmiana konfiguracji /topologii/ magistrali powinna być wykonywana zgodnie z w/w zasadami, a ponadto zaleca się być zmieniona magistrala podlegała również ponownemu sprawdzeniu jakości wykonania - jw.

36

#### 6.4. Redundancja magistrali

W celu zwiększenia niezawodności pracy sieci lokalnej INTEL DIGIT-PROWAY C przewiduje się zastosowanie podwójnej wielodostępnej magistrali sieciowej MK02. Każda stacja poprzez dwa pakiety MK50 dołączona będzie do obydwu magistral. Aktualne wykorzystanie danej magistrali /niezależnie dla nadawania i odbioru/ sterowane będzie programowo, z warstwy wyższej ponad pakietami MK 50. Zapewniona będzie możliwość nadawania na jedną lub obydwie magistrale oraz odbioru z wybranej magistrali. Przewiduje się możliwość prowadzenia magistrali podstawowej i rezerwowej różnymi trasami zarówno wewnątrz obiektu automatyzacji jak również pomiędzy budynkami w strefach chronionych i niechronionych.

#### 6.5. Wymagania środowiskowe

##### 6.5.1. Pole elektromagnetyczne otoczenia magistrali

- a/ 2V/m, w zakresie częstotliwości 10 kHz do 30 MHz
- b/ 5V/m, w zakresie częstotliwości 30 MHz do 1 GHz.

##### 6.5.2. Różnica potencjałów ziemi /zerowania/ magistrali

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

Uwaga Zastosowanie magistrali sieciowej w obiektach energetycznych wymaga umieszczenia jej w specjalnej kanalizacji z dobrym uziemieniem /oddzielny projekt wykonany przez uprawnionych specjalistów elektroenergetyki/.

##### 6.5.3. Normalne warunki użytkowania magistrali MK 02

- temperatura otoczenia +5°C do +40°C
- wilgotność względna 5% do 95%
- ciśnienie atmosferyczne 80 do 120 kPa
- zasilanie - magistrala bierna, niezasilana
- udary - nie występują
- skład atmosfery - bez agresywnych par i gazów

- drgania o amplitudzie 0,35 mm i częstotliwości 10 - 55 Hz
- natężenie zewnętrznych pól magnetycznych stałych lub o częstotliwości sieci - do 400 A/m.

#### 6.6. Przewidywane parametry użytkowe magistrali

Wg. wymagań standardu IEC-PROWAY C korpusy złączy współosiowych oraz przewód zewnętrzny kabli współosiowych wszystkich elementów składowych magistrali sieciowej powinny być uziemione na stacjach, na przejściach pomiędzy strefami chronioną i niechronioną oraz w punktach magistrali odległych od siebie nie więcej od 100m.

W warunkach instalacyjnych w krajowych zakładach przemysłowych o znormalizowanej sieci energetycznej wewnątrz-zakładowej zalecenie to koliduje z przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa obsługi przy nieuziemionej obudowie szafy stacyjnej INTELDIGIT-PROWAY. Natomiast zerowanie instalacji kablowej magistrali sieciowej w miejscach określonych powyżej byłoby odstępstwem od wymagań IEC i spowoduje niewątpliwie niższą odporność magistrali na przemysłowe zakłócenia impulsowe indukowane na jej trasie.

Zgodnie z zaleceniami standardu IEC-PROWAY C do budowy magistrali sieciowej powinny być użyte elementy typowe dla telewizyjnej sieci kablowej CATV.

Do wykonania magistrali zaleca się tam stosowanie kabli współosiowych typu:

- RG-59 lub RG-6 lub RG-11, z pełnym ekranowaniem
- CATV 0,412 lub 0,500 lub 0,700 cala.

Rozgałęźniki węzłowe wg. IEC powinny być dobierane, zależnie od konfiguracji sieci, spośród asortymentu 6 rozgałęźników różniących się wzajemnie wartościami tłumienności wzdłużnej i poprzecznej, a mianowicie:

- tłumienność wzdłużna 0,2, 0,3, 0,4, 0,6, 1,0, 1,8 dB
- tłumienność poprzeczna 22, 19, 16, 13, 10, 7 dB

Odpowiedni dobór typu kabla i typu rozgałęźników pozwala na osiągnięcie parametrów magistrali

- długość maksymalna - 2000 m
- maksymalna liczba dołączonych stacji - 100

Niniejsze założenia przewidują opracowanie pojedynczego typu rozgałęźnika por.pkt. 6.2.2/ oraz stosowanie kabli współosiowych typu WLeK 75-1,2/7,25 i WLeK 75-0,63/3,7 produkcji krajowej.

Zakres dynamiki wejścia odbiorczego pakietu MK 50 wynoszący 60 dB oraz parametry falowe w/w torów i rozgałęźników pozwalają na oszacowanie przykładowych możliwości wykonania magistrali sieciowej, przy następujących założeniach parametrach /por.pkt. 6.2/

- tłumienność toru głównego - 2,0 dB/100m
- tłumienność odgałęzienia stacyjnego - 5,0 dB/100m
- tłumienność wzdłużna rozgałęźnika - 1,0 dB
- tłumienność poprzeczna - " - - 10,0 dB

Przykłady wykonania magistrali z doprowadzeniami stacyjnymi o długości 25m i tłumienności wynikowej nie większej od 60 dB:

- a/ długość magistrali 1700m, liczba stacji 5
- b/ - " - - 1000m, - " - 19
- c/ - " - - 500m, - " - 29
- d/ - " - - 250m, - " - 34

Długość magistrali 2000m będzie więc możliwa do osiągnięcia tylko przy pracy 2 stacji, zaś liczba dołączonych stacji na minimalnie krótkiej magistrali nie może przekroczyć 40.

#### 6.7. Ocena porównawcza sieci PROWAY

Przedmiotem zgrubnego oszacowania i wstępnej oceny porównawczej są następujące warianty wykonania przemysłowej sieci lokalnej, wyróżnione ze względu na rodzaj stosowanych urządzeń komunikacyjnych:

- a/ Urządzenia importowe z KK, w pełni zgodne ze standardem JEC-PROWAY C, ale z magistralą zerowaną, a nie uziemiałą,
- b/ Urządzenia INTEL DIGIT-PROWAY C wykonane wg. niniejszych założeń
- c/ Urządzenia INTEL DIGIT-PROWAY A, opracowane w APIAP i aktualnie badane.

Cechy charakterystyczne w/w wariantów relatywnie w odniesieniu do wymagań standardu IEC-PROWAY C przedstawiono w tabeli f.

TABELA Nr 1

Cecha Parametr	IEC-PROWAY-C	INTELDIGIT PROWAY-C	INTELDIGIT PROWAY-A
Typ urządzeń komunikacyjnych	kontroler VLSI magistrala CATV	pakiet MK50 magistrala sieciowa MK-02	pakiety MK40, MK30, magistrala sieciowa MK01
Baza elementowa	KK - 100%	PRL-30% KS-10% KK-20%	PRL-90% KS-10%
Koszty inwesty- cyjne i eksplo- atacyjne	1	0,5	0,1
Zasięg łączności przy 30 stacjach	2000m	500m 1/	2000 m 1/
Maksymalna liczba stacji	100	40	100
Czas dostępu stacji do magi- strali	1	1	5
Przepustowość informacyjna /użytkowa/	1	1	0,5
Odporność na przemysłowe za- kłócenia impul- sowe 2/	0,5	0,2	0,1
Odporność na szum fluktua- cyjny	1	1	0,5

1/ dla magistrali wykonanej z kabla krajowego

2/ por.pkt. 6.6.



7. Potrzeby w zakresie importowanej aparatury kontrolno-pomiarowej

Prace projektowo-konstrukcyjne oraz badania urządzeń komunikacyjnych szybkiej transmisji danych w wielodostępnej sieci lokalnej charakteryzują następujące cechy:

- a/ Brak wzorców krajowych i zagranicznych oraz doświadczeń własnych - nowa dziedzina techniki.
- b/ Mała analogia do urządzeń nadawczo-odbiorczych /modemów/ transmisji danych stosowanych w publicznej sieci telekomunikacyjnej.
- c/ Nietypowe zastosowanie małogabarytowych kabli współosiowych /duże odległości, wielodostępność, dane techniczne nie obejmują parametrów falowych długich odcinków kablowych/.
- d/ Niedostępność szerokiego asortymentu układów VLSI, cyfrowych i analogowych, zorientowanych na zastosowania w sieciach lokalnych.
- e/ Konieczność ciągłego przeprowadzania szeregu badań eksperymentalnych materiałów, podzespołów i opracowanych układów.
- f/ Długi okres realizacji zamówień na krajowe podzespoły RTV.
- g/ Brak specjalistów o profilu tele/radiokomunikacja.

Te okoliczności wywołują potrzebę wyposażenia wykonawcy w niezbędną aparaturę badawczą dla zorganizowania na co najmniej średnim poziomie krajowym pracowni zajmującej się projektowaniem i technologią środków łączności w systemach automatyki. Osiągnięcie wysokiego poziomu możliwości wykonywania prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych w tym zakresie nie jest obecnie możliwe, m.in. ze względu na duże koszty dewizowe oraz ograniczenia /embargo/ importowe urządzeń i podzespołów o zakresie wysokich częstotliwości /szybkości/ pracy. Minimalny zestaw aparatury, średniej klasy, o umiarkowanych cenach nie podlegają ograniczeniom eksportowym obejmuje:

1. oscyloskop TEKTRONIX - typ 2225 /A1/ - cena 990 USD - szt.1
2. analizator widma TEKTRONIX - typ 2710 /A1
  - plus option 01                      cena 12.791 USD szt.1
  - plus option 0g

41

3. analizator skalarny ROHDE-SCHWARZ - typ ZAS.393.0015.02  
- cena 33.180 DM - szt.1
4. syntetyzer ROHDE-SCHWARZ - typ SWP 339.0010.03  
- cena 68.070 DM - szt.1
5. akcesoria ROHDE-SCHWARZ
  - demodulator - typ ZAS-Z1. 358.2215.72 - cena 2.090 DM szt.1
  - group delay option - typ ZAS-B5.395.8042.02 -  
- cena 7.000 DM - szt.2
  - VSWR bridge - typ ZRB2.802.1018.73 - cena 2.450 DM szt.1

W/w przyrządy w powiązaniu z podstawowym zestawem zamówionych urządzeń krajowych i KS stanowiąc będą wyposażenie badawcze wykonawcy.

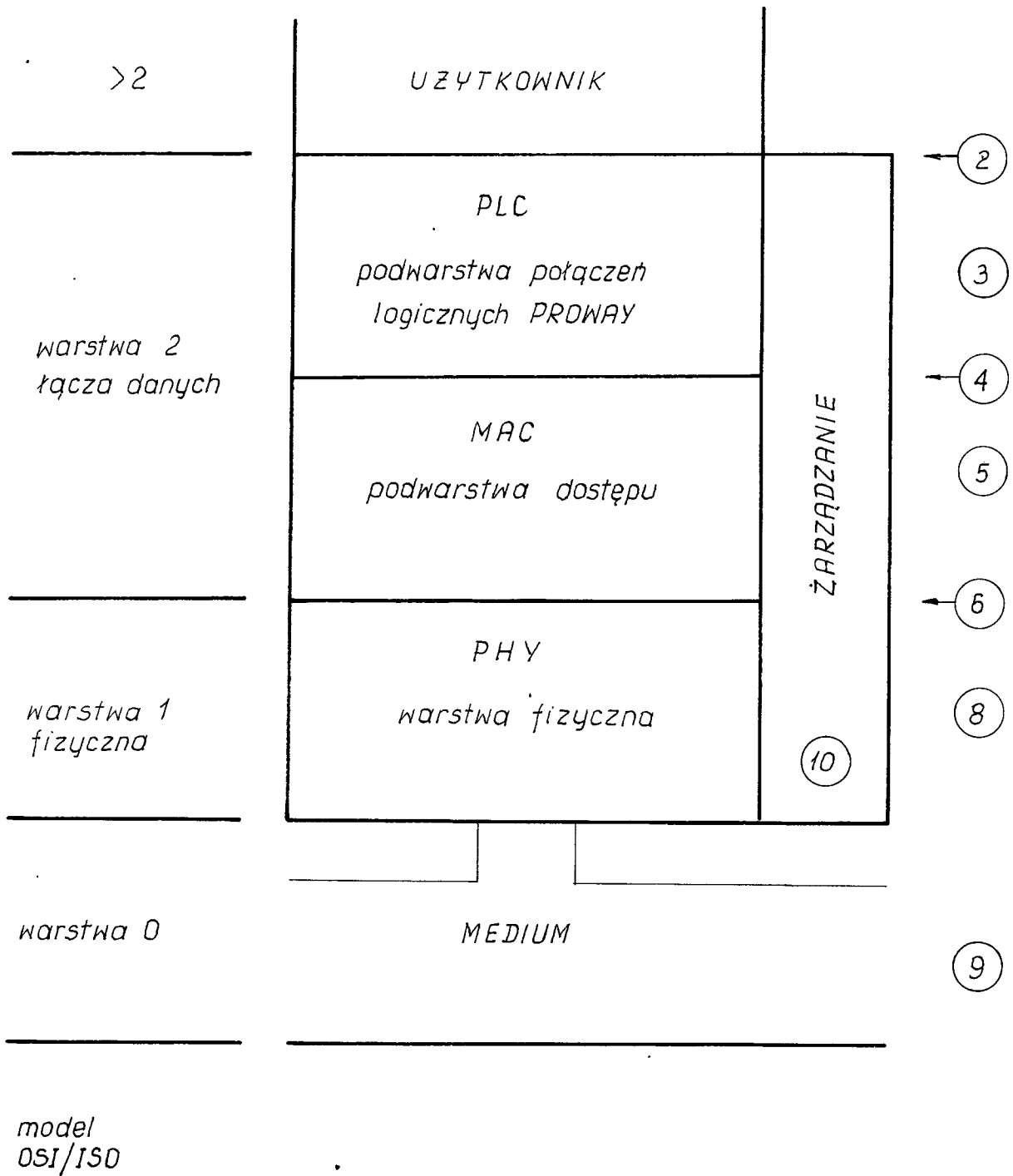
## 8. Wnioski dotyczące realizacji celu

- 8.1. Opóźnienie zawarcia umowy na całość celu już obecnie spowodowało opóźnienie realizacji w stosunku do harmonogramu załączonego do umowy. Po zawarciu umowy zaistnieje konieczność aktualizacji harmonogramu. Szereg zadań miało być i powinno być rozpoczętych od początku 1987r. jednakże wobec braku umowy nie zostały podjęte. Należy z naciskiem podkreślić, błędność i szkodliwość rozumowania zakładającego rozpoczęcie zadań następnym etapów dopiero po odebraniu poprzednic. Taki błąd popełniają zakłady ZAP zwlekając z zawarciem umowy. W rezultacie z okresu 5 lat na realizację CPBR 7.2 pozostanie przypuszczalnie zaledwie 3 lata, co oczywiście spowoduje przesunięcie zakończenia prac w stosunku do planu.
- 8.2. Po przyjęciu założeń i podjęciu decyzji o realizacji całego celu za najpilniejsze uważamy następujące działania:
  - 8.2.1. realizację zamówień na aparaturę badawczą - wg.rozdz.7 i na układy scalone do budowy modelu pakietu MK50 wg.pkt. 4.4;
  - 8.2.2. podjęcie algorytmizacji protokołu PROWAY-C, jako zadania warunkującego dalsze kroki, niezależnego od uwarunkowań bazy elementowej i od wyboru wariantu realizacji pakietu;

- 8.2.3. równoległe podjęcie i prowadzenie prac nad układami modulacji i demodulacji częstotliwości z ciągłością fazy, oraz nad modelem pakietu MK 50 z programową realizacją protokołu,
- 8.2.4. stałe śledzenie rozwoju bazy elementowej i dostępu do niej,
- 8.2.5. prowadzenie starań o nawiązanie współpracy w zakresie przygotowania produkcji układów scalonych do standardu PROWAY-C w KS.
- 8.3. W aspekcie przyszłych zastosowań krajowych i ew.eksportu do KS urządzeń komunikacyjnych przemysłowej sieci lokalnej powinny być wzięte pod uwagę następujące okoliczności:
- 8.3.1. Standaryzacja IEC w zakresie przemysłowej sieci lokalnej PROWAY-C wykorzystuje doświadczenia, kable i osprzęt rozpowszechnionej w KK sieci telewizji kablowej. Autorom niniejszych założeń nie są znane zamierzenia dot. rozwoju krajowej sieci CATV oraz koordynacji prac w tym zakresie placówek nb. resortów: łączności i MHiPM. Dlatego stawiamy wniosek do Koordynatora CPBR o skorelowanie planów. Wykorzystanie opracowań dla telewizji kablowej /sieć kablowa, osprzęt, rozgałęźniki/ mogłaby znacznie przyspieszyć prace w CPBR 7.2.
- 8.3.2. Wykorzystanie krajowych kabli współosiowych do wykonania magistrali MK 02 powinno być poprzedzone badaniami przydatności w/w kabli do zastosowania w sieci lokalnej INTELDIGIT-PROWAY C. Badania powinny obejmować pomiary:
- charakterystyk tłumieniowej i fazowej
  - charakterystyk impedancji falowej
  - impedancji i reflektancji w węzłach rozgałęźnych
  - odporności na zakłócenia.
- W tym celu proponuje się rozszerzenie harmonogramu tematu o etap pt.: "Badania wstępne magistrali MK 02" z terminem zakończenia po 6 miesiącach od otrzymania aparatury wg. wykazu w pkt.7, z przesunięciem terminów zakończenia etapów innych.

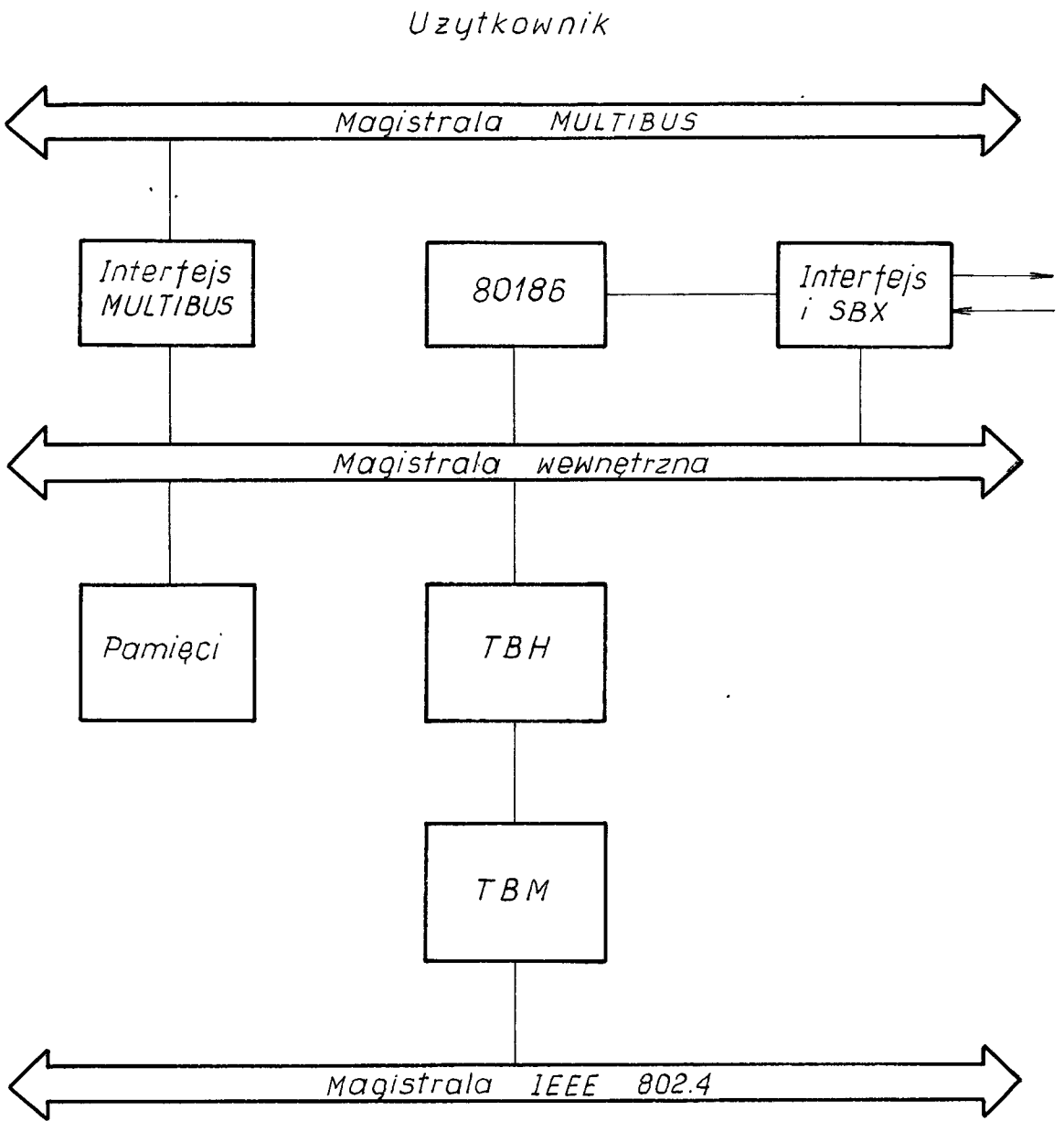
- 8.3.3. Wybór określonej konfiguracji sieciowej, projekt oraz wykonanie instalacji magistrali sieciowej powinien być poprzedzony szczegółową analizą wymaganych parametrów użytkowych sieci, oceną kosztów itp. W tym celu projekt konkretnej sieci powinien być poprzedzony uzyskaniem szczegółowych danych /z ew. badaniami/ warunków środowiskowych /odległości między stacjami, czynniki agresywne, poziom i widmo zakłóceń, zmiany temperatury itp/ na trasie magistrali sieciowej.
- 8.3.4. Po przeprowadzeniu kompleksowych badań sieci INTEL DIGIT-PROWAY-A oraz zebraniu doświadczeń z jej pierwszych aplikacji, a także w miarę postępu prac w celu 4/5 ocena dokonana w pkt. 6.7 oraz wnioski będą sukcesywnie weryfikowane.

HH

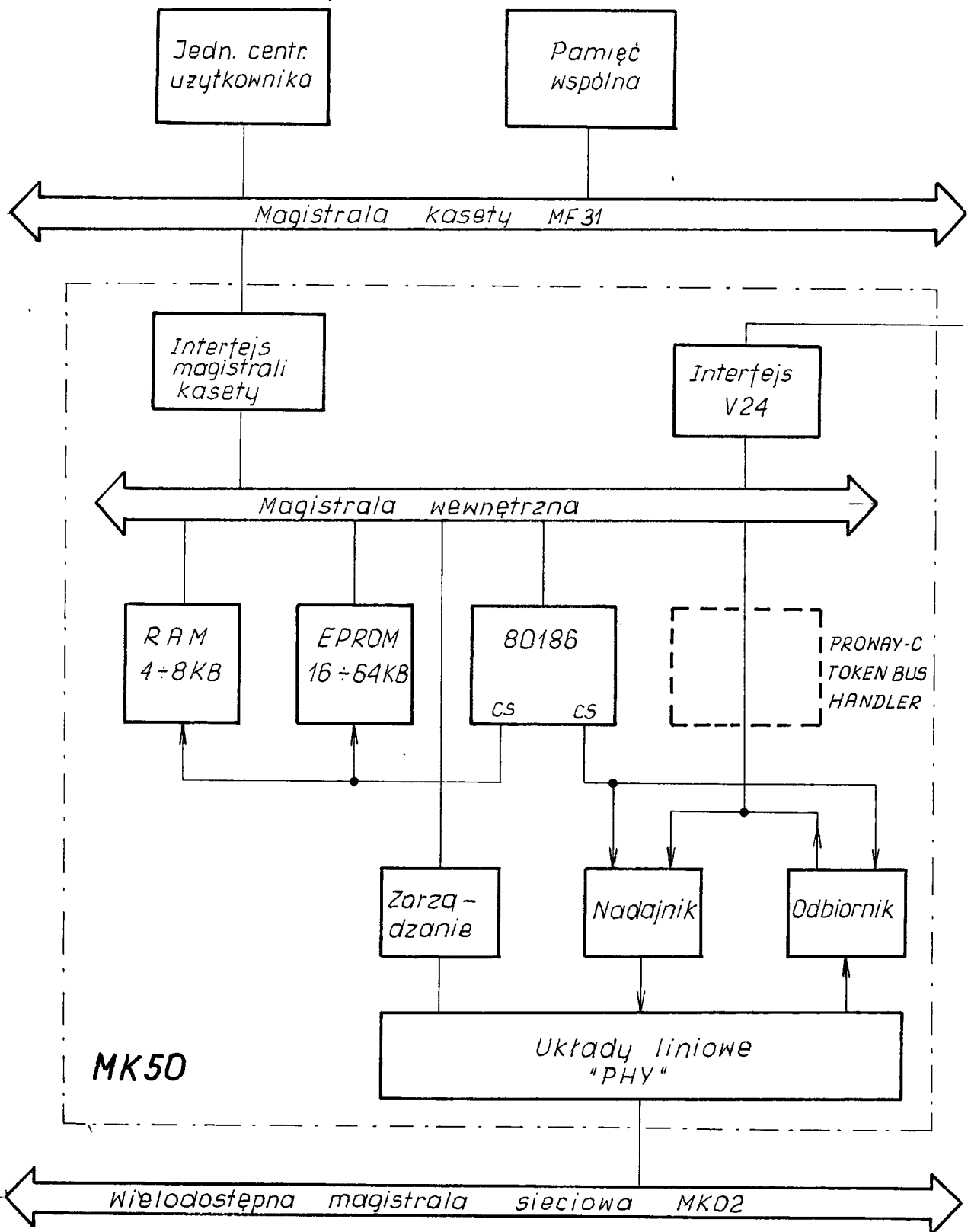


Rys. 1. Model magistrali PROWAY-C

[cyfry z prawej strony oznaczają części standardu/



Rys.2. Schemat blokowy pakietu INTEL i SBX 554



Rys.3. Schemat blokowy pakietu MK50