

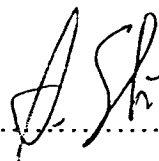
## Zespół Układów i Systemów Sterowania

074

Główny wykonawca

Nazwa ONB/ZNB

dr inż. Andrzej Syrczyński



A

Wykonawcy:

prof. dr inż. Tadeusz Missala,

dr inż. Wiesław Stańczak, mgr inż. Jacek Dunaj,

inż. Zenobia Sokołowska

Przygotowanie upowszechnienia  
i promocji wiedzy o przemysłowych  
systemach komunikacyjnych  
przeznaczonych do integracji wytwarzania

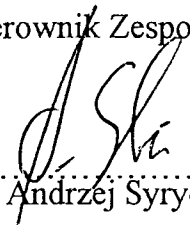
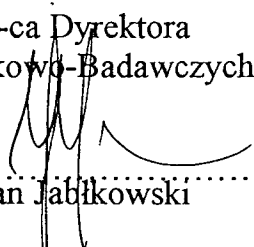
(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

praca statutowa

**DOKUMENT WZORCOWY**

Kierownik Zespołu

  
dr inż. Andrzej SyrczyńskiZ-ca Dyrektora  
d/s Naukowo-Badawczych  
dr inż. Jan Jabikowski

0.06.1998

Pracę zakończono dnia .....

Nr arch. .... 7571

Nr zlecenia .... S 1829

1

URZĄDZENIA AUTOMATYCZNEJ REGULACJI I STEROWANIA  
SIECIOWE SYSTEMY KOMUNIKACYJNE + CIM + PROMOCJA  
+ SZKOLENIA + PROJEKT + BADANIA + LABORATORIA

Abstrakt

Sprawozdanie wykonane w ramach zlecenia statutowego "Przygotowanie upowszechnienia i promocji wiedzy o przemysłowych systemach komunikacyjnych przeznaczonych do integracji wytwarzania" dotyczy wdrażania rezultatów Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-31-05 pt. "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania". Omówiono prowadzone działania promocyjne, współpracę z firmami, przygotowania do szkoleń, prace nad utrzymaniem i rozwojem laboratorium systemów sieciowych. Podano rezultaty kontynuowanego rozpoznania stanu techniki światowej..

Tytuły poprzednich sprawozdań

Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05. Zadania 1: do 6. Sprawozdania PIAP nr arch. 7248, 7303, 7343, 7396, 7443, 7473

Raport końcowy z realizacji projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05.  
Warszawa 1998

Rozdzielnik

Egz. 1. .... OIN .....

Egz. 2. .... NQ/ZAE .....

Egz. 3. .... ZSS .....

## Spis treści

1. Wstęp
2. Prace związane z zakończeniem i odbiorem projektu zamawianego
  - 2.1. Ukończenie podręczników, współpraca z ITMiA
  - 2.2. Odbiory końcowe
  - 2.3. Opracowanie raportu końcowego
  - 2.4. Końcowe rozliczenia z KBN i współwykonawcami
3. Kontynuacja rozpoznania stanu techniki światowej w zakresie systemów komunikacji w przemyśle oraz integracji produkcji
  - 3.1. Targi AUTOMATICON'98
  - 3.2. Targi Hanower'98 - zebrane materiały i informacje
  - 3.3. Opracowanie artykułu i anonsów dot. nowych produktów
  - 3.4. Zebranie materiałów i wystąpienie na seminarium
  - 3.5. Międzynarodowe Targi Poznańskie - zebrane materiały i informacje
  - 3.6. Opracowanie oferty udziału Instytutu w pracach CIMOSA
4. Utrzymanie i rozwój bazy laboratoryjnej
  - 4.1. Utrzymanie gotowości eksploatacyjnej instalacji sieciowych i zestawów badawczych.
  - 4.2. Implementacja oprogramowania komunikacyjnego PROFIBUS w sterowniku Bosch CL200
  - 4.3. Alternatywna wersja komunikacji z robotem gniazda
  - 4.4. Implementacja protokołu PROFIBUS - DP do współpracy ze sterownikiem ET 200B firmy SIEMENS
  - 4.5. Kontynuacja badań bramy PROFIBUS - IEEE 802.3 i aplikacji wizualizacyjnej
  - 4.6. Prace konserwacyjne pomieszczeń
5. Działania promocyjne
  - 5.1. Udział w konferencji firm partnerskich Siemens, 21 - 23.01.1998
  - 5.2. Wystąpienia o druk podręczników
  - 5.3. Zgłoszenia tematyki modernizacji przemysłu
  - 5.4. Opracowanie oferty prac wdrożeniowych PIAP
  - 5.5. Udział w targach AUTOMATICON'98, przygotowanie stanowiska wystawowego
  - 5.6. Udział w konferencji AUTOMATION'98
  - 5.7. Przygotowanie i przeprowadzenie seminarium promocyjnego, 24.03.98
  - 5.8. Udział w Międzynarodowych Targach Poznańskich 1998, przygotowanie stanowiska wystawowego
6. Oprogramowanie promocyjne
  - 6.1. Funkcje i założenia na oprogramowanie
  - 6.2. Obsługa bramy PROFIBUS-WIZCON
  - 6.3. Obsługa sterownika CL 200 firmy Bosch

7. Przygotowania do szkoleń
  - 7.1. Opracowanie programów szkoleń dla firm partnerskich Siemens
  - 7.2. Zestawienia stanowisk do ćwiczeń i aparatury
  - 7.3. Opracowanie programu szkoleń dla Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej
  
8. Współpraca z firmami
  - 8.1. Współpraca z firmą Siemens
  - 8.2. Współpraca z Polskim Towarzystwem Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej
  - 8.3. Inne nawiązane kontakty

Załączniki



## 1. WSTĘP

Projekt badawczy zamawiany PBZ 31-05 pt.: "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania" był realizowany w okresie od 29.05.1995 r. do 30.11.1997 r. Niniejsze zlecenie realizowane na przestrzeni pierwszego półrocza 1998 r. miało na celu dokończenie formalności związanych z odbiorami projektu, jak też przygotowanie i rozpoczęcie promocji oraz wdrażania rezultatów PBZ.

Na okres realizacji zlecenia przypadł odbiór ostatniego, siódmego zadania projektu, kończenie i uzgadnianie raportu końcowego, ostatnie uzgodnienia i kończenie pisania podręczników zawierających rezultaty projektu, uzyskanie opinii Zamawiającego projekt - Ministerstwa Gospodarki, przekazanie wyników projektu do KBN, jak też proces opiniowania i wreszcie zatwierdzenie projektu.

W sprawozdaniu opisano przeprowadzone działania formalne i promocyjne, jak też opisano prace techniczne (konceptyjne, sprzętowe i programistyczne) rozszerzające instalacje znajdujące się w laboratorium systemów sieciowych Instytutu oraz umożliwiające przeprowadzenie prezentacji zestawów na targach. Przedstawiono prace nad przygotowaniem szkoleń i kursów, a także nawiązane kontakty z firmami zainteresowanymi tymi działaniami.

Oddzielnym tematem sprawozdania była kontynuacja śledzenia stanu techniki światowej w dziedzinie systemów sieciowych stosowanych w przemyśle.

## **2. PRACE ZWIĄZANE Z ZAKOŃCZENIEM I ODBIOREM PROJEKTU ZAMAWIANEGO**

Prace przedstawione w niniejszym rozdziale, związane z zakończeniem i odbiorem projektu obejmowały: przygotowanie materiałów do odbiorów, odbiory ostatnich etapów, zakończenie i uzgodnienie raportu końcowego, ocenę rezultatów projektu przez zamawiającego - Ministerstwo Gospodarki, przekazywanie całości rezultatów do Komitetu Badań Naukowych oraz przeprowadzenie rozliczeń końcowych z KBN i ze współwykonawcami. Równoległe z finalizowaniem raportu końcowego trwały prace nad ostatecznym uzgodnieniem formy podręczników z Głównym Współwykonawcą projektu, jak i przygotowaniem podręczników do przekazania do KBN i następnie do recenzentów.

### **2.1. Ukończenie podręczników, współpraca z ITMiA**

Plan podręczników zawierających najważniejsze rezultaty projektu został opracowany wspólnie przez Instytut i ITMiA w I półroczu 1997 r. Pozycje monograficzne - podręczniki nr 2, 4, 8 opracowali autorzy z ITMiA, tomy nr 3, 5, 6, 7, 9 opracowali autorzy z PIAP. Uzgodniono wykorzystanie w poszczególnych tomach wyników badań i opracowań drugiej instytucji, z odpowiednim przywołaniem źródła. To uzgodnienie zostało praktycznie wykorzystane z korzyścią dla wartości opracowań.

Inny charakter miały tomy 1. - "Omówienie rezultatów, przegląd podręczników" i 10. "Katalog wyników PBZ-31-05", które wprawdzie były ostatecznie zredagowane w PIAP, to jednak ujmowały materiały opracowane przez wszystkich współwykonawców projektu, przy czym forma przygotowania opisów była uprzednio wzajemnie uzgodniona. Z tej przyczyny tomy nr 1. i 10. powstały w ostatniej kolejności; były kończone już w styczniu 1998 r.

Trzeba tu podkreślić bardzo dobrą atmosferę wzajemnej współpracy przy opracowaniu podręczników. Ich wydanie drukiem jest niezbędne do prowadzenia promocji rezultatów projektu.

### **2.2. Odbiory końcowe**

Odbiory końcowe, czyli ostatniego 7. zadania projektu pt. "Opracowanie dokumentacji i podręczników oraz zaleceń organizacyjnych i technicznych dotyczących CIM w środowisku sieci lokalnych przedsiębiorstw, zgodnych z siedmiowarstwowym modelem ISO/OSI" zostały dokonane w dniu 16 stycznia 1998 r.

Odbiorowi, przez komisję powołaną przez Dyrektora PIAP, poddano realizację zadania 7. przez Głównego Współwykonawcę - ITMiA, natomiast komisja odbioru powołana przez Ministerstwo Gospodarki, pod przewodnictwem pełnomocnika inż. Jana Bindy odbierała całość zadania 7. Inni współwykonawcy projektu nie uczestniczyli w realizacji zadania 7., ich prace zostały odebrane w terminach wcześniejszych, zgodnych z odnośnymi umowami.

Do odbioru były przedstawione raporty ITMiA i PIAP z wykonania zadania 7. oraz zestaw 10 tomów podręczników i inne dokumentacje powstałe w zadaniu 7. - to jest dokumentacje instalacji pilotażowo badawczych, instrukcje obsługi, zalecenia. Ostatnie zadanie projektu zostało odebrane bez zastrzeżeń.

### 2.3. Opracowanie raportu końcowego

Raport końcowy został sporządzony w PIAP, przez wykonawców projektu, pracowników zespołu ZSS. Raport sporządzono według układu treści i otwartego formularza otrzymanych z KBN. W raporcie wykorzystano dane przekazane przez wszystkich współwykonawców projektu.

Na część merytoryczną raportu złożyły się:

- sprawozdanie merytoryczne z realizacji zadań i ocena ich zgodności z harmonogramem. W tej części szczegółowo omówiono poszczególne tematy opracowane w ramach kolejno każdego z siedmiu zadań ujętych w harmonogramie. Jest to najważniejsza część raportu, ujmująca opisowo wykonane prace.
- opis wyników pracy przeznaczonych do wykorzystania przez Wnioskodawcę. W tej części zestawiono merytoryczny zakres wykonanych zadań, opisano najważniejsze rezultaty projektu przeznaczone do wdrażania i zaproponowano kierunki prac wdrożeniowych.
- wykazy opracowań, w tym podręczników, raportów i sprawozdań,
- omówienie zawartości podręczników zawierających rezultaty projektu,
- wykaz publikacji, obejmujący 33 pozycje autorów projektu ze wszystkich pięciu instytucji uczestniczących w projekcie,
- informacje o upowszechnianiu i wykorzystaniu wyników.

Część finansowa zawierała rozliczenie wynikowe poniesionych kosztów. Składały się na nią następujące informacje:

- rozliczenie wykonanych prac badawczych zawierające: nazwę zadania (etapu), nazwę wykonawcy i współwykonawcy, terminy zakończenia - wg. umowy i faktyczny, nakłady planowane i poniesione ogółem oraz numery, daty i kwoty faktur,
- wykaz aparatury naukowo-badawczej zakupionej zawierający: nazwę i koszt aparatury oraz nazwę jednostki, do której będzie przekazana aparatura. Wykaz liczył 65 pozycji.
- rozliczenie wynagrodzeń zespołów badawczych zawierające: imię i nazwisko pracownika, jego miejsce i charakter zatrudnienia, czas pracy (liczony w miesiącach) oraz zarobioną kwotę. Po stronie PIAP rozliczenie obejmowało 25 pracowników, a po stronie ITMiA - 58 pracowników.
- rozliczenie usług obcych świadczonych poza jednostką wykonawcy lub współwykonawców zawierające: zakres prac, nazwę jednostki wykonującej pracę, imiona i nazwiska wykonawców prac oraz koszt. Po stronie PIAP rozliczenie obejmowało 9 pozycji, a po stronie ITMiA - 10 pozycji.
- rozliczenie przychodów uzyskanych z tytułu sprzedaży wyników prac, sprzedaży aparatury naukowo-badawczej oraz innych przychodów
- rozliczenie wynikowe kosztów planowanych i kosztów poniesionych przez PIAP, ITMiA oraz kosztów sumarycznych w rozbiciu na lata budżetowe i na następujące kategorie: koszty bezpośrednie finansowane przez KBN (w tym wynagrodzenia z pochodnymi, koszt aparatury naukowo-badawczej, koszt materiałów i przedmiotów nietrwałych, koszt usług obcych, inne koszty bezpośrednie), koszty pośrednie finansowane przez KBN oraz dofinansowanie ze źródeł pozabudżetowych lub innej części budżetowej.

Raport został zaaprobowany przez Zamawiającego - Ministerstwo Gospodarki, które następnie przekazało raport do KBN wraz ze swoją pozytywną opinią.

#### **2.4. Końcowe rozliczenia z KBN i współwykonawcami**

W okresie od lutego do czerwca 1998 r. KBN przeprowadzał merytoryczne opiniowanie projektu przez recenzentów oraz formalną kontrolę prawidłowości wydatkowania i rozliczenia przyznanych środków finansowych.

Wydział Finansowania Projektów Badawczych Departamentu Ekonomicznego KBN dopatrył się drobnych nieścisłości w przedstawionym przez ITMiA rozliczeniu usług obcych oraz znacznego przekroczenia (o ca 31%) innych kosztów bezpośrednich (zrównoważone przez zmniejszenie wydatków w innych pozycjach układu kalkulacyjnego w sposób nie naruszający wymiaru całego kosztu). Współpraca PIAP z ITMiA doprowadziła do usunięcia błędów w rozliczeniu usług obcych, a przyczyny przekroczenia wysokości innych kosztów bezpośrednich zostały wyjaśnione w sposób, który spotkał się z akceptacją KBN.

Jak poinformowano w końcu czerwca projekt został przyjęty pozytywnie. W tej sytuacji jest koniecznym dalsze kontynuowanie wysiłków na rzecz podjęcia działań wdrażających przez Zamawiającego projekt - Ministerstwo Gospodarki. W pierwszej kolejności niezbędne jest dokonanie przez resort oceny zaproponowanych w raporcie końcowym kierunków prac wdrożeniowych, następnie wskazanie przez resort instytucji które będą prowadzić, czy uczestniczyć we wdrażaniu i dalej uzgodnienie planu prac wdrożeniowych. Wtedy będzie można efektywnie prowadzić wdrażanie wyników projektu, przez PIAP, współwykonawców projektu i inne jednostki wskazane przez Ministerstwo.

Dla określenia i przyjęcia planu prac wdrożeniowych uważamy konieczne zorganizowanie konferencji z udziałem Ministerstwa, instytucji wdrażających i placówek które wykonały projekt.

### **3. KONTYNUACJA ROZPOZNANIA STANU TECHNIKI ŚWIATOWEJ W ZAKRESIE SYSTEMÓW KOMUNIKACJI W PRZEMYSŁE ORAZ INTEGRACJI PRODUKCJI**

Jednym z najważniejszych rezultatów projektu zamawianego było bardzo wszechstronne rozeznanie stanu techniki światowej w zakresie systemów komunikacji w przemyśle, czyli rozwiązań sieciowych, doprowadzone do trzeciego kwartału 1997 r. Rezultaty są zawarte w raportach, jak też w odniesieniu do wybranych standardów sieciowych - w podręcznikach przygotowanych do druku. Ze względu na uzyskany stopień wiedzy i kompetencji w tym zakresie, jak również konieczność wdrażania rezultatów projektu w gospodarce, jest niezbędnym dalsze bieżące kontynuowanie rozpoznania aktualnego stanu techniki światowej. Jest to tym bardziej konieczne w sytuacji gdy systemy komunikacyjne i problematyka integracji wytwarzania należą do najszybciej rozwijających się dziedzin techniki.

Poniżej będą przedstawione działania kontynuujące rozpoznanie, prowadzone głównie na targach, bowiem dają one w krótkim czasie zwiedzania stosunkowo najpełniejszą informację o nowych produktach i trendach rozwojowych.

#### **3.1. Targi AUTOMATICON'98**

Z zakresu sieci przemysłowych i pokrewnych zagadnień objętych pracami w projekcie PBZ-31-05 można wskazać następujące interesujące nowości:

- nowe wersje oprogramowania typu SCADA firmy PC SOFT, typu Wizcon 7, do pracy w środowisku sieciowym Windows NT; oprogramowanie tej firmy jednej z poprzednich wersji jest wykorzystane w symulatorze procesów wolnozmiennych w laboratorium sieciowym Instytutu,
- sieci przemysłowe: miejscowa najniższego szczebla DeviceNet oraz miejscowa szczebla sterowników ControlNet firm Rockwell Automation i Allen-Bradley, wykorzystywane w produktach automatyki oferowanych przez krajowego dystrybutora firmę ELMARK z Warszawy,
- interfejsy sieciowe PROFIBUS, CAN, LON, INTERBUS-S w sterownikach PLC i komputerach przemysłowych firmy PEP,
- systemy oprogramowania firmy Intellution, 32-bitowe, pracujące w środowiskach sieciowych Windows NT, szczególnie FIX Dynamics,
- system sterowania i wizualizacji SWISS firmy KFAP, wykorzystujący sieć przemysłową PROFIBUS,
- sieciowy system automatyki Digimatik firmy Hartmann & Braun, stosujący sieci CAN i Ethernet, oferowany w kraju przez firmę PRO-CONTROL.

#### **3.2. Targi Hanower'98 - zebrane materiały i informacje**

Autor tej części niniejszego sprawozdania opracowywał na Targach następujące cztery tematy:

- technologia zgrzewania blach powlekanych antykorozyjnie, w tym stosowane elektrody; zebrane materiały są związane z prowadzonym tematem aplikacyjnym i stanowiły przedmiot odrębnego komunikatu,

- metody, urządzenia i oprogramowania wizyjne do zastosowań przemysłowych, szczególnie do kontroli produkcji; zebrane informacje są przeznaczone do odrębnego tematu wdrożeniowego,
- inicjatywa Otwartych Systemów Sterowania OPC,
- nowe rozwiązania i produkty w zakresie sieci stosowanych w przemyśle.

Dwa ostatnie tematy wiążą się z problematyką Projektu Zamawianego PBZ-31-05 i niniejszego sprawozdania.

W zakresie inicjatywy OPC uzyskano materiały od następujących firm:

- OPC Foundation
- Microsoft
- ABB
- AGE automation, Aachen
- Berghof, Niemcy
- DIAdem, Niemcy
- Endress + Hauser
- ICONICS, USA
- ifak, Magdeburg
- Intellution
- Matrox
- NemaSoft (Nematron Corporation) USA
- Prosolvia Systems, Szwecja
- Rockwell Software (Rockwell Automation)
- Siemens
- Softing GmbH 4CONTROL, Niemcy
- Steinhoff

Coraz więcej firm oferuje produkty zgodne ze specyfikacjami Microsoft. W zbiorowej ekspozycji organizowanej przez Microsoft wzięły udział 22 firmy, a w ekspozycji OPC Foundation 17 firm. Zagadnienie wprowadzania inicjatywy OPC i dokonującej się znacznej zmiany struktur układów sterowania, jak też powstających nowych idei i produktów w zakresie oprogramowania takich systemów, jest obecnie bodaj najważniejszym z problemów tej dziedziny techniki. Zagadnienie to nie było jeszcze uwzględnione w toku prac nad projektem PBZ-31-05. W ramach dalszego śledzenia rozwoju techniki światowej musi być wnikliwie studiowane, a wnioski powinny być wprowadzane do bieżącej praktyki i do prac rozwojowych.

Wydaje się możliwym zorganizowanie przez PIAP konferencji naukowo-technicznej na ten temat. W części naukowej można zaplanować referaty autorów z Instytutu i z uczelni, analizujące i oceniające omawiane zjawisko i narastający trend, natomiast w drugiej części, technicznej, byłyby prezentowane produkty zgodne z OPC przez wiodące firmy krajowe i zagraniczne mające oddziały w kraju.

**Następnym tematem** były nowe rozwiązania i produkty w zakresie sieci i produktów sieciowych stosowanych w przemyśle. Tutaj można wskazać kilka zagadnień:

- rozwiązania sieciowe do stosowania w strefach zagrożonych wybuchem, najszersza oferta firmy Pepperl+Fuchs, do wielu sieci miejscowych: PROFIBUS, ControlNet, FOUNDATION fieldbus, MODBUS,
- nowe generacje sterowników napędów z interfejsami sieciowymi,

- uniwersalne, modułowe bramy do typowych sieci miejscowych: ARCNET, DeviceNet, CANopen, INTERBUS, PROFIBUS DP, w miniaturowej obudowie o wymiarach 90 x 125 x 55 mm do montażu na szynie, firmy Deutschmann Automation,
- bogata oferta składników sieci światłowodowych: konwerterów, interfejsów sieciowych, złączy, elementów kablowych, osprzętu, narzędzi i mierników firmy HARTING,
- bramy między różnymi standardami sieci, w obudowie szynowej, zintegrowane ze stacjami obiektowymi automatyki, eliminujące stosowanie komputerów w węzłach, firmy Berghof,
- wprowadzenie sieci PROFIBUS do aplikacji w automatyzacji procesów produkcyjnych, szczególnie wersji PA,
- zastosowanie sieci PROFIBUS do komunikacji z analizatorami gazów, płynów, stanu atmosfery, przez ponad 10 firm,
- stały rozwój systemów sieciowych w przemyśle, notowany przez wszystkie stowarzyszenia użytkowników sieci, mierzone liczbą producentów i typów produktów sieciowych, wartością sprzedaży, liczbą zainstalowanych węzłów sieci. Katalogi producentów i produktów poszczególnych standardów sieci obejmują corocznie znacznie więcej pozycji.

### **3.3. Opracowanie artykułu i anonsów dot. nowych produktów**

Omówienie prezentacji na targach w Hanowerze produktów powstałych w wyniku inicjatywy OPC zostało zawarte w publikacji Andrzeja Syrczyńskiego "Prezentacja inicjatywy Otwartych Systemów Sterowania Microsoft OPC" PAR nr 5/98.

Zgłoszono do redakcji PAR także szereg informacji o nowych produktach. W pierwszej kolejności są to anonse:

- Most CAN/Ethernet w module wejść/wyjść,
- Komputery przemysłowe PC montowane na szynie,
- Projektowanie i symulacja na modelach "fischertechnik".

### **3.4. Zebranie materiałów i wystąpienie na seminarium**

Wszystkie materiały uzyskane na targach, jak też nadchodzące materiały zamówione na stoiskach firm, są archiwizowane w ZSS i odpowiednio opisane. Materiały podlegały analizie merytorycznej, co pozwoliło na przygotowanie wyżej wspomnianych publikacji i prezentację na seminarium PIAP w dniu 2 czerwca 1998 r. Wystąpienie na seminarium obejmowało zarówno inicjatywę OPC, jak też nowe tendencje i produkty stosowane w sieciach przemysłowych.

### **3.5. Międzynarodowe Targi Poznańskie - zebrane materiały i informacje**

Na Targach Poznańskich w 1998 r., ze względu na ich obecny mało określony charakter, w porównaniu z imprezami omówionymi w punktach 3.1 i 3.2 prezentowane były stosunkowo nieliczne firmy z branży automatyki, szczególnie przemysłowych systemów sieciowych. Przeważały firmy krajowe. Analizując uzyskane materiały i informacje warto wskazać na następujące firmy oferujące nowe technologie i produkty sieciowe:

- Zakład Elementów i Systemów Automatyki Przemysłowej Mikrob S.A. w Ostrzeszowie; firma tworzy oprogramowania SCADA dla systemów automatyki. Obecnie oferuje system PRO-2000, przeznaczony do systemów sieciowych, zawierających nadrzędną sieć

11

zakładową oraz sieć miejscową, która może być redundowana. Platforma systemowa to QNX, lub Windows 95 i NT. Najnowsza wersja PRO-2000 INTERNET wykorzystuje standardy HTML i Java.

Inne produkty firmy Mikrob S.A. to koncentratory pomiarowe, konwertery sygnałów, przetworniki i separatory sygnałów w konstrukcji listwowej, oraz regulatory i sterowniki.

- QUANTUM Technology Transfer Corporation z Wrocławia specjalizuje się m.in. w miniaturowych komputerach do przestrzennie rozłożonych systemów sieciowych oraz kartach i oprogramowaniach komunikacyjnych do wielu standardów i wersji sieci, w tym ARCNET, Ethernet, Fast Ethernet, 100VG AnyLAN. Firma QUANTUM dostarcza i integruje systemy dla automatyki stosujące wielozadaniowy system operacyjny czasu rzeczywistego QNX, uważany za najkorzystniejszy do aplikacji przemysłowych, jak również promuje i sprzedaje liczne inne produkty programowe pracujące na platformie QNX. Firma jest dystrybutorem przemysłowych komputerów, paneli wyświetlających i stacji roboczych. Firma od 13 lat wydaje miesięcznik "Biuletyn informacyjny".
- IMPOL-1 Szafranski i S-ka, jest jednym z dystrybutorów sterowników przemysłowych Siemens oraz szeregu innych produktów dla automatyki. Najnowszym oferowanym produktem jest rozszerzona w tym roku rodzina mikrosterowników przemysłowych LOGO.

Należy podkreślić, iż szereg informacji, szczególnie najnowszych, jak też uzupełniających posiadane katalogi i oferty, uzyskiwano z sieci Internet. Tą drogą udało się m.in. zebrać pełne dane do propozycji wyposażenia sieciowych stanowisk szkoleniowych, które przedstawiono zainteresowanym firmom.



### 3.6. Opracowanie oferty udziału Instytutu w pracach CIMOSA

Kontakty z CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing - Open Systems Architecture) Associations e. V. zostały nawiązane przez ZSS, przy pomocy doc. C. Lichodziejewskiego, na konferencji "Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus" w Turynie, 28-30 października, 1998. Podczas dyskusji przedstawiciela PIAP z osobami kierującymi CIMOSA Associations e. V., tzn. Kurtem Kosanke i Martinem Zelm ustalono, że w momencie pozytywnego zakończenia PBZ-31-05 - do wiadomości CIMOSA Associations e. V. zostaną przesłane informacje na temat Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów PIAP oraz na temat projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05 pn. "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania". Informacje te (por. , odpowiednio, Załączniki 1 i 2) będą stanowiły podstawę do dyskusji o współpracy między CIMOSA a PIAP. Wspomniane załączniki zostały opracowane i będą przedstawione kierownictwu CIMOSA, służąc jako podstawa dyskusji na temat udziału PIAP w pracach CIMOSA.

#### 4. UTRZYMANIE I ROZWÓJ BAZY LABORATORYJNEJ

W ramach projektu zamawianego PBZ-31-05 zostało utworzone i wyposażone Laboratorium Systemów Sieciowych w pomieszczeniach hali 4A Instytutu. Laboratorium posiada segmenty sieci miejscowych LonWorks, PROFIBUS, Modbus, jak też segmenty sieci lokalnych IEEE 802.4 (Ethernet) i IEEE 802.4 (MAP). Wszystkie segmenty są połączone ze sobą za pomocą bram i mostów, a ponadto są powiązane z siecią instytutową Intranet i z siecią rozległą.

Ponadto laboratorium posiada kilka stanowisk badawczych zawierających urządzenia automatyki i pomiarów, wyposażonych w interfejsy sieciowe i dołączonych do sieci miejscowych. Należą do nich gniazdo zrobotyzowane, laserowe stanowisko pomiaru grubości, symulator wolnozmiennego procesu produkcyjnego z wzorcowym stanowiskiem operatorskim. Znaczna liczba komputerów z zainstalowanymi interfejsami sieciowymi wykonuje zadania węzłów sieci, bram, monitorów ruchu. Wszystkie składniki sprzętowe są wyposażone w odpowiednie składniki programowe: systemy operacyjne, oprogramowania komunikacyjne, systemy oprogramowań aplikacyjnych (SCADA), oprogramowania użytkowe stanowisk badawczych i szkoleniowych, oraz programy testowe.

Utrzymanie, wypracowanej przy realizacji PBZ, kompetencji Instytutu w zakresie przemysłowych systemów komunikacyjnych, w tym możliwości prowadzenia szkoleń i prac badawczych wymaga stałego utrzymania osiągniętego stanu laboratorium, a ponadto rozszerzania i aktualizacji wyposażenia odpowiednio do rozwoju techniki i pojawiania się nowych wersji oprogramowań. W kolejnych punktach rozdziału będą omówione poszczególne prowadzone działania.

W punktach 4.1. i 4.6. odnotowano wykonane prace konieczne do zachowania substancji laboratorium i uprzednio zbudowanych instalacji pilotażowo-badawczych.

Główny nacisk położono na włączenie do instalacji sieciowej najbardziej reprezentatywnych urządzeń automatyki, w postaci sterowników programowalnych PLC. Dokonano tego, dołączając sterownik typu CL200 firmy Bosch, pracujący z protokołem PROFIBUS-FMS i sterownik SIMATIC S7 ET 200B firmy Siemens, pracujący z protokołem PROFIBUS DP. W obu przypadkach zakupiono odpowiednie oprogramowania komunikacyjne i podręczniki. Prace obejmowały implementacje oprogramowania komunikacyjnego, określenie i wprowadzenie parametrów relacji komunikacyjnych do współpracujących stacji, opracowanie programów testowych i demonstracyjnych, przeprowadzenie badań. Ponadto w przypadku protokołu wersji DP (nie instalowanej i nie badanej w PIAP w ramach PBZ-31-05) konieczne było zapoznanie się z tym protokołem i wersją oprogramowania komunikacyjnego sprowadzonego z firmy Softing. Opis prac znajduje się w punktach 4.2, 4.4.

Z innych dokonań przedstawiono w p. 4.3. badania bezpośredniej komunikacji poprzez sieć z robotami gniazda. Jest to tryb pracy alternatywny do sterowania gniazda poprzez system SCADA firmy Intellution, co stanowi przedmiot prac Ośrodka Mechatroniki OME.

Wreszcie w p. 4.5. są prezentowane stosunkowo szerzej rezultaty kontynuowanych badań bramy między segmentami sieci miejscowej PROFIBUS i sieci lokalnej IEEE 802.3, oraz badania współpracy tych sieci, przy wykorzystaniu modułów oprogramowania EasyMAP (typu SCADA) firmy WM-data, w szczególności aplikacji wizualizacyjnej.

##### 4.1. Utrzymanie gotowości eksploatacyjnej instalacji sieciowych i zestawów badawczych

W pierwszej połowie 1998 r. prowadzono prace przy następujących składnikach wyposażenia laboratorium :

1. wykonano przegląd kabli sieci miejscowej PROFIBUS, poprawiono połączenia, wykonano nowe odcinki kabli,
2. wykonywano kontrole laserowego stanowiska pomiaru grubości, kilkakrotnie były wymieniane elementy stanowiska,

3. kontynuowano badania na gnieździe zrobotyzowanym. Zmianie uległa konfiguracja gniazda i ustawienie urządzeń. Z konfiguracji urządzeń usunięto stół obrotowy, który nie spełniał wymagań eksploatacyjnych. W związku z tym zmieniono ustawienie urządzeń i odpowiednio oprogramowanie robotów. Prowadzono dalsze badania systemu oprogramowania Intellution.

#### 4.2. Implementacja oprogramowania komunikacyjnego PROFIBUS w sterowniku Bosch CL200

- W dotychczasowej strukturze sieci PROFIBUS Laboratorium Systemów Sieciowych PIAP wszystkie stacje były komputerami PC wyposażonymi w odpowiednie karty sieciowe, a więc brak było urządzeń, które byłyby w stanie bezpośrednio realizować sterowanie. Lukę tę częściowo wypełniło włączenie do sieci sterownika CL-200 firmy Robert Bosch GmbH, tym bardziej, że w swoich założeniach sieć PROFIBUS jest przeznaczona przede wszystkim do bezpośredniego sprzęgania urządzeń automatyki a nie komputerów klasy PC.

##### 4.2.1 Konfiguracja sprzętowa

Sterownik CL-200 w wersji zastosowanej w Laboratorium składa się z następujących modułów:

- Moduł NT200 będący zasilaczem i przetwornikiem napięcia dla pozostałych pakietów sterownika. Wymaga on zasilania napięciem +24V z zewnętrznego źródła
- Moduł jednostki centralnej ZE200AM zawierający m.in.
  - port transmisji szeregowej wykorzystywany do komunikacji z zewnętrznym komputerem IBM PC w zakresie transmisji programu aplikacyjnego, diagnostyki programu i samego sterownika etc.
  - pojedynczy wejściowy kanał analogowy i cztery wyjściowe kanały analogowe. Pracują one w zakresie napięć od 0 do +10V, przy czym przetwornik analogowo - cyfrowy zapewnia rozdzielczość na poziomie 12 bitów (a więc napięcia mogą być odczytywane/wysterowywane z rozdzielczością  $10V/1024 \approx 0.01V$ )
- Moduł A24V-0.5A zawierający 16 wyjść cyfrowych +24V
- Moduł E24V-0.5A zawierający 16 wejść cyfrowych +24V
- Moduł R200P zawierający dwa porty: RS-485 do komunikacji z siecią PROFIBUS i RS-232 do komunikacji z innymi urządzeniami przemysłowymi.

Jako urządzenie zadające - diagnostyczne dla WE/WY sygnałów cyfrowych wykorzystano opracowany i wykonany w PIAP tester umożliwiający wyświetlanie na diodach luminescencyjnych stanu  $4 \times 16 = 64$  wyjściowych sygnałów +24V i zadawanie takiej samej liczby sygnałów wejściowych. Do sprawdzania poprawności pracy kanałów analogowych wykorzystano miernik cyfrowy oraz sprzężenie "na siebie" wyjścia z jednym z wejściowych kanałów analogowych.

##### 4.2.2 Tworzenie programu aplikacyjnego dla sterownika CL-200 współpracującego z siecią PROFIBUS-FMS

Oprogramowanie wszystkich stacji sieci PROFIBUS w laboratorium PIAP będącymi komputerami PC napisano w języku C/C++ z wykorzystaniem zakupionych funkcji bibliotecznych realizujących wszystkie usługi profibusowe. Wymagało to szczegółowej znajomości większości usług obsługiwanych przez protokół PROFIBUS-FMS i żmudnego sprawdzania zgodności wielu parametrów ustawianych w oprogramowaniu stacji współpracujących. Problem ten szczególnie dotyczył tworzenia wzajemnych relacji komunikacyjnych (CRL) i słownika (OD). W odniesieniu do sterowników przemysłowych ten sposób tworzenia programu aplikacyjnego jest nieefektywny, ze względu na stosowanie specjalizowanych języków programowania wyposażonych w ograniczoną

listę instrukcji i tak projektowanych, aby tworzenie aplikacji nie wymagało dogłębnej wiedzy informatycznej. Z tego powodu moduły sterowników przemysłowych przeznaczone do komunikacji z siecią PROFIBUS są tak projektowane, aby w maksymalnym stopniu odciążyć autora programu aplikacyjnego od elementów związanych samą siecią.

W przypadku sterownika CL-200 (podobnie dla innych sterowników przemysłowych) kolejne czynności związane z uruchomieniem transmisji siecią PROFIBUS polegają na:

- Umieszczenie w kasecie co najmniej modułu NT200 (zasilacza), ZE200 (jednostki centralnej) i R200P (moduł profibusowy). Adres w sieci PROFIBUS i typ stacji (MASTER/SLAVE) są ustawiane zworami na polach krosowych pakietu R200P.
- Po dołączeniu kabla transmisyjnego sieci PROFIBUS do modułu R200P i doprowadzeniu napięcia zasilania +24V do pakietu NT200 tak zestawiona stacja jest już "widoczna" przez program monitora sieciowego pracujący na dodatkowym komputerze PC. Należy podkreślić, że osiągnięcie tego stanu nie wymaga posadowienia na sterowniku żadnego oprogramowania aplikacyjnego, koniecznego w przypadku stacji będących komputerami PC, ponieważ wszystkie czynności związane z inicjowaniem sprzętu i jego diagnostyką wykonuje oprogramowanie umieszczone tam w pamięci typu ROM przez producenta. Oprogramowanie to realizuje także m.in. usługi ładowania do sterownika relacji komunikacyjnych (Load CRL) i słownika (Load OD).
- Zdefiniowanie i transmisja relacji komunikacyjnych CRL połączeń sterownika z innymi stacjami sieci PROFIBUS.

Czynność tę umożliwiają programy zwane konfiguratorami sieci. W Laboratorium Systemów Sieciowych PIAP są dostępne dwa takie programy:

- firmy BOSCH uzyskany w czasie promowania przez Instytut jej wyrobów,
- firmy Softing - zakupiony podczas kompletowania sprzętu dla Laboratorium.

Oba konfiguratorzy działają w środowisku systemu Windows 3.1 i są w zasadzie identyczne - mają taki sam interfejs użytkownika i sposób obsługi. Różnica pomiędzy nimi polega na tym, że wymagają różnych kart sieciowych, przy czym karty dla konfiguratora BOSCH-a Instytut nie posiada, a konfigurator Softinga korzysta z kart A1 - tych samych jakie zostały zastosowane w stacjach bramy PROFIBUS - LonWorks i bramy PROFIBUS - 802.3 oraz której wymaga inne oprogramowanie uruchomieniowe tzw. FDS (File Dialog System). Ponadto dla uruchomienia konfiguratora Softinga potrzebna jest obecność klucza hardwarowego tzw. "dongle" w złączu portu LPT1 komputera PC (konfigurator firmy BOSCH nie wymaga klucza). Oba konfiguratorzy pozwalają jednak na ograniczoną pracę bez kart sieciowych - karty te są wymagane w przypadku transmisji danych z/do komputera.

Dla zdefiniowania przy pomocy konfiguratora sieci relacji komunikacyjnych sterownika CL-200 do innych stacji współpracujących z nim należy najpierw zadeklarować jakie to będą stacje (funkcja "Topology Editor") a następnie dokonać "właściwej" konfiguracji (funkcja "CRL Editor"). Trzeba tutaj podkreślić, że nie jest wymagane opisywanie wszystkich relacji połączeń pozostałych stacji - konfigurator wymaga określenia tylko tych, które dotyczą sterownika CL-200. Na tym etapie wskazane jest także zdefiniowanie połączenia pomiędzy sterownikiem CL-200 a samym konfiguratorem (w topologii sieci konfigurator ma adres 0). Zdefiniowanie tej relacji będzie konieczne dla transmisji do sterownika definicji słownika Object Description.

Mając zdefiniowane relacje komunikacyjne dla sterownika CL-200 można sprawdzić ich formalną poprawność przy pomocy funkcji "Consistence", a następnie przesać je przy pomocy funkcji "Transfer - Download→CRL". Jeśli wszystko zostało wykonane poprawnie, to od tego momentu stacje współpracujące mogą nawiązywać połączenie ze sterownikiem, odczytywać jego identyfikator etc. ale nie ma jeszcze możliwości transferu zmiennych, a więc nie ma możliwości odczytu lub zapisu

stanu WE/WY sterownika. Do tego momentu nadal nie jest wymagane posadowienie na sterowniku jakiegokolwiek programu aplikacyjnego.

- Zdefiniowanie i transmisja słownika Object Description. Specjalistyczny język programowania sterownika CL-200 zakłada, że zmienne używane w programie aplikacyjnym mogą być przechowywane: w polu wskaźników (flag area), w polu danych (data field) lub tzw. modułach danych (data module). Przy tworzeniu słownika OD przy pomocy konfiguratora należy określić m.in. profibusowy typ zmiennej i jej hexadecymalny adres. Konfigurator nie jest programem ukierunkowanym na konkretny sterownik, więc dopuszcza wpisanie dowolnego adresu, ale sterownik CL-200 (a także inne sterowniki firmy BOSCH) stosują następujący format 8-cyfrowego adresu hexadecymalnego:
  - dwie pierwsze cyfry hexadecymalne określają miejsce przechowywania zmiennej: pole wskaźników - 4DH, pole danych - 43H, moduł danych - 44H,
  - dwie następne cyfry hexadecymalne określają indeks wybranego pola w którym ma być przechowywana zmienna,
  - cztery ostatnie cyfry hexadecymalne określają offset względem początku wybranego pola.

A zatem adres 44010004H oznacza, że zmienna będzie przechowywana w Data Module o indeksie 01 od offsetu 0004. W tym miejscu trzeba nadmienić że wszelkie podręczniki firmowe dotyczące sterowników z serii CL i ich modułów profibusowych całkowicie pomijają opis formatu adresu zmiennych. Opis ten można znaleźć tylko w skrypcie dotyczącym konfiguratora firmy BOSCH.

Po zdefiniowaniu słownika Object Dictionary można go przesłać funkcją "Transfer - Download→OD" do sterownika.

Jak wynika z powyższego opisu nie jest możliwe podłączenie do sieci PROFIBUS sterownika CL-200 bez wykorzystania konfiguratora sieci.

#### 4.2.3 Przykładowy program aplikacyjny dla sterownika CL-200

Program aplikacyjny sterownika CL-200 pracującego w sieci PROFIBUS-FMS może być programem autonomicznym, który sam realizuje algorytm sterowania wyjściami. Podczas tworzenia aplikacji dla sterownika CL-200 w Laboratorium Systemów Sieciowych przyjęto jednak koncepcję zakładającą że:

- nastawy wyjść sterownika tzn. szesnastu 1-bitowych wyjść cyfrowych i pojedynczego wyjścia analogowego będą określane na komputerze nadrzędnym (w tym przypadku na stacji głównej) i przesyłane siecią do sterownika (usługa FMS-WRITE-REQ realizowana na stacji głównej),
- program aplikacyjny sterownika będzie odczytywał stan szesnastu 1-bitowych wejść cyfrowych i czterech wejściowych kanałów analogowych i wysyłał informację o tym zawsze w momencie zmiany stanu jakiegokolwiek wejścia cyfrowego i dodatkowo - co 0.1 sekundy (usługa FMS-WRITE-REQ realizowana na sterowniku),
- "inicjatywa" nawiązywania połączenia (usługa INITIATE-REQ) będzie należeć tylko do stacji nadrzędnej.

Dla uproszczenia potencjalnego programu aplikacyjnego sterownika przeznaczonego do współpracy z siecią PROFIBUS w oprogramowaniu pakietu R200P (pamięć ROM) umieszczono gotowe funkcje odpowiedzi (RESPONSE) wszystkich usług protokołu FMS realizowanych przez ten pakiet. Funkcje te są uaktywniane automatycznie w chwili odebrania żądania wykonania danej usługi, a więc programista CL-200 nie musi ich umieszczać w kodzie swojego programu aplikacyjnego (można umieszczać instrukcje pozwalające na identyfikację wszystkich odpowiedzi (RESPONSE)



- ręczny tryb sterowania - przesuwając kursor w lewym okienku użytkownik ma możliwość wyboru sygnału którego stan ma zostać zmieniony. Zmiana stanu wyjścia cyfrowego sterownika lub dla kanału analogowego - wejście w tryb edycji nastawy następuje po wciśnięciu klawisza spacji. Zmiana nastawy powoduje jednoczesne wysłanie do CL-200 żądania wykonania usługi FMS-WRITE-REQ dla zmiennej o indeksie 43 (STEROWANIE\_WYJŚCIAMI - informacja o nastawach wszystkich wyjść sterownika)
- automatyczny tryb sterowania - program automatycznie co "Czas cyklu w trybie automatycznym" (patrz plansza) zmienia nastawy wyjść CL-200 i przesyła do sterownika żądanie wykonania usługi FMS-WRITE-REQ dla zmiennej o indeksie 43. Parametr "Czas cyklu w trybie automatycznym" może być zmieniany klawiszami PgUp, PgDn, a więc można regulować szybkość zapalania i gaszenia diod na pakiecie A24V-0.5A sterownika, a także zmian napięcia w kanale analogowym.

Podczas realizacji obydwu trybów pracy w prawym oknie planszy wyświetlana jest informacja o stanie wejść cyfrowych i napięciu odczytanym przez program sterownika CL-200 z czterech kanałów analogowych.

### 4.3 Alternatywna wersja komunikacji z robotem gniazda

Ze względu na przedłużające się prace związane z uruchomieniem całego gniazda robotowego składającego się z dwóch robotów URP-6, sterownika firmy OMRON i taśmociągu zdecydowano się wykonać alternatywne oprogramowanie umożliwiające poruszanie pojedynczym robotem przy pomocy komputera pracującego w sieci PROFIBUS-FMS.

Układ sterowania robota URP składa się z jednostki centralnej MV-52 i od jednego do ośmiu sterowników osi MV-20. W robotach przemysłowych URP sterowanie ruchem robota polega na odczycie stanu i zadawaniu przyrostów ruchu do sterowników osi przez autonomiczny program wykonywany w jednostce MV-52. Koncepcja sterowania przyjęta dla robota URP zakłada, że trajektoria ruchu i związane z tym nastawy dla modułów MV-20 są obliczane przez program wykonywany przez zewnętrzny komputer IBM PC, a pakiet jednostki centralnej MV-52 odgrywa rolę przekaźnika pomiędzy komputerem a sterownikami osi.

#### 4.3.1 Informacje wstępne o sterowaniu robotem URP przy pomocy komputera zewnętrznego

Robot URP może być sterowany programem wykonywanym w zewnętrznym komputerze IBM PC, komunikującym się z układem sterowania robota przez interfejs szeregowy RS-232. Od strony jednostki centralnej układu sterowania robota transmisję realizuje kanał B układu Z8530, wyprowadzony na "dolne", 25-pinowe złącze listwy czołowej pakietu MV-52. Kanał ten zostaje zaprogramowany do transmisji asynchronicznej w trybie generowania przerwań od pustego bufora nadawczego, pełnego bufora odbiorczego i zmiany stanu linii sterującej DCD (wyprowadzonej na pin 6 złącza zamiast linii DSR).

Restart programu jednostki centralnej MV-52, umożliwiającego sterowanie robotem URP z komputera zewnętrznego następuje po załączeniu zasilania części cyfrowej sterownika robota lub po wciśnięciu przycisku RESET na listwie czołowej pakietu MV-52, pod warunkiem założenia co najmniej jednej zwory pomiędzy zaciskami 1-2 lub/i 3-4 na polu krosowym K7 tego pakietu. Załączenie zasilania lub użycie przycisku RESET bez żadnej zwory na polu krosowym K7 powoduje, że kontrolę nad układem sterowania robota przejmuje program MONITOR OPERATORSKI, skąd przejście w tryb zewnętrznego sterowania robotem URP można wykonać wykorzystując funkcję "Z".

Podczas restartu programu umożliwiającego sterowanie robotem URP z komputera zewnętrznego programowany jest wewnętrzny sterownik przerwań i timer mikroprocesora 80186, oba zewnętrzne sterowniki przerwań PIC 8259A pakietu MV-52 i dwukanałowy układ transmisji szeregowy Z8530.

Oba kanały układu Z8530 zostają zaprogramowane do pracy asynchronicznej z następującymi parametrami transmisji:

- prędkość 9600 bitów/s,
- kontrolą parzystości,
- długością słowa równą 8 bitom,
- dwoma bitami stopu.

przy czym kanał A jest ustawiany w tryb pracy z odczytem stanu układu, kanał B - w tryb pracy ze zgłaszaniem przerw. Ponadto w trakcie restartu do wszystkich sterowników osi MV-20 robota URP zostają wysłane słowa sterujące zawierające zera na wszystkich pozycjach.

Sterowanie robotem URP z komputera zewnętrznego jest wykonywane przy pomocy kilku różnych przesyłek o ściśle określonych formatach. Program obsługujący transmisję od strony sterownika MV-52 sygnalizuje gotowość przyjęcia informacji z komputera zewnętrznego poprzez ustawienie linii DTR na pinie 20 kanału B układu Z8530 w stan wysoki (ok. +10V). Z kolei informacja ze sterownika może być wysłana tylko wtedy, gdy na pinie 6 tego kanału (linia DSR, dołączona do wyprowadzenia DCD kanału B) komputer współpracujący ustawił stan wysoki. Stan obu linii sterujących synchronizujących transmisję kanałem B układu Z8530 sygnalizują dodatkowo dwie zielone lampki LED na listwie czołowej pakietu MV-52: lampka lewa odpowiada linii DSR, lampka prawa - linii DTR, a świecenie danej lampki oznacza stan wysoki (ok. +10V) na odpowiadającej jej linii.

Program sterujący robotem URP, wykonywany w sterowniku MV-52, odczytuje dodatkowo stan odbiornika kanału A układu transmisji szeregowej Z8530. Odczyt znaku CTRL-Q (11H, inne znaki są ignorowane) powoduje wysłanie odpowiedniego komunikatu do kanału A tego układu, przekazanie sterowania do instrukcji pod adresem FFFF:0000H (FFFF0H) i w konsekwencji restart programu w sposób określony obecnością zwor na polu krosowym K7. Należy podkreślić, że do sterowania robotem URP nie jest wymagane podłączenie dodatkowego komputera do kanału A układu Z8530.

Sterując robotem URP przy pomocy programu wykonywanego przez zewnętrzny komputer IBM PC należy mieć świadomość, że przesłanie pojedynczego bajtu każdej przesyłki łączem szeregowym przy szybkości transmisji równej 9600 bodów trwa ponad 1 milisekundę. Oznacza to, że użytkownik w programie sterującym musi dodatkowo uwzględnić czas potrzebny na transmisję z/do sterownika, przy założeniu, że czas reakcji samego pakietu MV-52 jest pomijalny.



### 4.3.2 Przesyłki do sterowania robotem URP przy pomocy zewnętrznego komputera

#### 4.3.2.1 Zapytanie o liczbę osi robota

##### Przesyłka z komputera (1-bajtowa):

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0001
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

##### Odpowiedź ze sterownika (1-bajtowa):

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0001
- bit 3: Bez znaczenia
- bity 2, 1, 0: Określają liczbę osi robota:
  - 000 - jedna oś,
  - 001 - dwie osie,
  - 010 - trzy osie,
  - 011 - cztery osie,
  - 100 - pięć osi
  - 101 - sześć osi,
  - 110 - siedem osi,
  - 111 - osiem osi.

#### 4.3.2.2 Zapytanie o słowo stanu osi:

##### Przesyłka z komputera (1-bajtowa):

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0010
- bit 3: Bez znaczenia
- bity 2, 1, 0: Określają numer osi robota:
  - 000 - pierwsza oś,
  - 001 - druga oś,
  - 010 - trzecia oś,
  - 011 - czwarta oś,
  - 100 - piąta oś,
  - 101 - szósta oś,
  - 110 - siódma oś,
  - 111 - ósma oś.

**Odpowiedź ze sterownika (2-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bity 7, 6, 5, 4:** Kod przesyłki = 0010
- **bit 3:** Bez znaczenia
- **bity 2, 1, 0:** Określają numer osi robota:
  - 000 - pierwsza oś,
  - 001 - druga oś,
  - 010 - trzecia oś,
  - 011 - czwarta oś,
  - 100 - piąta oś,
  - 101 - szósta oś,
  - 110 - siódma oś,
  - 111 - ósma oś.

2. Drugi bajt:

7	6	5	x	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bit 7:** WRITEEN\_IL - informacja, że jest zezwolenie na zapis nowych przyrostów ruchu dla wszystkich osi robota (jest to iloczyn logiczny bitów WRITEEN wszystkich osi robota):
  - 0 - brak zezwolenia na zapis,
  - 1 - jest zezwolenie na zapis.
- **bit 6:** WRITEEN
  - 0 - brak zezwolenia na zapis,
  - 1 - jest zezwolenie na zapis.
- **bit 5:** BUDZIK - informacja że zawiesił się program sterownika i wymagany jest restart sterownika ze strony programu głównego (PROGRST):
  - 0 - program nie zawiesił się,
  - 1 - program zawiesił się.
- **bit 4:** Bez znaczenia
- **bit 3:** Bez znaczenia
- **bit 2:** ERROR - informacja, że błąd położenia jest zbyt duży:
  - 0 - brak błędu,
  - 1 - jest błąd.
- **bit 1:** INPOS - informacja o błędzie położenia w strefie zerowej:
  - 0 - brak błędu,
  - 1 - jest błąd.
- **bit 0:** OSZSYNCHR: - informacja o zsynchronizowaniu osi osi:
  - 0 - oś niezsynchronizowana
  - 1 - oś zsynchronizowana

4.3.2.3 Zapytanie o zsynchronizowanie osi:

**Przesyłka z komputera (1-bajtowa):**

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: kod przesyłki = 0011
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

**Odpowiedź ze sterownika (2-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0011
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

2. Drugi bajt:

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bit 7: Informacja o zsynchronizowaniu osi 8:  
0 - oś niezsynchronizowana,  
1 - oś zsynchronizowana.
- bit 6: Informacja o zsynchronizowaniu osi 7,
- bit 5: Informacja o zsynchronizowaniu osi 6,
- bit 4: Informacja o zsynchronizowaniu osi 5,
- bit 3: Informacja o zsynchronizowaniu osi 4,
- bit 2: Informacja o zsynchronizowaniu osi 3,
- bit 1: Informacja o zsynchronizowaniu osi 2,
- bit 0: Informacja o zsynchronizowaniu osi 1.

4.3.2.4 Zapytanie o zezwolenie na zapis nowych przyrostów ruchu:

**Przesyłka z komputera (1-bajtowa):**

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0100
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

**Odpowiedź ze sterownika (2-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0100
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

2. Drugi bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bit 7:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 8:  
0 - brak zezwolenia,  
1 - jest zezwolenie.
- **bit 6:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 7,
- **bit 5:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 6,
- **bit 4:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 5,
- **bit 3:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 4,
- **bit 2:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 3,
- **bit 1:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 2,
- **bit 0:** Informacja o zezwoleniu na wykonanie zapisu nowego przyrostu ruchu dla osi 1.

4.3.2.5 Rozkaz synchronizacji wszystkich osi:

**Przesyłka z komputera (1-bajtowa):**

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0101
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

**Odpowiedź ze sterownika:**

Brak odpowiedzi

## 4.3.2.6 Przesyłka ze słowem sterującym danej osi:

**Przesyłka z komputera (2-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bity 7, 6, 5, 4:** Kod przesyłki = 0110
- **bit 3:** Bez znaczenia
- **bity 2, 1, 0:** Określają numer osi robota:
  - 000 - pierwsza oś,
  - 001 - druga oś,
  - 010 - trzecia oś,
  - 011 - czwarta oś,
  - 100 - piąta oś,
  - 101 - szósta oś,
  - 110 - siódma oś,
  - 111 - ósma oś.

2. Drugi bajt:

x	x	x	x	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bity 7, 6, 5, 4, 3:** Bez znaczenia,
- **bit 2:** Rozkaz synchronizacji wszystkich osi:
  - 0 - nie synchronizuj wszystkich osi,
  - 1 - załączenie synchronizacji wszystkich osi.
- **bit 1:** Rozkaz STOP dla danej osi:
  - 0 - nie załączaj stopu,
  - 1 - załączenie stopu osi.
- **bit 0:** Rozkaz synchronizacji danej osi:
  - 0 - nie synchronizuj danej osi,
  - 1 - załączenie synchronizacji danej osi.

**Działanie:**

- jeśli bit 2 jest równy 1 (synchronizacja wszystkich osi) to do każdego sterownika osi jednostka MV-52 wysła 1-bajtowy rozkaz nakazujący synchronizację tej osi (bez badania, czy jest ona zsynchronizowana, czy nie). Rozkaz ten nie zawiera polecenia "STOP OSI" nawet jeśli w przesyłce z komputera IBM PC był on wymieniony).
- jeśli bit 2 jest równy 0 (brak polecenia synchronizacji wszystkich osi) to do sterownika danej osi (o numerze zawartym w przesyłce) przesyłany jest rozkaz zawierający polecenia zawarte na dwóch ostatnich bajtach przesyłki z komputera IBM PC.

**Odpowiedź ze sterownika:**

Brak odpowiedzi

4.3.2.7 Przesyłka z pytaniem o pozycję osi:

**Przesyłka z komputera (1-bajtowa):**

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0111
- bit 3: Bez znaczenia
- bity 2, 1, 0: Określają numer osi robota:
  - 000 - pierwsza oś,
  - 001 - druga oś,
  - 010 - trzecia oś,
  - 011 - czwarta oś,
  - 100 - piąta oś,
  - 101 - szósta oś,
  - 110 - siódma oś,
  - 111 - ósma oś.

**Odpowiedź ze sterownika (przesyłka 3-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 0111
- bit 3: Bez znaczenia
- bity 2, 1, 0: Określają numer osi robota:
  - 000 - pierwsza oś,
  - 001 - druga oś,
  - 010 - trzecia oś,
  - 011 - czwarta oś,
  - 100 - piąta oś,
  - 101 - szósta oś,
  - 110 - siódma oś,
  - 111 - ósma oś.

2. Drugi bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: HIGH - określają numer kolejnego obrotu osi silnika (zakres ruchu 256 obrotów).

3. Trzeci bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: LOW - określają położenie w ramach jednego obrotu osi silnika (rozdzielczość 1/256 obrotu).

## 4.3.2.8 Przesyłka z przyrostem zadany:

**Przesyłka z komputera (3-bajtowa):**

## 1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bity 7, 6, 5, 4:** Kod przesyłki = 1000
- **bit 3:** Bez znaczenia
- **bity 2, 1, 0:** Określają numer osi robota:

000 - pierwsza oś,  
 001 - druga oś,  
 010 - trzecia oś,  
 011 - czwarta oś,  
 100 - piąta oś,  
 101 - szósta oś,  
 110 - siódma oś,  
 111 - ósma oś.

## 2. Drugi bajt:

7	6	5	4	3	x	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bit 7:** Znak przyrostu ruchu:
  - 0 - ruch ujemny, "DO TYŁU", przeciwny do ruchu wskazówek zegara,
  - 1 - ruch dodatni, "DO PRZODU", zgodny z ruchem wskazówek zegara.
- **bity 6, 5, 4, 3:** Czas wykonania pojedynczego rozkazu ruchu:
  - 1000 - czas 64 milisekundy,
  - 0100 - czas 32 milisekundy,
  - 0010 - czas 16 milisekundy,
  - 0001 - czas 8 milisekund.
- **bit 2:** Bez znaczenia.
- **bity 1, 0:** Najstarsze dwa bity określające przyrost ruchu (bit 1 jest ignorowany jeśli czas wykonania pojedynczego rozkazu ruchu wynosi 32, 16 lub 8 milisekund, bit 1 i 0 są ignorowane jeśli czas wykonania pojedynczego rozkazu ruchu wynosi 16 lub 8 milisekund).

## 3. Trzeci bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- **bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0:** Najmłodsze bity określające przyrost ruchu (bit 7 jest ignorowany jeśli czas wykonania pojedynczego rozkazu ruchu wynosi 8 milisekund).

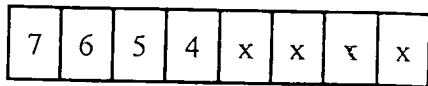
**Odpowiedź ze sterownika:**

Brak odpowiedzi.

4.3.2.9 Przesyłka z poleceniem odczytania 8-bajtowego portu:

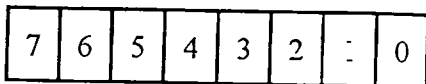
**Przesyłka z komputera (3-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:



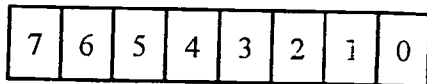
- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 1001
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

2. Drugi bajt:



- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: HIGH\_ADDRESS - starszy bajt 16-bitowego adresu portu WE,

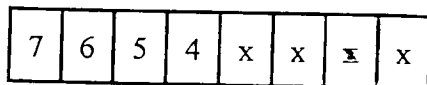
3. Trzeci bajt:



- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: LOW\_ADDRESS - młodszy bajt 16-bitowego adresu portu WE.

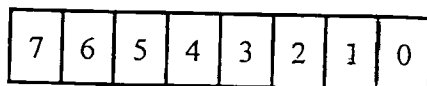
**Odpowiedź ze sterownika (2-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:



- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 1001
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

2. Drugi bajt:

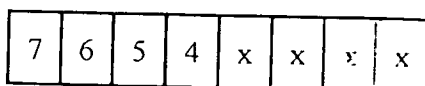


- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: Odczytana wartość z portu 8-bitowego.

4.3.2.10 Przesyłka z poleceniem odczytania 16-bajtowego portu:

**Przesyłka z komputera (3-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:



- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 1010
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia



2. Drugi bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: HIGH\_ADDRESS - starszy bajt 16-bitowego adresu portu WE,

3. Trzeci bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: LOW\_ADDRESS - młodszy bajt 16-bitowego adresu portu WE.

**Odpowiedź ze sterownika (2-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 1010
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

2. Drugi bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: HIGH\_VALUE - starszy bajt odczytanej wartości 16-bitowego.

3. Trzeci bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: LOW\_VALUE - młodszy bajt odczytanej wartości 16-bitowego.

4.3.2.11 Przesyłka z poleceniem wysterowania 8-bajtowego portu:

**Przesyłka z komputera (4-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 1011
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

2. Drugi bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: HIGH\_ADDRESS - starszy bajt 16-bitowego adresu portu WY,

3. Trzeci bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: LOW\_ADDRESS - młodszy bajt 16-bitowego adresu portu WY.

4. Czwarty bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: Wartość 1-bajtowa, która ma zostać wysłana przez port WY.

**Odpowiedź ze sterownika (2-bajtowa):**

Brak odpowiedzi.

4.3.2.12 Przesyłka z poleceniem wysterowania 16-bajtowego portu:

**Przesyłka z komputera (5-bajtowa):**

1. Pierwszy bajt:

7	6	5	4	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4: Kod przesyłki = 1100
- bity 3, 2, 1, 0: Bez znaczenia

2. Drugi bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: HIGH\_ADDRESS - starszy bajt 16-bitowego adresu portu WY,

3. Trzeci bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: LOW\_ADDRESS - młodszy bajt 16-bitowego adresu portu WY.

4. Czwarty bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: HIGH\_VALUE - starszy bajt 16-bitowej wartości, która ma zostać wysłana przez port WY.

5. Piąty bajt:

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

- bity 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: LOW\_VALUE - młodszy bajt 16-bitowej wartości, która ma zostać wysłana przez port WY.

**Odpowiedź ze sterownika (2-bajtowa):**

Brak odpowiedzi.

### 4.3.3 Sprzężenie robota URP z siecią PROFIBUS-FMS w Laboratorium Systemów Sieciowych PIAP

Współpracę z układem sterowania robota URP, a także z innymi stacjami dołączonymi do sieci PROFIBUS realizuje program `stacja.exe`. W zależności od parametru wywołania może on bezpośrednio sterować ruchami robota lub wykonywać zadania przeznaczone dla stacji nadrzędnej:

- `stacja.exe /a:20`  
obsługa gniazda robotowego,
- `stacja.exe /a:9`  
obsługa stacji nadrzędnej sieci Profibus (jest to także opcja domyślna).

Konfigurację sprzętową i obsługę tego programu opisano szczegółowo w sprawozdaniu nr arch. 7443 pt. "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatykę wytwarzania: Zadanie 5 - Zestawienie i badania wzorcowych węzłów i instalacji sieciowych CIM". W rozdziale tym zostanie zawarty opis uzupełnień programu o funkcje obsługi pojedynczego robota URP.

Aby umożliwić sterowanie ruchami robota URP przy pomocy sieci PROFIBUS-FMS w programie `stacja.exe` zdefiniowano następujące zmienne "profibusowe":

Indeks zmiennej:	Nazwa zmiennej:	Typ:	Opis:
59	STAN_ROBOTA	Usign16	Opis stanu w którym znajduje się stacja wykonująca bezpośrednio test robota URP
60	TAU_1	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 1
61	TAU_2	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 2
62	TAU_3	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 3
63	TAU_4	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 4
64	TAU_5	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 5
65	TAU_6	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 6
66	TAU_7	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 7
67	TAU_8	Usign16	Czas wykonywania rozkazu ruchu osi 8
68	DELTA_1	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 1
69	DELTA_2	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 2
70	DELTA_3	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 3
71	DELTA_4	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 4
72	DELTA_5	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 5
73	DELTA_6	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 6
74	DELTA_7	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 7
75	DELTA_8	Usign16	Wartość przyrostu ruchu osi 8
76	MOVE_1	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 1
77	MOVE_2	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 2
78	MOVE_3	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 3
79	MOVE_4	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 4
80	MOVE_5	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 5

81	MOVE_6	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 6
82	MOVE_7	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 7
83	MOVE_8	Usign16	Początkowy kierunek ruchu osi 8
84	QUANT_1	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 1
85	QUANT_2	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 2
86	QUANT_3	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 3
87	QUANT_4	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 4
88	QUANT_5	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 5
89	QUANT_6	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 6
90	QUANT_7	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 7
91	QUANT_8	Usign16	Ilość rozkazow ruchu osi 8
92	TEST_1	Usign16	Ruch osi 1 podczas testu
93	TEST_2	Usign16	Ruch osi 2 podczas testu
94	TEST_3	Usign16	Ruch osi 3 podczas testu
95	TEST_4	Usign16	Ruch osi 4 podczas testu
96	TEST_5	Usign16	Ruch osi 5 podczas testu
97	TEST_6	Usign16	Ruch osi 6 podczas testu
98	TEST_7	Usign16	Ruch osi 7 podczas testu
99	TEST_8	Usign16	Ruch osi 8 podczas testu

Znaczenie tych zmiennych jest następujące:

### STAN\_ROBOTA

- zmienna ta jest wykorzystywana do przekazywania informacji o stanie stacji podrzędnej (w tym przypadku stacji bezpośrednio podłączonej układem transmisji szeregowej do sterownika robota), przy czym informacja ta jest przekazywana ze stacji podrzędnej do stacji głównej. Zmienna STAN\_ROBOTA może przyjmować następujące wartości:

- STAN\_OCZEKIWANIA = 0x0001
- EDYCJA\_PARAMETRU = 0x0002
- RUCH\_OSIA\_DO\_PRZODU = 0x0003
- RUCH\_OSIA\_DO\_TYLU = 0x0004
- AUTOMATYCZNY\_TEST\_ROBOTA = 0x0005

Informacja przekazywana przez tę zmienną jest wykorzystywana do wyświetlania odpowiednich komunikatów na monitorze stacji głównej.

### TAU\_x

- zmienna określająca czas realizacji pojedynczego rozkazu ruchu osi x (x=1,...,8) przez sterownik MV-20 układu sterowania robota URP. W robocie URP przyjęto, że pojedynczy rozkaz ruchu osi można realizować w czasie 8, 16, 32 lub 64 milisekund, przy czym im dłuższy czas wybrano, tym większy przyrost położenia można zrealizować. Dla czasu 8 milisekund maksymalny przyrost położenia wynosi 0x7F (maksymalna liczba zapisana na 7 bitach), dla czasu 64 milisekund wynosi on 0x3FF (maksymalna liczba zapisana na 10 bitach).

**DELTA\_x**

- zmienna ta określa wartość przyrostu ruchu realizowanego przez sterownik MV-20 osi x podczas poruszania tą osią (patrz opis powyżej).

**MOVE\_x**

- zmienna ta określa początkowy kierunek ruchu osi "x" robota podczas wykonywania automatycznego testu. W programie `stacja.exe` może ona przyjmować dwie następujące wartości:

- DO\_PRZODU = 0x0000
- DO\_TYLU = 0xFFFF

**QUANT\_x**

- zmienna ta określa liczbę wykonywanych rozkazów ruchu osi "x" w każdym kierunku podczas automatycznego testu.

**TEST\_x**

- zmienna ta określa, czy podczas automatycznego testu ma być realizowany ruch osią "x":

- OFF = 0xFFFF - ruch osi "x" jest wyłączony,
- ON = 0x0000 - ruch osi "x" jest załączony

#### 4.3.3.1 Realizacja ręcznego i automatycznego poruszania osiami robota

Po wybraniu funkcji "Normalna praca" na ekranie stacji głównej i stacji podrzędnej zostają wyświetlone następujące planse informacyjne:

- w przypadku stacji głównej:

Test robota URP - stacja NADRZĘDNA:					
Numer osi robota:	Czas wykonywania pojedynczego rozkazu ruchu:	Wartość przyrostu ruchu:	Początkowy kierunek ruchu:	Ilość rozkazów ruchu:	Ruch osi podczas testu:
Oś 1:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	14	ON
Oś 2:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	13	OFF
Oś 3:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	12	ON
Oś 4:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	11	OFF
Oś 5:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	10	ON
Oś 6:	16 ms	0010 0000	DO TYŁU	1000	OFF
Oś 7:	32 ms	0 0100 0000	DO TYŁU	100	OFF
Oś 8:	64 ms	00 1000 0000	DO TYŁU	10	OFF
..OCZEKIWANIE NA POLECENIE UŻYTKOWNIKA..			Czas próbkowania: 30.0 sek.		
F1 - pojedynczy ruch osią "DO PRZODU"	STRZAŁKI	--- wybór parametru do edycji i zmiany			
F2 - pojedynczy ruch osią "DO TYŁU"	HOME,END	-+ tryb edycji parametru			
F5 - start autom. testu robota	SPACE	- do menu nadrzędnego			
PGUP - wydłużanie czasu próbkowania	ESC	- do systemu MS DOS			
PGDN - skracanie czasu próbkowania	CTRL+BREAK	- zatrzymanie testu			
	KAŻDY INNY KLAWISZ				

- w przypadku stacji podrzędnej:

Test robota URP - stacja PODRZĘDNA:					
Numer osi robota:	Czas wykonywania pojedynczego rozkazu ruchu:	Wartość przyrostu ruchu:	Początkowy kierunek ruchu:	Ilość rozkazów ruchu:	Ruch osi podczas testu:
Oś 1:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	14	ON
Oś 2:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	13	OFF
Oś 3:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	12	ON
Oś 4:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	11	OFF
Oś 5:	8 ms	001 1111	DO PRZODU	10	ON
Oś 6:	16 ms	0010 0000	DO TYŁU	1000	OFF
Oś 7:	32 ms	0 0100 0000	DO TYŁU	100	OFF
Oś 8:	64 ms	00 1000 0000	DO TYŁU	10	OFF
..OCZEKIWANIE NA POLECENIE UŻYTKOWNIKA..					
F1 - pojedynczy ruch osią "DO PRZODU"	STRZAŁKI --- wybór parametru do				
F2 - pojedynczy ruch osią "DO TYŁU"	HOME, END +- edycji i zmiany				
F5 - start autom. testu robota	SPACE - tryb edycji parametru				
	ESC - do menu nadrzędnego				
DOWOLNY klawisz wciśnięty podczas realizacji autom. testu kończy test.	CTRL+BREAK - do systemu MS DOS				

Na obu stacjach użytkownik ma możliwość zadawania parametrów ruchu osi (czas wykonywania pojedynczego rozkazu ruchu, wartość przyrostu ruchu) i parametrów testu automatycznego (początkowy kierunek ruchu, ilość rozkazów ruchu). Zmiana jakiegokolwiek parametru na jednej ze stacji powoduje, że wysyła ona do stacji współpracującej polecenie wykonania usługi "profibusowej" FMS\_WRITE\_REQ dotyczącej zmiennej, której wartość zmodyfikowano. Pociąga to za sobą jednoczesną zmianę wyświetlanej informacji na stacji do której wysłano to polecenie. Dodatkowo stacja główna co określony czas wysyła do stacji podrzędnej "profibusowe" polecenie FMS\_READ\_REQ dotyczące wszystkich zmiennych służących do obsługi robota URP. Czas ten określany jako "czas próbkowania" (patrz rysunek planszy) można zmieniać na stacji głównej przy pomocy klawiszy PgUp, PgDn.

Poruszanie osiami robota może być wykonywane dwoma sposobami:

### 1. Ręczne poruszanie pojedynczą osią robota:

Ręczne poruszanie osią robota jest możliwe tylko wtedy, kiedy na planszach obu stacji (albo tylko na stacji podrzędnej o ile pracuje ona jako stacja autonomiczna) jest wyświetlona informacja "...OCZEKIWANIE NA POLECENIE UŻYTKOWNIKA...". Aby wykonać ruch osi (wydać polecenie wykonania pojedynczego rozkazu ruchu) użytkownik musi wykonać następujące czynności:

- wybrać oś którą zamierza poruszyć. Wybór osi następuje po ustawieniu podświetlonego niebieskiego okienka na dowolnym parametrze odpowiadającym danej osi. Należy zwrócić tutaj uwagę, że wybór osi (tj. zmiana podświetlenia okienka) nie "przenosi się" pomiędzy stacjami.
- wcisnąć klawisz F1 (ruch wybraną osią do przodu) lub F2 (ruch wybraną osią do tyłu).

Przy poruszaniu ręcznym nie jest możliwe uzyskanie "płynnego" ruchu osi ze względu na opóźnienie wprowadzane przez transmisję informacji o wciśniętych klawiszach pomiędzy klawiaturą a komputerem PC. Aby uzyskać "płynny" ruch należy wybrać funkcję automatycznego testu robota.

## 2. Automatyczny test robota:

Automatyczny test robota jest możliwy tylko wtedy, kiedy na planszach obu stacji (albo tylko na stacji podrzędnej o ile pracuje ona jako stacja autonomiczna) jest wyświetlona informacja "...OCZEKIWANIE NA POLECENIE UŻYTKOWNIKA...". Aby rozpocząć wykonywanie tego testu użytkownik musi wcisnąć na jednej ze stacji klawisz F5.

W obu przypadkach ruch wybraną osią (lub osiami - dla automatycznego testu) jest realizowany przez stację podrzędną i polega na:

- wysłaniu kanałem transmisji szeregowej do sterownika robota zapytania o zezwolenie na zapis nowych przyrostów ruchu,
- jeśli sterownik układ sterowania robota zezwala na zapis nowego przyrostu ruchu formowana jest przesyłka określająca do której osi przyrost ten ma zostać wysłany, w którym kierunku oś ma wykonać ruch, w jakim czasie (8, 16, 32 lub 64 milisekund) i o jaki przyrost. Gotowa przesyłka jest transmitowana przez interfejs szeregowy do robota.

W przypadku automatycznego testu program porusza wszystkimi tymi osiami robota, dla których w kolumnie "Ruch osi podczas testu" wpisano wartość "ON", przy czym poruszanie daną osią rozpoczyna się w kierunku określonym wartością wpisaną w kolumnie "Początkowy kierunek ruchu" i jest realizowane przez wysłanie do danej osi tylu rozkazów ruchu, ile wpisano do kolumny "Ilość rozkazów ruchu" (po ich zrealizowaniu program zlicza od początku, ale ruch odbywa się w odwrotnym kierunku). Zakończenie testu (zatrzymanie robota) następuje po wciśnięciu na klawiaturze stacji podrzędnej **dowolnego** klawisza lub na polecenie wysłane ze stacji nadrzędnej. W tym drugim przypadku zatrzymanie robota nastąpi po użyciu dowolnego klawisza poza tymi, które są klawiszami funkcyjnymi, wykorzystywanymi w stanie "...OCZEKIWANIE NA POLECENIE UŻYTKOWNIKA...". Pozwala to ze stacji głównej modyfikować parametry ruchu osi i parametry samego testu bez zawieszania testu (bez przerywania poruszania osiami).

### Uwaga !

Opisany powyżej automatyczny test robota ma tylko wykazać możliwość sterowania ruchami osi robota przy pomocy sieci PROFIBUS-FMS i łącza szeregowego, a więc polega tylko na wysyłaniu kolejnych przyrostów ruchu do wybranych osi, **bez śledzenia** trajektorii ruchu. Dlatego wykonując go należy zachować szczególną ostrożność przy wyborze wszystkich parametrów, a w szczególności podczas ich modyfikacji w trakcie realizacji testu.

#### 4.4. Implementacja protokołu PROFIBUS-DP do współpracy ze sterownikiem ET-200B firmy SIEMENS

##### 4.4.1 Wnioski z badań wersji FMS protokołu PROFIBUS

Sieć PROFIBUS zainstalowana w ramach projektu PBZ-31-05 w Laboratorium PIAP działała w oparciu tylko o protokół FMS. Pozwala on na przekazywanie informacji o parametrach i nastawach dla procesów realizowanych w poszczególnych stacjach, ale jego podstawową wadą są długie ramki danych, których rozmiar jest w małym stopniu zależny od ilości zawartej w nich efektywnej informacji. Sprawia to, że protokół PROFIBUS-FMS jest zbyt wolny do realizacji sterowania on-line w procesach szybkozmiennych.

Ponadto posiada on kilka innych wad, sprawiających dużo kłopotów podczas tworzenia aplikacji. Do najbardziej istotnych, które wynikły w trakcie rozwijania sieci FMS w PIAP autorzy zaliczają:

1. Protokół FMS wymaga dokładnego dopasowania relacji połączeń pomiędzy poszczególnymi stacjami. Niezgodność jednego z długiej listy parametrów relacji połączeń w zasadzie wyklucza możliwość nawiązania połączenia, a zatem jakąkolwiek współpracę pomiędzy stacjami. Problem ten w dużym stopniu upraszcza zastosowanie konfiguratora sieci. Ale jest on przede wszystkim przeznaczony dla sterowników, które posiadają moduły profibusowe z już oprogramowanymi niektórymi usługami (Load-CRL, Load-OD - patrz rozdział 4.2. dotyczący sterownika CL-200 firmy BOSCH). W przypadku stacji działających w oparciu o komputery PC (dominujących w Laboratorium) konfigurator można praktycznie zastosować tylko do uzyskania wydruku na papierze, natomiast wymagane jest ręczne wprowadzanie parametrów do programów źródłowych. Wymusza to potrzebę dodatkowego uzgadniania relacji połączeń pomiędzy autorami oprogramowania każdej stacji.
2. Podobnych uzgodnień jak dla relacji połączeń wymaga także dopasowanie listy zmiennych (słownik Object Description), za pośrednictwem których można efektywnie przekazywać informacje pomiędzy stacjami.
3. Trzecim istotnym problemem jest konieczność dopasowania transmisji zmiennych pomiędzy stacjami.

Ten ostatni, trzeci problem można wytłumaczyć na następującym przykładzie: Załóżmy, że stację A wyposażono w kilka wejść cyfrowych, których stan na bieżąco uaktualnia wartość pewnej zmiennej. Zmiana wartości tej zmiennej (zmiana stanu wejść cyfrowych) jest istotna z punktu widzenia stacji B. Stacja B może zatem zażądać od stacji A realizacji usługi FMS-READ, ale wymaga to wysłania tego żądania, oczekiwania na jego potwierdzenie i wreszcie zbadania czy istotnie nastąpiła zmiana stanu wejść cyfrowych stacji A. Może się zatem okazać, że realizacja całej tej pętli programowej z punktu widzenia stacji B była zbędna, bo stan wejść nie uległ zmianie. W tym przypadku nie ma potrzeby dopasowywania transmisji zmiennych - obie stacje muszą tylko zapewnić realizację usługi FMS-READ.

Ale transmisję tę można zrealizować również inaczej: Jeśli stacja A stwierdziła, że uległ zmianie stan wejść cyfrowych, to automatycznie wysłała do stacji B żądanie realizacji usługi FMS-WRITE. W tym wariantcie stacja B musi tylko stwierdzić, że jej moduł profibusowy potwierdził wykonanie takiej usługi, a więc informacja o zmianie stanu wejść cyfrowych stacji A została odebrana i jest dostępna.

Ten wariant transmisji można zatem porównać do pracy w trybie przerwaniowym, znacznie prostszym do realizacji z punktu widzenia programu aplikacyjnego stacji B. W przypadku większej liczby zmiennych praca w wariantcie pierwszym jest bardzo mało efektywna ze



względów czasowych, co potwierdziło się w Laboratorium podczas pracy związanej z programem prezentacyjnym dla bramy Profibus - Wizcon. Wariant drugi wymaga jednak nie tylko realizacji usług FMS-WRITE na stacjach współpracujących, ale także wcześniejszych ustaleń co do wzajemnego powiązania funkcjonalnego ich aplikacji. W Laboratorium w wariantcie tym zrealizowano współpracę pomiędzy CL-200 a stacją nadrzędną i wydaje się, że możliwe jest sterowanie w trybie on-line.

Protokół PROFIBUS-DP pozwala uniknąć wymienionych niedogodności. Ze względu na krótsze ramki pozwala na znacznie efektywniejszą transmisję niż protokół FMS przy zastosowaniu tej samej prędkości transmisji po medium. Wreszcie istotne jest to, że sterowniki przeznaczone do współpracy z siecią DP jako stacje SLAVE nie wymagają żadnych modyfikacji istniejących "fabrycznych" programów aplikacyjnych - ponieważ nie realizują żadnego algorytmu, lecz tylko pośredniczą pomiędzy siecią a wejściami i wyjściami (właściwe sterowanie realizuje sterownik lub komputer nadrzędny).

#### 4.4.2 Aktualne możliwości adaptacji protokołu PROFIBUS-DP w laboratorium

W toku realizacji niniejszego zlecenia (I połowa 1998) w Laboratorium Systemów Sieciowych PIAP dostępny był następujący sprzęt i oprogramowanie umożliwiające aplikację protokołu PROFIBUS-DP:

- sześć kart sieciowych A2 produkcji firmy Softing. Większość z nich (4 sztuki) została zainstalowana w stacjach obsługujących protokół PROFIBUS-FMS, ponieważ karty A2 pozwalają obsługiwać oba protokoły. Oprócz kart sieciowych firma Softing dostarczyła biblioteki dla programów aplikacyjnych wykorzystujących te karty. Uruchomienie aplikacji DP w oparciu o karty A2 i biblioteki Softinga wymaga spełnienia następujących warunków:

- na dysk roboczy, z którego uruchamiany jest program aplikacyjny musi być skopiowany "ukryty" katalog AX\_NF\_ZZ zawierający dwa pliki:

**Pb50fwd.ekb**

**Pb50fwd.hrd**

będące kluczem do oprogramowania firmowej karty sieciowej A2 firmy Softing (protokół FMS wymaga obecności w tym samym katalogu plików **Pb50fwf.ekb** i **Pb50fwf.hrd**),

- do katalogu z którego uruchamiany jest program aplikacyjny muszą być skopiowane następujące dwa pliki:

**load\_a2.bin**

**pbfw\_a2.lad**

Pliki te są ładowane do pamięci karty sieciowej A2 w momencie jej inicjowania odpowiednimi procedurami bibliotecznymi firmy Softing z poziomu programu użytkowego.

- Program PROFI-MON monitora sieci PROFIBUS współpracujący z zakupioną wraz z nim specjalną kartą sieciową. Może on obsługiwać oba protokoły FMS i DP.
- Sterownik SIMATIC S7 ET-200B firmy SIEMENS.

#### 4.4.3. Sterownik SIMATIC S7 ET-200B firmy SIEMENS

Rodzina sterowników SIMATIC S7 należy do najnowszych produktów sieciowych Siemens, przeznaczonych do systemów zdecentralizowanych. Wersja ET-200B charakteryzuje się bardzo małymi wymiarami. Sterownik jest montowany na szynie 35 mm, jego instalacja jest wyjątkowo wygodna i szybka.

Kanał transmisyjny jest integralnie wbudowany w sterownik, łącznie z oprogramowaniem (nie ma odrębnego pakietu, czy karty komunikacyjnej). Sterownik współpracuje z siecią PROFIBUS-DP w trybie SLAVE. Adres sieciowy jest zadawany przy pomocy przełączników wyprowadzonych na płytę czołową.

Istnieje wiele wykonania sterownika ET-200B, różniących się zasilaniem (24V DC lub 115...230AC), a także liczbą kanałów we/wy i charakterystyką tych kanałów. Obecnie dysponujemy wersją wyposażoną w 8 wejść i 8 wyjść cyfrowych +24V.

Jako urządzenie zadajęco - diagnostyczne do badań wykorzystano ten sam tester co w przypadku sterownika CL-200 firmy Bosch.

#### 4.4.4. Program aplikacyjny do obsługi sterownika ET-200B firmy SIEMENS

Jako program aplikacyjny do obsługi sterownika ET-200B wykorzystano zmodyfikowaną wersję programu **stacja.exe** służącą m.in. do obsługi stacji nadrzędnej sieci PROFIBUS. Ponieważ intencją autora jest docelowa możliwość jednoczesnej obsługi obu protokołów (w obecnej wersji jeszcze nie zrealizowana) program uzupełniono o możliwość wyboru protokołu przy pomocy parametrów wywołania.

Parametrami tymi są:

**stacja.exe /fms:[on|off] /dp:[on|off]**

gdzie:

**/fms:[on|off]**

- załącza (opcja domyślna) lub wyłącza obsługę protokołu FMS,

**/dp:[on|off]**

- załącza lub wyłącza (opcja domyślna) obsługę protokołu DP.

Po prawidłowym zainicjowaniu wybranego protokołu na ekranie stacji nadrzędnej zostaje wyświetlona winieta z nazwami wszystkich stacji podrzędnych. Dla obsługi sterownika ET-200B należy wybrać okienko "Sterownik ET-200B firmy Siemens" a następnie z kolejnego zestawu funkcji - polecenie "Normalna praca". W tym momencie program **stacja.exe** inicjuje wymianę danych ze sterownikiem ET-200B i jeśli odczytany rezultat był poprawny to wyświetla następujące menu:

WSPÓŁPRACA ZE STEROWNIKIEM ET 200B FIRMY SIEMENS:	
<b>WYJŚCIA dwustanowe:</b> 7 6 5 4 3 2 1 0 +-----+  _ _ _ _ _ _ _ _  +-----+	<b>WEJŚCIA dwustanowe:</b> 7 6 5 4 3 2 1 0 +-----+  _ _ _ _ _ _ _ _  +-----+
Tryb sterowania:	RĘCZNY
Czas cyklu w trybie autom:	0.050
F1 - start automatycznego sterowania sygnałami wyjściowymi ET-200B, zatrzymanie nastąpi po użyciu dowolnego klawisza, SPACE - zmiana stanu wybranego wyjścia dwustanowego, STRZAŁKI - wybór sygnału w trybie ręcznym, PgUp, PgDn - zmiana czasu trwania cyklu w trybie automatycznym, ESC - powrót do menu nadrzędnego, CTRL+BREAK - powrót do systemu operacyjnego MS DOS.	

Menu umożliwia obsługę sterownika ET-200B w dwóch trybach pracy (analogicznie jak w przypadku sterownika CL-200):

- ręczny tryb sterowania - przesuwając kursor w lewym okienku użytkownik ma możliwość wyboru sygnału którego stan ma zostać zmieniony. Zmiana stanu wyjścia cyfrowego sterownika następuje po wciśnięciu klawisza spacji.
- automatyczny tryb sterowania - program automatycznie co wybrany "Czas cyklu w trybie automatycznym" (patrz plansza) zmienia nastawy wyjść ET-200B. Parametr "Czas cyklu w trybie automatycznym" może być zmieniany klawiszami PgUp, PgDn, a więc można regulować szybkość zapalania i gaszenia diod na płycie czołowej sterownika.

Podczas realizacji obydwu trybów pracy w prawym oknie planszy wyświetlana jest informacja o stanie wejść cyfrowych ET-200B. Wymiana danych pomiędzy komputerem nadrzędnym a sterownikiem jest wykonywana przy pomocy usługi **DP\_DATA\_EXCHANGE**.

Przedstawiony powyżej program działa poprawnie, ale należy wyraźnie podkreślić, że jest to wersja robocza, pracująca w najprostszej konfiguracji :

“pojedynczy MASTER (komputer PC) → pojedynczy SLAVE (sterownik ET-200B),

gdzie nie przetestowano większości możliwych wariantów programowania obu stacji. Poniżej zamieszczono algorytm kolejnych czynności prowadzących do wykonania transmisji z/do sterownika ET-200B.

1. Inicjalizacja karty sieciowej A2, m.in. ustawienie adresu sprzętowego karty, numeru przerwania, adresu profibusowego stacji oraz załadowanie oprogramowania firmowego karty A2 - pliki load\_a2.bin i pbfw\_a2.lad
  - wykonanie → funkcja biblioteczna `init_profibus ()`
2. Określenie które protokoły będą aktywne i ustalenie parametrów dla tych protokołów:
  - wykonanie → usługa `FMB_SET_CONFIGURATION`
3. Ustalenie parametrów sieci PROFIBUS-DP. Informacja o parametrach będzie wykorzystana w dalszej części

4. Określenie trybu pracy stacji nadrzędnej:
  - wykonanie → usługa DP\_INIT\_MASTER
5. Ustalenie parametrów protokołu DP stacji głównej
6. Ustalenie parametrów protokołu DP stacji ET-200B
7. Załadowanie parametrów sieci stacji DP Master
  - wykonanie → usługa DP\_DOWNLOAD\_LOC→DP\_AREA\_BUS\_PARAM
8. Załadowanie parametrów stacji DP Slave ET-200B
  - wykonanie → usługa DP\_DOWNLOAD\_LOC→stacja SLAVE o adresie 22
9. Aktywacja stosu protokołu DP (DP protocol stack) kolejno wykonywane usługi
  - wykonanie → usługa DP\_ACT\_PARAM\_LOC→DP\_AREA\_SET\_MODE→STOP
  - wykonanie → usługa DP\_ACT\_PARAM\_LOC→DP\_AREA\_SET\_MODE→CLEAR
  - wykonanie → usługa DP\_ACT\_PARAM\_LOC→DP\_AREA\_SET\_MODE→OPERATE
10. Synchronizacja transmisji pomiędzy stacjami DP Master (komputer nadrzędny) a DP Slave (sterownik ET-200B):
  - wykonanie → usługa DP\_DATA\_TRANSFER
11. Wymiana informacji: odczyt WE / sterowanie WY ET-200B. Stacją inicjującą jest DP Master (komputer nadrzędny):
  - wykonanie → usługa DP\_DATA\_EXCHANGE

#### 4.5. Kontynuacja badań bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 i aplikacji wizualizacyjnej

Wstępne prace związane z wyborem sprzętu i oprogramowania bramy PROFIBUS-IEEE 802.3, a potem ich zainstalowaniem i uruchomieniem były realizowane w ramach zlecenia 1600K (związanego z PBZ-31-05) w latach 1995-1997. W jednym z etapów wspomnianego zlecenia przeprowadzono testy funkcjonalne bramy

- jako stacji segmentu sieci PROFIBUS z protokołem FMS,
- jako stacji segmentu sieci IEEE 802.3 oraz segmentu sieci IEEE 802.3 z protokołem MMS,
- jako stacji pośredniczącej między segmentem sieci PROFIBUS z protokołem FMS a segmentem sieci IEEE 802.3 z protokołem MMS.

Zastosowane zestawy badawcze i (pozytywne) wyniki przeprowadzonych testów opisano w sprawozdaniu pt.: "Zestawienie i badania wzorcowych węzłów i instalacji sieciowych CIM (sieci wg IEEE 802.4 i wg IEEE 802.3 oraz sieci miejscowe)", nr arch. 7443.

Bieżący punkt poświęcono przedstawieniu docelowej konfiguracji PROFIBUS-IEEE 802.3, jej oprogramowaniu aplikacyjnemu do celów wizualizacyjnych oraz badaniom aplikacji wizualizacyjnej.

##### 4.5.1. Zasoby sprzętowe bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

Zadaniem bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 jest pośredniczenie w przepływie informacji między segmentem sieci PROFIBUS z protokołem FMS a segmentem sieci IEEE 802.3 z protokołem MMS. Bramę zrealizowano jako wyposażony w odpowiednie karty sieciowe komputer klasy IBM-PC wraz z odpowiednim oprogramowaniem. Konfiguracja sprzętowa komputera jest następująca:

*procesor:* 486DX4 PCI/133MHz  
*pamięć RAM:* 32 Mbajty  
*dysk twardy:* 730 Mbajtów  
*karta graficzna:* SVGA 1 Mbajt  
*monitor:* 14" SVGA kolor

a ponadto:

*karta od strony sieci PROFIBUS:* PROFI-IF-PC/AT-A1-firmy SOFTING (kompatybilna z CP5412-A1 firmy Siemens)

*karta od strony sieci IEEE 802.3:* 3C590-COMBO firmy 3COM z wejściem/wyjściem BNC

Prędkość transmisji segmentu sieci IEEE 802.3 wynosi 10 Mbit/s. Połączenia realizowane są kablem koncentrycznym "cienki Ethernet". Pozostałe parametry transmisyjne segmentu IEEE 802.3 zestawiono w tablicy 4.5.1.

Tabl. 4.5.1. Parametry transmisyjne segmentu IEEE 802.3

Nazwa parametru	Wartość
Max TPDU size	1024 bajty
Initial Credits	4
Credits used in data tx	4
TP4 Max. Retransmissions	1
Local Retransmission time	10 s

Tabl. 4.5.1.(cd) Parametry transmisyjne segmentu IEEE 802.3

Persistence time	30 s
Local Acknowledge time	1 s
Window time	10 s
Inactivity time	30 s
Lower Bound on References and Seq	1 s
Max. Session data buffers per connection	32
Max. Transport data buffers per connection	64
Max Connections per Stack	64
Max NPDU size	1280 bajtów
ES-IS hello timer	120
Transport Extended format	używane
Transport Checksum	nie używane
Transport PDU Concatenation	nie używane

Od strony sieci IEEE 802.3 adresem sieciowym bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 jest 39840F454E45000100A0244D0FA001, zaś od strony sieci PROFIBUS - 10.

Połączenia magistrali PROFIBUS realizowane są kablem ekranowanym o parach skręconych, zgodnym z normą DIN 19245 cz. 1 (analog. EIA RS-485). Do celów uruchamiania i kompletacji instalacji przyjęto podstawową, najczęściej stosowaną szybkość transmisji 500 kbit/s. Pozostałe parametry magistrali PROFIBUS, zwane parametrami konfiguracyjnymi odnoszą się zarówno do całego segmentu jak i poszczególnych stacji sieciowych. Dzielą się one na 3 grupy:

- parametry magistrali (Bus Parameters, Busparameter);
- listy relacji komunikacyjnych (Communication Relationship List, Kommunikationsbeziehungsliste);
- słowniki obiektów (Object Dictionary, Objektverzeichnis).

Poniżej przytoczono wartości parametrów bramy PROFIBUS-IEEE 802.3, zawartych w poszczególnych grupach.

Tabl. 4.5.2. Parametry magistrali PROFIBUS

; PROFIBUS-KONFIGURATOR Version 1.0	
; BUS-Parameter-Dokumentation, BUS-Parameters	
; PIAP	
; Data: 07/02/98	
;	
;	
126	;HSA, Highest Station Address, Höchste Stationsadresse
4	;Baud rate, Baudrate - 500 kbit/s
0	;Redundancy, Redundanz
3000	;TSL, Slot-Time
22	;TQUI, Quiet Time, Modulator Ausklinkzeit
500	;min_TSDR, Minimum Station Delay Time for Responder, Minimale Station Delay Time beim Responder

Tabl. 4.5.2.(cd) Parametry magistrali PROFIBUS

1000	;max_TSDR, Maximum Station Delay Time for Responder, Maximale Station Delay Time beim Responder
50	;TSET, Setup Time
500000	;TTR, Target Rotation Time
1	;TGUD, Gap Update Factor, Gap Aktualisierungs-faktor
1	;Maximum Retry Limit ,Max. Aufrufwieder-holungen

Lista relacji komunikacyjnych stacji sieci PROFIBUS składa się z trzech części:

- parametrów relacji komunikacyjnych dotyczących warstwy 2 (są one podane w tabl. 4.5.3);
- nagłówek listy relacji komunikacyjnych (podano go w tabl. 4.5.3);
- części właściwej listy relacji komunikacyjnych (przytoczono ją w tabl. 4.5.4).

Dwie pierwsze części zawierają dane dotyczące wszystkich relacji komunikacyjnych, w których bierze udział dana stacja sieciowa. W części trzeciej zgromadzone są dane specyficzne dla konkretnej relacji.

Tabl. 4.5.3. Parametry relacji komunikacyjnych dotyczące warstwy 2 i nagłówek listy relacji komunikacyjnych bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

; PROFIBUS-KONFIGURATOR Version 1.0	
; Communication Relationship List, Kommunikationsbeziehungsliste	
; PIAP	
; Data: 07/02/98	
; Elementy listy relacji komunikacyjnych dotyczące warstwy 2	
10	;Station Address, Teilnehmerstation-adresse
255	;Station segment address, Teilnehmersegment-adresse
255	;In Ring Desired
0	;Reserved
; nagłówek, CRL Header, KBL-Header	
0	;CRL header communication reference
	;Kommunikations-referenz des KBL-Headers
5	;Number of CRL entries, Anzahl der KBL-Eintraege
255	;Poll-List-SAP, Poll-Listen-SAP
4096	;Time-out control for associate/abort,
	;Time-Out für Verbindungsaufbau/-abbau
16	;FMS-CRL symbol length, Symbolloenge in der KBL
0	;VFD-Pointer Supported
;	

Tabl. 4.5.4. Parametry relacji komunikacyjnych z bramą PROFIBUS-IEEE 802.3

Relacja do/od:	do stacji nadrzędnej sieci PROFIBUS	od stacji nadrzędnej sieci PROFIBUS	do stanowiska pomiaru grubości	od stanowiska pomiaru grubości	do bramy PROFIBUS/WIZCON	od bramy PROFIBUS/WIZCON	do bramy PROFIBUS/LonWorks	od bramy PROFIBUS/LonWorks	do zrobotyzowanego gniazda	od zrobotyzowanego gniazda
CR	3	7	23	23	24	24	25	25	40	40
LSAP	3	9	23	4	24	4	25	4	40	4
RemAddr	9	10	3	10	4	10	5	10	20	10
RemSegm	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
DSAP	9	3	4	23	4	24	4	25	4	40
Type	MMAZ	MMAZ	MMAZ	MMAZ	MMAZ	MMAZ	MMAZ	MMAZ	MMAZ	MMAZ
LLI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VerbAtt	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
SCC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
RCC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SAC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
RAC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
CI	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096	4096
Mult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PDUSH	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241
PDUSL	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241
PDURH	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241
PDURL	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241
FMS0	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80
FMS1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
FMS2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FMS3	80	0	80	0	80	0	80	0	80	0
FMS4	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
FMS5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VFD-Nr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SymName	[802.3]	[802.3]	[GRUB OSC]	[GRUB OSC]	[WIZCON]	[WIZCON]	[LON_WORKS]	[LON_WORKS]	[ROBOT]	[ROBOT]
Ext	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Słownik obiektów (Object Dictionary, Objektverzeichnis) stacji sieci PROFIBUS składa się z następujących części:

- preambuły;
- nagłówka, który zawiera informacje o strukturze słownika obiektów;
- słownika typów statycznych, zawierającego opis typów danych;
- (opcjonalnie) słownika obiektów statycznych, zawierającego opis zmiennych prostych, tablic, rekordów, domen i zdarzeń;
- (opcjonalnie) słownika dynamicznych list zmiennych;
- (opcjonalnie) słownika dynamicznych inwokacji programów.



Preambułę stanowi numer wykorzystywanego Virtual Field Device (VFD-Number, VFD-Nummer) - liczba z zakresu  $0..2^{32}-1$  - poprzedzona znakiem #.

Pozostałe części słownika obiektów składają się z poszczególnych obiektów, lub - jak np. w przypadku nagłówka - same są obiektami. Każdy obiekt charakteryzowany jest przez kod obiektu (Object Code, Objectcode), indeks (Index) i właściwe dla siebie dodatkowe parametry. Indeks stanowi adres logiczny obiektu. Istnieje reguła dotycząca kolejności nadawania indeksów. Mówi ona, że indeksem nagłówka jest liczba 0, po nim zaś następują indeksy najpierw obiektów ze słownika typów statycznych, potem obiektów ze słownika obiektów statycznych, później obiektów ze słownika dynamicznych list zmiennych, a na końcu obiektów ze słownika dynamicznych inwokacji programów. Indeksy te są kolejnymi nieujemnymi liczbami całkowitymi (liczbami naturalnymi).

Słownik obiektów bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 zawiera jedynie preambułę, nagłówek i słownik typów statycznych (por. tabl. 4.5.5).

Tabl. 4.5.5. Słownik obiektów bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

; PROFIBUS-KONFIGURATOR Version 1.0	
; Communication Relationship List, Kommunikationsbeziehungsliste	
; PIAP	
; Data: 07/02/98	
;	
; preambuła	
#1	
; nagłówek, OD Header, OV-Header	
1	;OD Header Object Code, OV-Header Objektcode
0	;OD Header Index, OV-Header-Index
255	;ROM-/RAM-Flag
32	;Symbol name lenght, Symbollänge
0	;Access protection, Zugriffsschutz
1	;Version number, Versionsnummer
FFFFFFFF	;Local address of the OD object description type dictionary, Lokale Adresse ;der OV Objektbeschreibung Typverzeichnisses
14	;Lenght of static type dictionary, Länge des statischen Typverzeichnisses
FFFFFFFF	;Local address of the static object dictionary, Lokale Adresse des statischen ;Typverzeichnisses
20	;Start index of the static object dictionary, Anfangsindex des statischen ;Objektverzeichnisses
0	;Lenght of the static object dictionary, Länge des statischen ;Objektverzeichnisses
FFFFFFFF	;Local address of the static object dictionary, Lokale Adresse des statischen ;Objektverzeichnisses
0	;Start index of the dynamic variable list dictionary, Anfangsindex des ;dynamischen Variablenlisten-Verzeichnisses

Tabl. 4.5.5.(cd) Słownik obiektów bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

0	;Lenght of the dynamic variable list dictionary, Länge des dynamischen ;Variablenlisten-Verzeichnisses
FFFFFFFF	;Local address of the dynamic variable list dictionary, Lokale Adresse des ;dynamischen Variablenlisten-Verzeichnisses
0	;Start index of the dynamic program invocation dictionary, Anfangsindex ;des dynamischen Program-Invocation-Verzeichnisses
0	;Lenght of of the dynamic program invocation dictionary, Länge des ;dynamischen Program-Invocation-Verzeichnisses
FFFFFFFF	;Local address of the dynamic program invocation dictionary, Lokale ;Adresse des dynamischen Program-Invocation-Verzeichnisses

Przytoczony w tabl. 4.5.5 słownik obiektów jest wystarczający, gdyż brama PROFIBUS-IEEE 802.3 realizuje usługi Read i Write protokołu FMS poprzez indeks słownika obiektów w stacji oddalonej (por. tabl. 4.5.4 - pozycje FMS0 - FMS5).

#### 4.5.2. Zasoby programowe bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

Zasoby programowe bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 są następujące:

*system operacyjny:* OS/2 Warp Connect v. 3

*interfejs programowy od strony sieci PROFIBUS:* PBFW.LAD (ładowany przy pomocy CPLOADER.BIN) -firmy SOFTING  
oraz  
OS/2 PROFIBUS Physical Device Driver - firmy Commtech

*interfejs programowy od strony sieci IEEE 802.3:* 3 Com OS/2 NDIS driver for 3C59X Family Adapters v. 1.0z  
oraz  
SISCO OSI STACK for OS/2 2.x  
i  
ESW/2520 SISCO/Ethernet. Option v. 4.00 firmy WM-data

*oprogramowanie sieciowe i użytkowe:* utworzone przy użyciu pakietu EasyMAP v. 4.1 firmy WM-data z opcją Gateway to PROFIBUS L2 FMS v. 4.10

Oprogramowanie sieciowe i użytkowe bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 zostało utworzone przy użyciu zestawu EasyMAP v. 4.1 firmy WM-data (dawniej CRI).

EasyMAP jest systemem składającym się z wielu pakietów programowych tworzących środowisko do pracy aplikacji przemysłowych. Bazuje ono na komputerach PC i systemie operacyjnym OS/2. Umożliwia także współpracę ze specjalistycznymi urządzeniami

stosowanymi w produkcji przemysłowej (jak roboty, sterowniki cyfrowe itp.) oraz z systemami administracyjnymi (jak np. bazy danych, arkusze kalkulacyjne).

Sieciowa wersja systemu EasyMAP firmy WM-data składa się z trzech części: oprogramowania stacji wydzielonej, nakładki umożliwiającej włączanie stacji wydzielonej do sieci MAP oraz sterownika karty. Ten ostatni (SISCO OSI STACK for OS/2 2.x) stanowi implementację protokołów warstw 1-6 modelu ISO/OSI i części warstwy 7, która jest niezależna od oprogramowania aplikacyjnego. Jest to wersja licencjonowanego oprogramowania firmy SISCO (w nomenklaturze SISCO: SISCO OSI Stack-321-010). Nakładka umożliwiająca włączanie stacji wydzielonej do sieci MAP (symbol ESW/2520) nosi nazwę SISCO/Ethernet Option. Należy ona do opisanej niżej podgrupy ENVIRONMENT grupy Basic Software. Wersja sieciowa systemu EasyMAP wykorzystuje wersję warstwy fizycznej zgodną z IEEE 802.3. Karta sieciowa powinna być zgodna ze standardem NDIS (Network Driver Interface Specification - określa on architekturę oprogramowania sterownika karty sieciowej).

Dostarczone pakiety są nazywane MAPPLICATIONS. Można wyróżnić kilka grup takich pakietów realizujących określone funkcje. Ułatwia to pracę użytkownikowi oraz wspomaga programistę w pisaniu nowych aplikacji. Podstawowe grupy oprogramowania stacji wydzielonej to:

- 1) Grupa Basic Software:
  - ENVIRONMENT - środowisko będące wspólną bazą dla pozostałej części oprogramowania (jego zadaniem jest zapewnienie dostępu do sprzętu, systemu operacyjnego, sieci)
  - WORKBENCH - platforma programowa służąca do zarządzania uruchomionymi aplikacjami
- 2) Grupa Gateway:
  - GATEWAY - łączy środowisko EasyMAP ze specjalistycznym sprzętem produkcyjnym. Dokonuje konwersji danych zgodnych z MMS na format specyficzny dla urządzeń produkcyjnych. Narzędzia do tworzenia tablic translacji i konfigurowania GATEWAY są zawarte w module FORMTOOL.
- 3) Grupa Graphical Operator:
  - MIMIC - umożliwia graficzne odwzorowanie poszczególnych elementów obiektów przemysłowych
- 4) Grupa Graphics Engineering:
  - PICTOOL - umożliwia tworzenie rysunków obiektów używanych w MIMIC
  - Engineering Tool - umożliwia przypisanie zmiennym obiektów używanych w MIMIC
- 5) Grupa Event Management:
  - ALARMDISP - zarządzanie alarmami
  - COLLECT - gromadzenie danych (zmiennych MMS) celem dalszego przetwarzania
  - LOG - przechwytywanie alarmów i innych komunikatów generowanych przez sterowniki urządzeń i przechowywanie na dysku
  - LOGDISP - prezentacja danych zbieranych przez aplikację LOG
- 6) Grupa Reporting:
  - DDE-GWY - interfejs do standardu DDE
  - SPR-IF - udostępnienie danych zebranych przez COLLECT arkuszowi kalkulacyjnemu, np. MS-Excel lub Lotus 123

- 7) Grupa Sequence Control:
  - CTL-EXEC - wykonywanie programów sterujących napisanych w języku ALL (prosty, specjalizowany język skonstruowany specjalnie na potrzeby implementatora systemu EasyMAP)
  - CTL-TOOL - kompilacja programów napisanych w języku ALL
- 8) Grupa SQL Gateway:
  - DB-IF - Udostępnienie danych gromadzonych przy pomocy COLLECT i LOG aplikacjom współdziałających z bazą danych Oracle
  - SQL-GWY - konwersja danych z formatu SQL na format MMS
- 9) Grupa Various:
  - LIBMAN - ładowanie/wyładowywanie programów z urządzeń sterujących
  - TREND - prezentacja wartości wybranych zmiennych w postaci wykresów.
- 10) Grupa API MMS:
  - Pakiet tworzący grupę API MMS zawiera opis struktur danych i funkcji prototypowych niezbędnych programiście do pisania własnych aplikacji. Funkcje są pogrupowane zgodnie z realizowanymi przez nie usługami. Pakiet obejmuje jedynie część spośród usług standardowych MMS. Wykonanie usługi przebiega wg. jednolitego schematu i rozkłada się na 4 etapy. Aplikacja-inicjator generuje żądanie (Request), aplikacja adresat odbiera wskazanie (Indication) po przetworzeniu którego generuje odpowiedź (Response). Cykl kończy się odbiorem potwierdzenia (Confirmation) przez aplikację-inicjator.

#### 4.5.3. Konfiguracja zasobów programowych bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

Konfiguracja zasobów programowych bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 przebiegała w następujących, kolejnych krokach:

- 1) Zainstalowanie OS/2 Warp Connect z wersją sieciową TCP/IP, w trybie bez karty interfejsu (automatycznie wybierany jest interfejs domyślny).
- 2) Zainstalowanie modułu ESW/2500 (Basic Software 4.10.04) z poziomu systemu operacyjnego, a następnie zainstalowanie ESW/2502 (ORACLE Run-Time Option 4.00.01) przy użyciu instrukcji Install ze środowiska WORKBENCH systemu EasyMAP. Wszelkie konieczne zmiany w pliku konfiguracyjnym CONFIG.SYS dokonywane są automatycznie.
- 3) Dołączenie do pliku CONFIG.SYS (znajduje się on w katalogu głównym dysku D) wiersza:

```
SET OSILL=D:\EASYMAP\DATA\SISCOENV
```

a następnie, z poziomu systemu OS/2, wgranie oprogramowania SISCO OSI STACK for OS/2 2.x.

- 4) Utworzenie w katalogu \IBMCOMPROTocol pliku tekstowego OSI.NIF o zawartości:

```
[OSILLC]
Type = Protocol
Title = "SISCO OSI Stack V. 1.42"
Version = 1.42
Drivername = OSILLCS

[FILE]
Name = OSI.SYS
path = \IBMCOM
```

i przepisanie pliku OSI.SYS do katalogu \IBMCOMPROTocol.

5. Usunięcie opcji TCP/IP, a następnie przy użyciu oprogramowania MPTS (Multi Protocol Transport Services - część składowa OS/2 Warp Connect) - zainstalowanie sterownika karty 3COM i skonfigurowanie protokołu SISCO OSI Stack V. 1.42.
6. Zainstalowanie ESW/2520 (SISCO/Ethernet Option 4.00) przy użyciu instrukcji Install ze środowiska WORKBENCH systemu EasyMAP i uruchomienie opcji sieciowej przy użyciu instrukcji (poziom OS/2)

OSILL -d

7. Dołączenie do pliku STARTUP.CMD (znajduje się on w katalogu głównym dysku D) ciągu instrukcji

OSILL -m

OSILL -s -l -v

8. Dokonanie zmiany nazwy aplikacji programu EM Environment MAP ETHERNET/SISCO na EM\_1 (przy wykorzystaniu, kolejno, opcji z rozwijającego się menu głównego systemu EasyMAP: Mapplication, Setup, Configuration, EM Environment MAP ETHERNET/SISCO, Application Name:).
9. Dokonanie zmian w plikach konfiguracyjnych OSILL.CFG i TPY.DIB (znajdują się one w katalogu \EASYMAP\DATA\SISCOENV) - zgodnie z zawartością tabl. 4.5.9a i 4.5.10a.
10. Ponowne uruchomienie systemu OS/2.
11. Zainstalowanie pozostałych modułów systemu EasyMAP przy użyciu instrukcji Install ze środowiska WORKBENCH (kolejność instalowania przedstawiono w tabl. 4.5.6).
12. Dopisanie dodatkowego wiersza o postaci:

DEVICE=D:\EASYMAP\PROG\PROFIBUS\PROFI\_10.SYS /B:YES /D:D0000 /I:12

na końcu pliku CONFIG.SYS.

13. Dokonanie zmiany nazw dalszych aplikacji (w ten sam sposób co w p. 8, wyżej), zgodnie z kolumną tabl. 4.5.6 zatytułowaną "Nazwa aplikacji".
14. Dokonanie zmiany w plikach konfiguracyjnych BP.DAT i OV.DAT (znajdują się one w katalogu \EASYMAP\DATA\PROFIBUS\1) - zgodnie z zawartością, odpowiednio, tablic 4.5.2 i 4.5.5 oraz w pliku konfiguracyjnym KBL.DAT (także umieszczonym w katalogu \EASYMAP\DATA\PROFIBUS\1) - zgodnie z zawartością tablic 4.5.3 i 4.5.4.
15. Dokonanie ostatecznych zmian w plikach konfiguracyjnych OSILL.CFG i TPY.DIB zgodnie z zawartością tabl. 4.5.9 i 4.5.10.
16. Ponowne uruchomienie systemu OS/2.

Ostateczną postać plików CONFIG.SYS, STARTUP.CMD, OSILL.CFG i TPY.DIB bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 zamieszczono w tabl. 4.5.7 - 4.5.10.

Tabl. 4.5.6. Zestaw EasyMAP v. 4.1 firmy WM-data w bramie PROFIBUS-IEEE 802.3

Symbol wg WM-data	Nazwa	Wersja		Nazwa aplikacji	Kolejność instalacji
		podstawowa *	końcowa *		
	SISCO OSI STACK for OS/2 2.x	1.42	1.42		3
ESW/2500	Basic Software	4.04	4.10.04	EASYMAP	1
ESW/2502	ORACLE Run-Time Option	3.12	4.00.01	Database	2
ESW/2507	UTILITIES	4.02	4.02.00	CLIENT1, SERVER1, TESTUPS1	28
ESW/2511	PICTOOL	4.01	4.03.09	PICTOOL1	20
ESW/2512	CTL-TOOL	4.01	4.03.02		21
ESW/2513	FORMTOOL	3.26	3.29.00	FORMTOO1	23
ESW/2514	LIBMAN	3.07	3.07	LIBMAN1	25
ESW/2515	API Toolset	3.02	3.02		26
ESW/2520	SISCO/Ethernet. Option	4.00	4.00	EM_1	4
ESW/2521	MIMIC	4.02	4.05.04	MIMIC1	5
ESW/2522	DDE-GWY	4.01	4.01.01	DDEGWY	11
ESW/2523	TREND	4.01	4.03.04	TREND1 1, TREND1 2	6
ESW/2524	ALARMDISP	4.00	4.01.01	ALARMD1	7
ESW/2526	LOGDISP	4.00	4.01.01	LOGDISP1	8
ESW/2527	SPR-IF	4.00	4.00.00	SPRIF1	12
ESW/2531	LOG	3.13	4.00.03	LOG1	9
ESW/2532	COLLECT	3.27	4.01.03	COLLECT1	10
ESW/2533	DB-IF	3.22	3.22.00	DBIF1	14
ESW/2534	CTL-EXEC	4.00	4.03.00	COE1	15
ESW/2535	SQL-GWY	4.00	4.00.00	SQLGWY1	13
ESW/2541	GWY-API Gateway Toolset	4.00	4.00		27
ESW/2558	Gateway to PROFIBUS L2 FMS	4.10	4.10.02		30
ESW/2571	BAT-DISP	3.03	3.03	BATDISP1	16
ESW/2572	BAT-EXEC	3.12	3.12	BATEXEC1	17
ESW/2573	BAT-DBIF	3.03	3.03	BATDBIF1	18
ESW/2574	BAT-TOOL	3.07	3.07	BATTOOL1	24
ESW/2580	ENG-TOOL	4.11	4.15.05	ENG1	19
ESW/2585	GWY-TOOL	4.02	4.05.04		22
ESW/2599	Demo Examples	4.00	4.00.09		29

\* / Pod koniec prac instalacyjnych firma WM-data dostarczyła nieodpłatnie nową wersję systemu EasyMAP.

Tabl. 4.5.7. Zawartość pliku CONFIG.SYS bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

IFS=D:\OS2\HPFS.IFS /CACHE:64 /CRECL:4
PROTSHELL=D:\OS2\PMSHELL.EXE
SET USER_INI=D:\OS2\OS2.INI
SET SYSTEM_INI=D:\OS2\OS2SYS.INI
SET OS2_SHELL=D:\OS2\CMD.EXE
SET AUTOSTART=PROGRAMS, TASKLIST, FOLDERS, CONNECTIONS,
                                LAUNCHPAD
SET RUNWORKPLACE=D:\OS2\PMSHELL.EXE
SET COMSPEC=D:\OS2\CMD.EXE
LIBPATH=D:\MPTN\DLL; D:\IBMCOM\DLL; D:\ORACLE6\DLL;
          D:\EASYMAP\DLL; .; D:\OS2\DLL; D:\OS2\MDOS; D:\;
          D:\OS2\APPS\DLL; D:\MMOS2\DLL; D:\GRPWARE;
SET PATH=D:\MPTN\BIN; D:\IBMCOM; D:\ORACLE6\BIN; D:\OS2;
          D:\OS2\SYSTEM; D:\OS2\INSTALL; D:\; D:\OS2\MDOS;
          D:\OS2\APPS; C:\WIN; D:\MMOS2; D:\OSILL; D:\OSILL\DRV;
SET DPATH=D:\IBMCOM; D:\OS2; D:\OS2\SYSTEM; D:\OS2\INSTALL; D:\;
          D:\OS2\BITMAP; D:\OS2\MDOS; D:\OS2\APPS; C:\WIN; D:\MMOS2;
          D:\MMOS2\INSTALL; D:\GRPWARE;
BASEDEV=DETNE2.SYS
SET PROMPT=%i[%p]
SET HELP=D:\OS2\HELP; D:\OS2\HELP\TUTORIAL; D:\MMOS2\HELP;
SET GLOSSARY=D:\OS2\HELP\GLOSS;
SET IPF_KEYS=SBCS
PRIORITY_DISK_IO=NO
FILES=20
BASEDEV=IBMKBD.SYS
DEVICE=D:\IBMCOM\LANMSGDD.OS2 /I:D:\IBMCOM
DEVICE=D:\IBMCOM\PROTMAN.OS2 /I:D:\IBMCOM
DEVICE=D:\OS2\BOOT\TESTCFG.SYS
DEVICE=D:\OS2\BOOT\DOS.SYS
DEVICE=D:\OS2\BOOT\PMDD.SYS
BUFFERS=90
IOPL=YES
DISKCACHE=D, LW, AC:D
MAXWAIT=3
MEMMAN=SWAP, PROTECT
SWAPPATH=D:\OS2\SYSTEM 2048 2048
BREAK=OFF
THREADS=512
PRINTMONBUFSIZE=134, 134, 134
COUNTRY=001, D:\OS2\SYSTEM\COUNTRY.SYS
SET KEYS=ON
SET BOOKSHELF=D:\OS2\BOOK; D:\MMOS2;
SET SOMIR=D:\OS2\ETC\SOM.IR; D:\OS2\ETC\WPSH.IR; D:\OS2\ETC\WPDSEV.IR
SET SOMDDIR=D:\OS2\ETC\DSOM

```

Tabl. 4.5.7. (cd) Zawartość pliku CONFIG.SYS bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

REM SET DELDIR=C:\DELETE, 512; D:\DELETE, 512; E:\DELETE, 512;
BASEDEV=PRINT01.SYS
BASEDEV=IBM1FLPY.ADD
BASEDEV=IBM2FLPY.ADD
BASEDEV=IBM1S506.ADD
BASEDEV=XDFLOPPY.FLT
BASEDEV=OS2DASD.DMD
SET EPMPATH=D:\OS2\APPS;
PROTECTONLY=NO
SHELL=D:\OS2\MDOS\COMMAND.COM D:\OS2\MDOS
FCBS=16, 8
RMSIZE=640
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VEMM.SYS
DOS=LOW, NOUMB
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VXMS.SYS /UMB
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VDPMI.SYS
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VDPX.SYS
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VWIN.SYS
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VW32S.SYS
DEVICE=D:\OS2\BOOT\APM.SYS
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VAPM.SYS
DEVICE=D:\OS2\BOOT\OS2CDROM.DMD /Q
IFS=D:\OS2\BOOT\CDFS.IFS /Q
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VCDROM.SYS
BASEDEV=OS2SCSI.DMD
BASEDEV=AIC7870.ADD
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VMOUSE.SYS
DEVICE=D:\OS2\BOOT\POINTDD.SYS
DEVICE=D:\OS2\BOOT\MOUSE.SYS SERIAL=COM2
DEVICE=D:\OS2\BOOT\COM.SYS
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VCOM.SYS
CODEPAGE=437, 850
DEVINFO=KBD, US, D:\OS2\KEYBOARD.DCP
DEVINFO=SCR, VGA, D:\OS2\BOOT\VIOTBL.DCP
SET VIDEO_DEVICES=VIO_VGA
SET VIO_VGA=DEVICE(BVHVGA)
DEVICE=D:\OS2\MDOS\VVGA.SYS
SET MMBASE=D:\MMOS2;
SET DSPPATH=D:\MMOS2\DSP;
SET NCDEBUG=4000
DEVICE=D:\MMOS2\SSMDD.SYS
DEVICE=D:\MMOS2\R0STUB.SYS
SET ETC=D:\MPTN\ETC
PRIORITY=ABSOLUTE
TIMESLICE=70, 70

```



Tabl. 4.5.7. (cd) Zawartość pliku CONFIG.SYS bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

SET TZ=UTC0
DEVICE=D:\EASYMAP\DEV\OS2SNTNL.SYS /A
SET ORACLE_HOME=D:\ORACLE6
SET EASYMAP_DATABASE=ORACLE6
SET OSILL=D:\EASYMAP\DATA\SISCOENV
CALL=D:\IBMCOM\PROTOCOL\NETBIND.EXE
RUN=D:\IBMCOM\LANMSGEX.EXE
DEVICE=D:\MPTN\PROTOCOL\SOCKETS.SYS
DEVICE=D:\MPTN\PROTOCOL\AFOS2.SYS
RUN=D:\MPTN\BIN\CNTRL.EXE
CALL=D:\OS2\CMD.EXE /Q /C D:\MPTN\BIN\MPTSTART.CMD
DEVICE=D:\IBMCOM\PROTOCOL\OSI.SYS
DEVICE=D:\IBMCOM\MACS\EL59X.OS2
DEVICE=D:\EASYMAP\PROG\PROFIBUS\PROFI_10.SYS /B: YES /D:D0000 /I:12

```

Tabl. 4.5.8. Zawartość pliku STARTUP.CMD bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

OSILL -m
OSILL -s -l -v
D:
CD \EasyMAP\DATA\WORKBNCH
Start "EasyMAP System" \EasyMAP\PROG\WORKBNCH\WORKBNCH.EXE MGR
EASYMAP /HIDE
EXIT

```

Tabl. 4.5.9a. Wstępna zawartość pliku OSILL.CFG bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

# COMPONENT_NAME: OSI Lower Layer configuration file for OS/2
#
# OSILL/osill.cfg
#
# This file is the master source for Directory Information Base and
# stack configuration parameters.
# This file is created by the osill stack download utility and can be
# updated manually
#
#
# OSI Stack Configuration Parameters.
#
Max TPDU size ( must be a power of 2 )    1024
Initial Credits                4
Credits used in data tx ( n <= 16 )    4
TP4 Max. Retransmissions        1
T1 Local Retransmission time ( n * 0.5 sec )  20
R Persistence time ( n * 0.5 sec )  60

```

Tabl. 4.5.9a.(cd) Wstępna zawartość pliku OSILL.CFG bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

A(I) Local Acknowledge time ( n * 0.5 sec ) 2
W Window time      ( n * 0.5 sec ) 20
I Inactivity time  ( n * 0.5 sec ) 60
L Bound on References and Seq( n * 0.5 sec ) 2
Max. Session data buffers per connection 32
Max. Transport data buffers per connection 64
ES-IS protocol is supported by the stack Y
Max Connections per Stack 64
Max NPDU size      1280
ES-IS hello timer  120
Propose Transport Extended format Y
Propose Transport Checksum N
Use Transport PDU Concatenation N
#
# Local Names Section.
#
# Format:
#
# /CommonName/AP-Title/AE-Qualifier/P-sel/S-sel/T-sel/N-sap/
#
# where:
#
# CommonName: Is an alias for the P-Address; it may be up to 32 characters
# AP-Title: Is an OPTIONAL array of up to 16 SHORT decimal integers
# AE-Qualifier: Is an OPTIONAL LONG decimal integer
# P-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# S-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# T-sel: Up to 64 characters of ASCII encoded hex
# N-sap: Up to 40 characters of ASCII encoded hex
#
# NOTE: The following information applies to local and remote DIB entries.
# Only certain AFIs are supported by the stack. Generally, most
# applications can use an AFI of 0x49. This means that the address is
# determined locally by you. Please refer to the Installation Guide for
# the SISCO OSI Stack for AIX on page 17 for more information.
#
Start of Local Entries:
/EM_1/1 2 1 1 /1/00000001/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
#
# Remote Names Section.
#
# /CommonName/AP-Title/AE-Qualifier/P-sel/S-sel/T-sel/N-sap/Static_Route_Flag/
#
# where:
#

```

Tabl. 4.5.9a.(cd) Wstępna zawartość pliku OSILL.CFG bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```
# CommonName: Is an alias for the P-Address; it may be up to 32 characters
# AP-Title: Is an OPTIONAL array of up to 16 SHORT decimal integers
# AE-Qualifier: Is an OPTIONAL LONG decimal integer
# P-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# S-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# T-sel: Up to 64 characters of ASCII encoded hex
# N-sap: Up to 40 characters of ASCII encoded hex
# Static_Route_Flag: 'Y' creates a static routing record for the device
#       'N' does not
Start of Remote Entries:
/EM_2/1 2 2 1 /1/00000001/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
```

Tabl. 4.5.9. Końcowa zawartość pliku OSILL.CFG bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```
# COMPONENT_NAME: OSI Lower Layer configuration file for OS/2
#
# OSILL/osill.cfg
#
# This file is the master source for Directory Information Base and
# stack configuration parameters.
# This file is created by the osill stack download utility and can be
# updated manually
#
#
# OSI Stack Configuration Parameters.
#
Max TPDU size ( must be a power of 2 )    1024
Initial Credits                4
Credits used in data tx ( n <= 16 )      4
TP4 Max. Retransmissions        1
T1 Local Retransmission time ( n * 0.5 sec )  20
R Persistence time ( n * 0.5 sec )  60
A(l) Local Acknowledge time ( n * 0.5 sec )  2
W Window time ( n * 0.5 sec )  20
I Inactivity time ( n * 0.5 sec )  60
L Bound on References and Seq( n * 0.5 sec )  2
Max. Session data buffers per connection  32
Max. Transport data buffers per connection  64
ES-IS protocol is supported by the stack  Y
Max Connections per Stack        64
Max NPDU size                    1280
ES-IS hello timer                 120
Propose Transport Extended format  Y
Propose Transport Checksum        N
Use Transport PDU Concatenation   N
```

Tabl. 4.5.9.(cd) Końcowa zawartość pliku OSILL.CFG bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

#
# Local Names Section.
#
# Format:
#
# /CommonName/AP-Title/AE-Qualifier/P-sel/S-sel/T-sel/N-sap/
#
# where:
#
# CommonName: Is an alias for the P-Address; it may be up to 32 characters
# AP-Title: Is an OPTIONAL array of up to 16 SHORT decimal integers
# AE-Qualifier: Is an OPTIONAL LONG decimal integer
# P-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# S-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# T-sel: Up to 64 characters of ASCII encoded hex
# N-sap: Up to 40 characters of ASCII encoded hex
#
# NOTE: The following information applies to local and remote DIB entries.
# Only certain AFIs are supported by the stack. Generally, most
# applications can use an AFI of 0x49. This means that the address is
# determined locally by you. Please refer to the Installation Guide for
# the SISCO OSI Stack for AIX on page 17 for more information.
#
Start of Local Entries:
/EM_1/1 2 1 1 /1/00000001/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/MIMIC1/1 2 1 2 /2/00000002/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/TREND1_1/1 2 1 3 /3/00000003/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/TREND1_2/1 2 1 4 /4/00000004/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/ALARM1/1 2 1 5 /5/00000005/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/LOGDISP1/1 2 1 6 /6/00000006/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/LOG1/1 2 1 7 /7/00000007/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/COLLECT1/1 2 1 8 /8/00000008/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/DDEGWY1/1 2 1 9 /9/00000009/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/SPRIF1/1 2 1 10 /10/00000010/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/SQLGWY1/1 2 1 11 /11/00000011/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/DBIF1/1 2 1 12 /12/00000012/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/COE1/1 2 1 13 /13/00000013/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/BATDISP1/1 2 1 14 /14/00000014/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/BATEXEC1/1 2 1 15 /15/00000015/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/BATDBIF1/1 2 1 16 /16/00000016/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/ENG1/1 2 1 17 /17/00000017/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/PICTOOL1/1 2 1 18 /18/00000018/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/CLIENT1/1 2 1 19 /19/00000019/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/SERVER1/1 2 1 20 /20/00000020/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/BATTOOL1/1 2 1 21 /21/00000021/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/

```

Tabl. 4.5.9.(cd) Końcowa zawartość pliku OSILL.CFG bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

/LIBMAN1/1 2 1 22 /22/00000022/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/FORMTOO1/1 2 1 23 /23/00000023/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/USERAPPL01/1 2 1 24 /24/00000024/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/H1SIM1/1 2 1 25 /25/00000025/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/TESTUPS1/1 2 1 26 /26/00000026/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
/PRO_GWY1/1 2 1 27 /27/00000027/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fa001/
#
# Remote Names Section.
#
# /CommonName/AP-Title/AE-Qualifier/P-sel/S-sel/T-sel/N-sap/Static_Route_Flag/
#
# where:
#
# CommonName: Is an alias for the P-Address; it may be up to 32 characters
# AP-Title: Is an OPTIONAL array of up to 16 SHORT decimal integers
# AE-Qualifier: Is an OPTIONAL LONG decimal integer
# P-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# S-sel: Up to 32 characters of ASCII encoded hex
# T-sel: Up to 64 characters of ASCII encoded hex
# N-sap: Up to 40 characters of ASCII encoded hex
# Static_Route_Flag: 'Y' creates a static routing record for the device
#      'N' does not
Start of Remote Entries:
/EM_2/1 2 2 1 /1/00000001/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/MIMIC2/1 2 2 2 /2/00000002/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/TREND2_1/1 2 2 3 /3/00000003/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/TREND2_2/1 2 2 4 /4/00000004/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/ALARM2/1 2 2 5 /5/00000005/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/LOGDISP2/1 2 2 6 /6/00000006/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/LOG2/1 2 2 7 /7/00000007/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/COLLECT2/1 2 2 8 /8/00000008/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/DDEGWY2/1 2 2 9 /9/00000009/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/SPRIF2/1 2 2 10 /10/00000010/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/SQLGWY2/1 2 2 11 /11/00000011/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/DBIF2/1 2 2 12 /12/00000012/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/COE2/1 2 2 13 /13/00000013/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/BATDISP2/1 2 2 14 /14/00000014/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/BATEXEC2/1 2 2 15 /15/00000015/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/BATDBIF2/1 2 2 16 /16/00000016/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/ENG2/1 2 2 17 /17/00000017/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/PICTOOL2/1 2 2 18 /18/00000018/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/CLIENT2/1 2 2 19 /19/00000019/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/SERVER2/1 2 2 20 /20/00000020/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/BATTOOL2/1 2 2 21 /21/00000021/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/LIBMAN2/1 2 2 22 /22/00000022/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n

```

Tabl. 4.5.9.(cd) Końcowa zawartość pliku OSILL.CFG bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

/FORMTOO2/1 2 2 23 /23/00000023/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/USERAPPL02/1 2 2 24 /24/00000024/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/H1SIM2/1 2 2 25 /25/00000025/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/TESTUPS2/1 2 2 26 /26/00000026/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb401/n
/1C/1 2 3 1 /31/00000031/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb501/n
/2C/1 2 3 2 /32/00000032/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb501/n
/3C/1 2 3 3 /33/00000033/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb501/n
/4C/1 2 3 4 /34/00000034/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb501/n
/1M/1 2 4 1 /41/00000041/0001/0001/39840F454E45000100a0244d0fb501/n

```

przy czym 39840F454E45000100a0244d0fb401 i 39840F454E45000100a0244d0fb501 są adresami innych stacji sieciowych segmentu IEEE 802.3 z protokołem MMS.

Tabl. 4.5.10a. Wstępna zawartość pliku TPY.DIB bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

#-----
# EasyMAP (R) Sample MAP Third Party Directory Information Base
#-----
# The format of the DIB entries is as follows:
# /AR-name/AP title/AP invocation id/AE qualifier/AE invocation id
#
#
/EM_1/1 2 1 1////
# Remote Names Section.
/EM_2/1 2 2 1////

```

Tabl. 4.5.10. Końcowa zawartość pliku TPY.DIB bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

#-----
# EasyMAP (R) Sample MAP Third Party Directory Information Base
#-----
# The format of the DIB entries is as follows:
# /AR-name/AP title/AP invocation id/AE qualifier/AE invocation id
#
#
/EM_1/1 2 1 1////
/MIMIC1/1 2 1 2////
/TREND1_1/1 2 1 3////
/TREND1_2/1 2 1 4////
/ALARMD1/1 2 1 5////
/LOGDISP1/1 2 1 6////
/LOG1/1 2 1 7////
/COLLECT1/1 2 1 8////
/DDEGWY1/1 2 1 9////

```

Tabl. 4.5.10.(cd) Końcowa zawartość pliku TPY.DIB bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```
/SPRIF1/1 2 1 10///  
/SQLGWY1/1 2 1 11///  
/DBIF1/1 2 1 12///  
/COE1/1 2 1 13///  
/BATDISP1/1 2 1 14///  
/BATEXEC1/1 2 1 15///  
/BATDBIF1/1 2 1 16///  
/ENG1/1 2 1 17///  
/PICTOOL1/1 2 1 18///  
/CLIENT1/1 2 1 19///  
/SERVER1/1 2 1 20///  
/BATTOO1/1 2 1 21///  
/LIBMAN1/1 2 1 22///  
/FORMTOO1/1 2 1 23///  
/USERAPPL01/1 2 1 24///  
/H1SIM1/1 2 1 25///  
/TESTUPS1/1 2 1 26///  
/PRO_GWY1/1 2 1 27///  
  
# Remote Names Section.  
/EM_2/1 2 2 1///  
/MIMIC2/1 2 2 2///  
/TREND2_1/1 2 2 3///  
/TREND2_2/1 2 2 4///  
/ALARM2/1 2 2 5///  
/LOGDISP2/1 2 2 6///  
/LOG2/1 2 2 7///  
/COLLECT2/1 2 2 8///  
/DDEGWY2/1 2 2 9///  
/SPRIF2/1 2 2 10///  
/SQLGWY2/1 2 2 11///  
/DBIF2/1 2 2 12///  
/COE2/1 2 2 13///  
/BATDISP2/1 2 2 14///  
/BATEXEC2/1 2 2 15///  
/BATDBIF2/1 2 2 16///  
/ENG2/1 2 2 17///  
/PICTOOL2/1 2 2 18///  
/CLIENT2/1 2 2 19///  
/SERVER2/1 2 2 20///  
/BATTOO2/1 2 2 21///  
/LIBMAN2/1 2 2 22///  
/FORMTOO2/1 2 2 23///  
/USERAPPL02/1 2 2 24///  
/H1SIM2/1 2 2 25///
```

Tabl. 4.5.10.(cd) Końcowa zawartość pliku TPY.DIB bramy PROFIBUS-IEEE 802.3

```

/TESTUPS2/1 2 2 26////
/1C/1 2 3 1////
/2C/1 2 3 2////
/3C/1 2 3 3////
/4C/1 2 3 4////
/1M/1 2 4 1////

```

#### 4.5.4. Zasady wykorzystania narzędzia Engineering Tool do tworzenia aplikacji wizualizacyjnej

Do powiązania ze sobą różnych elementów oprogramowania systemu EasyMAP służy system wzajemnych odwołań przy użyciu tzw. znaczników (tags). Odwołania te definiuje się przy pomocy narzędzia Engineering Tool, wchodzącego w skład wspomnianego systemu.

Wywołania Engineering Tool dokonuje się z poziomu głównego okna systemu EasyMAP wybierając z menu kolejno opcje Mapplication i Start, a potem podświetlając wiersz zawierający napis Engineering Tool i wybierając przycisk Start.

Po wywołaniu Engineering Tool ukazuje się okienko z ikonami o następujących nazwach: Opr. Stations, Process HW, Tags, Tag Types, Operation, Profiles, Texts. W trakcie konstruowania aplikacji wizualizacyjnej (patrz p. 4.5.5), podczas tworzenia odwołań (przypisań) do zmiennych pozyskiwanych z segmentu sieci PROFIBUS przez obiekty używane w MIMIC wykorzystywane były wyłącznie operacje związane z trzema pierwszymi ikonami:

- Opr. Stations - służy ona do definiowania unikatowej nazwy stacji i zainstalowanych w niej MAPPLICATIONS (patrz p. 4.5.2),
- Process HW - pozwala na określenie powiązań typu brama (gateway) - urządzenie zewnętrzne (np. sterownik lub - w rozpatrywanym dalej przypadku - segment sieci innego standardu niż IEEE 802.3 z protokołem MMS),
- Tags - służy ona do bezpośredniego definiowania wzajemnych odwołań przy użyciu tzw. znaczników.

Uaktywnienie każdej z trzech wymienionych przed chwilą ikon powoduje otwarcie standardowego okienka z trzema opcjami: List, Selecte*d* i Edit, a ponadto wyświetlenie dotychczas definiowanych obiektów. Na przykład po pierwszym (tuż po zainstalowaniu systemu EasyMAP) wywołaniu Engineering Tool, po kliknięciu ikony Opr. Stations na ekranie pojawia się okienko pokazane na rys. 4.5.1. Okienko to składa się z 4 poziomych pasków, pola prezentacji obiektów oraz dwu suwaków: pionowego i poziomego.

W pierwszym pasku kolejno występują: symbol definiowanego obiektu (w przypadku Opr. Stations - jest to komputer, w przypadku Process HW - jest to uproszczony widok sterownika, w przypadku Tags - jest to symbol fabryki), nazwa przed chwilą rozwiniętej ikony lub wybranej opcji (patrz niżej wariant Selecte*d*>>Open>>Content - tzn. wariant powstający w wyniku kolejnego wywołania opcji Selecte*d*, Open i Content), potem zaś dwa przyciski - pierwszy służy do zamykania omawianego właśnie okienka, drugi zaś - do rozszerzenia okienka na cały ekran. Kliknięcie symbolu definiowanego obiektu powoduje rozwinięcie się menu zawierającego następujące opcje (pozycje): Restore, Move, Size, Minimize, Maximize, Close, Switch to, których wykorzystanie, podobnie zresztą jak suwaków, jest identyczne jak w MS-Windows 3.1x.

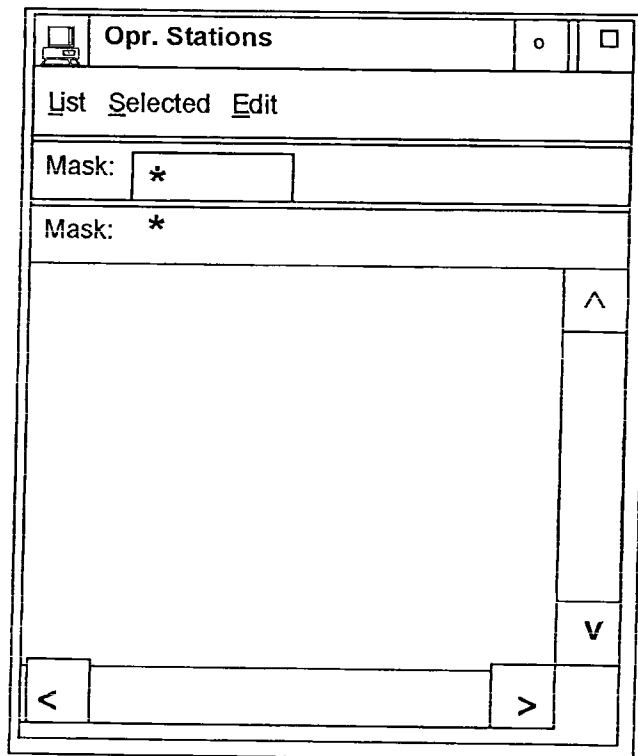


Drugi pasek zawiera trzy rozwijalne opcje: List, Selecte*d* i Edit, o których będzie mowa w dalszej części tego punktu.

Trzeci pasek zawiera opcję Mask, która jest tożsama z omawianą dalej opcją List z paska drugiego.

Czwarty pasek informuje o aktualnie wybranym stanie opcji Mask (a więc i opcji List z paska drugiego).

Pole prezentacji obiektów może być puste (patrz rys. 4.5.1). Z wariantem tym mamy do czynienia w przypadku albo braku obiektów zdefiniowanych uprzednio na danym poziomie hierarchii (a więc np. Opr. Stations, Process HW, Tags), albo też gdy wszystkie nazwy wspomnianych obiektów nie spełniają kryteriów wyświetlanych w polu Mask (pasek czwarty). W przeciwnym razie pole prezentacji obiektów składa się z wierszy, z których każdy zawiera kolejno: symbol obiektu i jego nazwę (patrz rys. 4.5.4). Obydwa wspomniane wyżej suwaki służą do nawigacji po polu prezentacji obiektów.



Rys. 4.5.1. Okienko pojawiające się po pierwszym (tuż po zainstalowaniu systemu EasyMAP) wywołaniu Engineering Tool, po kliknięciu ikony Opr. Stations

Opcja List służy do określenia, które z obiektów mają być specyfikowane w polu prezentacji obiektów. W przypadku ikon Opr. Stations i Process HW jest ona zablokowana. W przypadku ikony Tags - działa ona podobnie jak tzw. wild characters w systemie operacyjnym DOS, a więc np. gwiazdka (\*) oznacza wszystkie obiekty, zaś gwiazdka następująca po literze p (p\* lub P\*) sygnalizuje, że będą pokazywane jedynie wszystkie obiekty, których nazwa rozpoczyna się od litery p.

Opcja Edit rozwija się następujące podopcje: Create, Copy, Move (podopcja ta nie występuje w przypadku rozwinięć ikon Opr. Stations i Process HW), Rename i Dele<sup>t</sup>e:

- Podopcja Copy służy do skopiowania istniejącego obiektu pod inną nazwą (ale nie jego zawartości - patrz niżej wariant Selecte<sup>d</sup> >>Open>>Conten<sup>t</sup>).
- Podopcja Rename jest używana do zmiany nazwy obiektu.
- Podopcja Dele<sup>t</sup>e służy do usunięcia obiektu.
- Podopcja Move jest wykorzystywana do zmiany poziomu hierarchii obiektu (patrz niżej rozwinięcie podopcji Create w przypadku ikony Tags). Nie była ona używana podczas tworzenia aplikacji wizualizacyjnej i nie będzie dalej omawiana.

Podopcje Copy, Move, Rename i Dele<sup>t</sup>e działają na aktualnie podświetlonych obiektach w polu prezentacji obiektów.

W przypadku ikony Opr. Stations wybranie podopcji Create powoduje pojawienie się okienka zawierającego rubryki pokazane na rys. 4.5.2.

Name:		State:	
$\alpha 1$		$\alpha 2$	Eng. Info.
Description:		Last Download:	
$\alpha 3$		$\alpha 4$	
Create and Close	Create	Save	Close

Rys. 4.5.2. Rubryki okienka pojawiającego się w wariancie Edit>>Create wywołanym z ikony Opr. Stations

W rzeczywistości na ekranie komputera nie pojawiają się litery greckie z numerami (w tym przypadku  $\alpha 1 - \alpha 4$ ). Użyto ich tutaj jedynie w celu oznaczenia poszczególnych pustych pól, a następnie przypisania tym polom informacji o sposobie ich wypełniania (uwagi te odnoszą się także do rys. 4.5.5, 4.5.6, 4.5.7, 4.5.9 i 4.5.10). W rozpatrywanym właśnie przypadku mamy:

- $\alpha 1$  - wypełnienie obligatoryjne
- $\alpha 2$  - wypełnienie automatyczne przez oprogramowanie EasyMAP:
  - Undefined - przed rozpoczęciem edycji,
  - Edited - w trakcie edycji,
  - Created - po wybraniu przez operatora jednej z opcji Create and Close lub Close i zaakceptowaniu tego wyboru przez oprogramowanie Engineering Tool.
- $\alpha 3$  - wypełnienie opcjonalne
- $\alpha 4$  - wypełnienie automatyczne przez oprogramowanie EasyMAP po wybraniu przez operatora jednej z opcji Create and Close lub Close i zaakceptowaniu tego wyboru przez oprogramowanie Engineering Tool.

W pełni wypełnione okienko w wariancie Edit>>Create wywołanym z ikony Opr. Stations (por. pozycja ESW/2520...EM\_1 w tabl. 4.5.6) wykorzystane w procesie konstruowania aplikacji wizualizacyjnej pokazano na rys. 4.5.3.

Name:		State:	
EM 1		Edited	Eng. Info.
Description:		Last Download:	
EasyMAP/Ethernet Environment			
Create and Close	Create	Save	Close

Rys. 4.5.3. Przykład w pełni wypełnionego okienka w wariancie Edit>>Create wywołanym z ikony Opr. Stations (por. pozycja ESW/2520....EM\_1 w tabl. 4.5.6).

Opr. Stations		o	□
List Selected Edit			
Mask:	*		
Mask:	*		
EM_1		^	
		v	
<			>

Rys. 4.5.4. Przykład okienka pojawiającego się po kliknięciu ikony Opr. Stations, także zawartość tego okienka po wypełnieniu rubryk w wariancie Opr. Stations>>Edit>>Create w sposób pokazany na rys. 4.5.3.

W trakcie wypełniania okienka lub po zakończeniu tej operacji można uaktywnić przyciski Create and Close, Create, Save i Close, przy czym:

- Create - w przypadku poprawnego wypełnienia pól powoduje utworzenie edytowanego obiektu, w przeciwnym razie - komunikat o błędzie; - w obu wariantach następuje powrót do sytuacji przedstawionej na rys. 4.5.2, tzn. do edycji obiektu;
- Save - w przypadku poprawnego wypełnienia pól powoduje zapamiętanie (ale nie utworzenie) edytowanego obiektu, w przeciwnym razie - komunikat o błędzie; - w obu wariantach następuje powrót do sytuacji przedstawionej na rys. 4.5.2, tzn. do edycji obiektu
- Close - jeśli jeszcze nie rozpoczęto edycji powoduje zamknięcie okienka przedstawionego na rys. 4.5.2 i powrót do sytuacji zobrazowanej na rys. 4.5.1 lub 4.5.4. W przeciwnym

przypadku pojawiają się następujące trzy (pod)przyciski: Create - jego wybranie ma ten sam skutek co bezpośrednie wciśnięcie Create w sytuacji okienka z rys. 4.5.2 i 4.5.3, Discard - porzucenie edycji, zamknięcie okienka przedstawionego na rys. 4.5.2 i powrót do sytuacji zobrazonej na rys. 4.5.1 lub 4.5.4, Cancel - unieważnienie operacji Close i powrót do edycji

- Create and Close - wykonanie operacji związanych z przyciskiem Create i - w przypadku braku błędu - zamknięcie okienka przedstawionego na rys. 4.5.2, a zatem powrót do sytuacji zobrazonej na rys. 4.5.1 lub 4.5.4.

W przypadku ikony Process HW wybranie podopcji Create powoduje pojawienie się okienka zawierającego rubryki pokazane na rys. 4.5.5, przy czym:

- $\beta 1$  - wypełnienie obligatoryjne,
- $\beta 2$  - wypełnienie obligatoryjne przy wykorzystaniu listy opcji dostarczanych automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP,
- $\beta 3$  - rubryka zablokowana (nie podlega wypełnieniu),
- $\beta 4$  - wypełnienie obligatoryjne na podstawie dokumentacji dostarczanej z oprogramowaniem współpracującym z danym sterownikiem lub bramą (w przypadku bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 jest to parametr CR - Communication reference, Kommunikations-referenz - urządzenia widzianego od strony bramy, patrz tabl. 4.5.4)
- $\beta 5$  - wypełnienie automatyczne przez oprogramowanie EasyMAP:
  - Undefined - przed rozpoczęciem edycji,
  - Edited - w trakcie edycji,
  - Created - po wybraniu przez operatora jednej z opcji Create and Close lub Close i zaakceptowaniu tego wyboru przez oprogramowanie Engineering Tool.
- $\beta 6$  - wypełnienie opcjonalne.

Name:	Gateway:	PLC Type:	Address:	State:	
$\beta 1$	$\beta 2$	$\beta 3$	$\beta 4$	$\beta 5$	Eng. Info.
Description:					
$\beta 6$					
Create and Close	Create	Save	Close		

Rys. 4.5.5. Rubryki okienka pojawiającego się w wariancie Process HW>>Edit>>Create

W przypadku ikony Tags wywołanie podopcji Create powoduje ukazanie się menu składającego się z następujących pozycji: Area, Unit, ColGroup, CtlSequence, MMSItem, Tag i UserTag. Ponieważ w trakcie konstruowania aplikacji wizualizacyjnej wykorzystano jedynie opcję Tag (wynikało to z dokumentacji dotyczącej bramy PROFIBUS-IEEE 802.3, dostarczonej przez firmę WM-data), więc dalszy opis ograniczymy jedynie do niej. Wybranie wariantu Tags>>Edit>>Create>>Tag powoduje pojawienie się okienka zawierającego rubryki pokazane na rys. 4.5.6, przy czym

- $\gamma 1$  - wypełnienie obligatoryjne,
- $\gamma 2$  - wypełnienie automatyczne przez oprogramowanie EasyMAP, na podstawie uprzednio wybranych opcji Area, Unit i ColGroup, co w przypadku rozpatrywanej dalej aplikacji

- wizualizacyjnej nie miało miejsca (wariant ten jest wykorzystywany przy grupowaniu danych w większe obiekty, np. domen protokołu MMS),
- $\gamma 3$  - jeśli wybrane (znak  $\surd$ ), to obiekt podlega załadowaniu podczas wybrania opcji Download (patrz niżej), w przeciwnym przypadku (rubryka pusta) - obiekt nie podlega załadowaniu, co ma na celu uniknięcie pomyłek operatora,
  - $\gamma 4$  - wypełnienie automatyczne przez oprogramowanie EasyMAP:
    - Undefined - przed rozpoczęciem edycji,
    - Edited - w trakcie edycji,
    - Created - po wybraniu przez operatora jednej z opcji Create and Close lub Close i zaakceptowaniu tego wyboru przez oprogramowanie Engineering Tool.
  - $\gamma 5$  - wypełnienie opcjonalne,
  - Notes - (opcjonalne) użycie tego przycisku otwiera notatnik projektanta systemu,
  - $\gamma 6$  - wypełnienie obligatoryjne przy wykorzystaniu listy opcji dostarczanych automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP,
  - $\gamma 7$  - wypełnienie obligatoryjne przy wykorzystaniu listy opcji dostarczanych automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP. Lista opcji zawiera następujące pozycje: Boolean, Event, Float, Integer, Unsigned, Visible. Wybór którejkolwiek spośród nich powoduje dalsze rozwinięcie okienka wariantu Tags>>Edit>>Create>>Tag, przy czym jest ono dla każdej opcji inne. Dalej zajmiemy się tylko przypadkiem "Float", gdyż jedynie on był wykorzystywany przy tworzeniu aplikacji wizualizacyjnej.
  - $\gamma 8$  - wypełnienie obligatoryjne przy wykorzystaniu listy opcji dostarczanych automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP. Wyboru dokonuje się spośród następujących możliwości: Fast (skanowanie co 2 s), Normal (co 5 s), Slow (co 10 s), VeryFast (co 1 s), VerySlow (co 30 s).
  - $\gamma 9$  - wypełnienie obligatoryjne na podstawie dokumentacji dostarczanej z oprogramowaniem współpracującym z danym sterownikiem lub bramą (w przypadku bramy PROFIBUS-IEEE 802.3 jest to parametr o postaci <litera i><dwukropek><indeks zmiennej w słowniku obiektów oddalanej stacji sieci PROFIBUS>, np. i:126 - por. rys. 4.5.13 i 4.5.15),
  - $\gamma 10$  - wypełnienie obligatoryjne przy wykorzystaniu listy opcji dostarczanych automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP. Zawartość zestawu opcji zależy od uprzedniego wybrania wartości parametru  $\gamma 7$ . Jeśli  $\gamma 7 = \text{Float}$ , to zestaw opcji zawiera następujące pozycje: FLOAT, INT16, INT32, INT8, REG16, REG32, REG8.
  - $\gamma 11$  - wypełnienie opcjonalne - w ten sposób określa się powiązanie obiektu z rysunkiem oferowanym w MAPPLICATION o nazwie MIMIC.

Dodatkowo pojawiające się rubryki po wybraniu  $\gamma 7 = \text{Float}$  (patrz rys. 4.5.6) mają następujące znaczenie:

- $\delta 1$  - wypełnienie obligatoryjne - wskazuje liczbę pozycji dziesiętnych w wyświetlanej na ekranie wartości obiektu,
- $\delta 2$  - wypełnienie obligatoryjne - dolna wartość zakresu wartości zmiennej wyświetlanej na ekranie,
- $\delta 3$  - wypełnienie obligatoryjne - górna wartość zakresu wartości zmiennej wyświetlanej na ekranie,
- $\delta 4$  - - wypełnienie opcjonalne - użytkownik wpisuje sam lub wybiera spośród następujących opcji rozwijającego się menu: %, Bar, kg, kW, l, m<sup>n</sup>, °C.

Name:	Part of:		State:	Eng. Info.
<input type="text" value="γ1"/>	<input type="text" value="γ2"/>	<input type="checkbox" value="γ3"/> Loadable	<input type="text" value="γ4"/>	
Description:				
<input type="text" value="γ5"/>				Notes
I/O Address	Type Selection	Man Machine Interface (MIMIC)		
PLC:	Tag Type:	MMI Scan		
<input type="text" value="γ6"/>	<input type="text" value="γ7"/>	<input type="text" value="γ8"/>		
Address:	PLC Reg Type:	Mimic Picture:		
<input type="text" value="γ9"/>	<input type="text" value="γ10"/>	<input type="text" value="γ11"/>		
Create and Close	Create	Save	Close	

Rys. 4.5.6. Rubryki okienka pojawiającego się w wariancie Tags>>Edit>>Create>>Tag

Name:	Part of:		State:	Eng. Info.
<input type="text" value="γ1"/>	<input type="text" value="γ2"/>	<input type="checkbox" value="γ3"/> Loadable	<input type="text" value="γ4"/>	
Description:				
<input type="text" value="γ5"/>				Notes
I/O Address	Type Selection	Man Machine Interface (MIMIC)		
PLC:	Tag Type:	MMI Scan		
<input type="text" value="γ6"/>	<input type="text" value="Float"/>	<input type="text" value="γ8"/>		
Address:	PLC Reg Type:	Mimic Picture:		
<input type="text" value="γ9"/>	<input type="text" value="γ10"/>	<input type="text" value="γ11"/>		
Float				
Engineering Values				
Decimals:	Low:	High:		
<input type="text" value="δ1"/>	<input type="text" value="δ2"/>	<input type="text" value="δ3"/>		
Unit:	Raw Low:	Raw High:		
<input type="text" value="δ4"/>	<input type="text" value="δ5"/>	<input type="text" value="δ6"/>		
Create and Close	Create	Save	Close	

Rys. 4.5.7. Rubryki okienka pojawiającego się w wariancie Tags>>Edit>>Create>>Tag po wybraniu γ7= Float (patrz rys. 4.5.6).

- $\delta 5$  - wypełnienie obligatoryjne - dolna wartość zakresu zawartości rejestru sterownika odpowiadającego zmiennej wyświetlanej na ekranie,
- $\delta 6$  - wypełnienie obligatoryjne - górna wartość zakresu zawartości rejestru sterownika odpowiadającego zmiennej wyświetlanej na ekranie.

Wyświetlana na ekranie wartość wyznaczana jest na podstawie odwzorowania liniowego, tzn.

wynosi ona  $\frac{\delta 3 - \delta 2}{\delta 6 - \delta 5} * (\delta - \delta 5) + \delta 2$ , gdzie  $\delta$  oznacza bieżącą zawartość rejestru.

Przykład wypełnienia rubryk okienka z wariantu Tags>>Edit>>Create>>Tag po wybraniu  $\gamma 7 = \text{Float}$  (patrz rys. 4.5.5) przedstawiono na rys. 4.5.13.

Opcja Selected służy do manipulacji uprzednio utworzonymi obiektami. Rozwija się ona na następujące podopcje: Open, Check (podopcja ta nie występuje w przypadku rozwinięcia ikony Opr. Stations), Download, Unload (podopcja ta nie występuje w przypadku rozwinięcia ikony Opr. Stations), Extract, References i Print. Wszystkie podopcje działają na aktualnie podświetlonych obiektach w polu prezentacji obiektów:

- Podopcja Download służy do załadowania obiektu do konkretnej MAPPLICATION i związanej z nią częścią bazy danych (informacja mówiąca, z którą MAPPLICATION mamy do czynienia zawarta jest w ładowanym obiekcie). Z tego powodu wspomniana MAPPLICATION musi być dostępna, tzn. albo powinna być uaktywniona w stacji, w której dokonuje się operacji Download, albo też - uaktywniona w innej stacji dostępnej przez funkcjonującą sieć. Warto jeszcze wspomnieć, że użycie podopcji Download do wadliwie skonstruowanego obiektu może skutkować dalszym błędnym działaniem systemu EasyMAP.
- Wspomnianym przed chwilą sytuacjom zapobiega poprzedzenie wykorzystania Download użyciem podopcji Check. Jej zadaniem jest sprawdzenie wewnętrznej poprawności obiektu.
- Podopcja Extract służy do utworzenia kopii obiektu w formacie ASCII (w celu jej późniejszego dołączenia do bazy danych). Nie była ona wykorzystywana podczas procesu tworzenia aplikacji wizualizacyjnej, opisanego w p. 4.5.5.
- Podopcja Unload ma działanie przeciwne do Download - usuwa z konkretnej MAPPLICATION i związanej z nią częścią bazy danych wskazany uprzednio obiekt (definiujący wzajemne odwołania między częściami systemu EasyMAP). Dlatego też w momencie użycia Unload wspomniana MAPPLICATION musi być dostępna.
- Podopcja References służy do wyświetlania listy obiektów związanych z wybranym obiektem.
- Wybranie podopcji Print powoduje wydrukowanie dokumentacji dotyczącej wybranego obiektu.
- Podopcja Open rozwija się na: Properties i Content.  
Wybranie Properties powoduje pojawienie się na ekranie okienka podobnego do okienka wywoływanego w wariantcie Edit>>Create (por. np. rys. 4.5.3) z rubrykami zawierającymi uprzednio wprowadzone i zapamiętane wartości. Na przykład po wypełnieniu rubryk okienka wywołanego sekwencją Opr. Stations>>Edit>>Create zgodnie z danymi przedstawionymi na rys. 4.5.3 i po zakończeniu operacji użyciem przycisku "Create and Close" na ekranie pojawia się obraz przedstawiony na rys. 4.5.4. Obiekt EM\_1 jest - jako jedyny w polu prezentacji obiektów - automatycznie podświetlony. Zastosowanie teraz sekwencji Select >>Open>>Properties spowoduje pojawienie się okienka z zawartością przedstawioną na rys. 4.5.8.

Wybranie Content wywołuje jedną z dwu możliwych reakcji. Jeśli podświetlony obiekt nie może mieć obiektów podporządkowanych (przykładem są sekwencje Process HW>>Selected>>Open>>Content oraz w przypadku obiektu typu Tag - Tags>>Selected>>Open>>Content), to na ekranie pojawia się takie same okienko jak po wybraniu Properties (patrz wyżej). W przeciwnym razie ukazuje się okienko z wykazem obiektów podporządkowanych (patrz np. rys. 4.5.12), z którego można przystąpić do edycji dalszych obiektów podporządkowanych - patrz rys. 4.5.9 i 4.5.10.

Name:		State:	
EM 1		Created	Eng. Info.
Description:		Last Download:	
EasyMAP/Ethernet Environment		1998-05-20 10:05:31	
Save and Close	Save	Close	

Rys. 4.5.8. Przykład zawartości okienka pojawiającego się po sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Properties

Name:	Station:	Address:	Gateway Type:	State:	Eng. Info.
$\varepsilon 1$	$\varepsilon 2$	$\varepsilon 3$	$\varepsilon 4$	$\varepsilon 5$	
Description:		Secondary:			
$\varepsilon 6$		$\varepsilon 7$			
Create and Close	Create	Save	Close		

Rys. 4.5.9. Przykład zawartości okienka pojawiającego się po sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Gateway

W przypadku sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create pojawiają się dwie niżej omówione podopcje: Gateway i Mapplication.

Wybranie sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Gateway powoduje pojawienie się okienka zawierającego rubryki pokazane na rys. 4.5.9, przy czym:

- $\varepsilon 1$  - wypełnienie obligatoryjne,
- $\varepsilon 2$  - wypełnienie obligatoryjne dokonywane automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP,
- $\varepsilon 3$  - rubryka zablokowana (nie podlega wypełnieniu),
- $\varepsilon 4$  - wypełnienie obligatoryjne przy wykorzystaniu listy opcji dostarczanych automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP,
- $\varepsilon 5$  - wypełnienie automatyczne przez oprogramowanie EasyMAP:
  - Undefined - przed rozpoczęciem edycji,
  - Edited - w trakcie edycji,
  - Created - po wybraniu przez operatora jednej z opcji Create and Close lub Close i zaakceptowaniu tego wyboru przez oprogramowanie Engineering Tool.



- $\varepsilon 6$  - wypełnienie opcjonalne,
- $\varepsilon 7$  - wypełnienie opcjonalne.

Name:	Station:	Map Application Type:	State:	Eng. Info.
$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$	
Description:		Secondary:		
$\phi 5$		$\phi 6$		
Create and Close	Create	Save	Close	

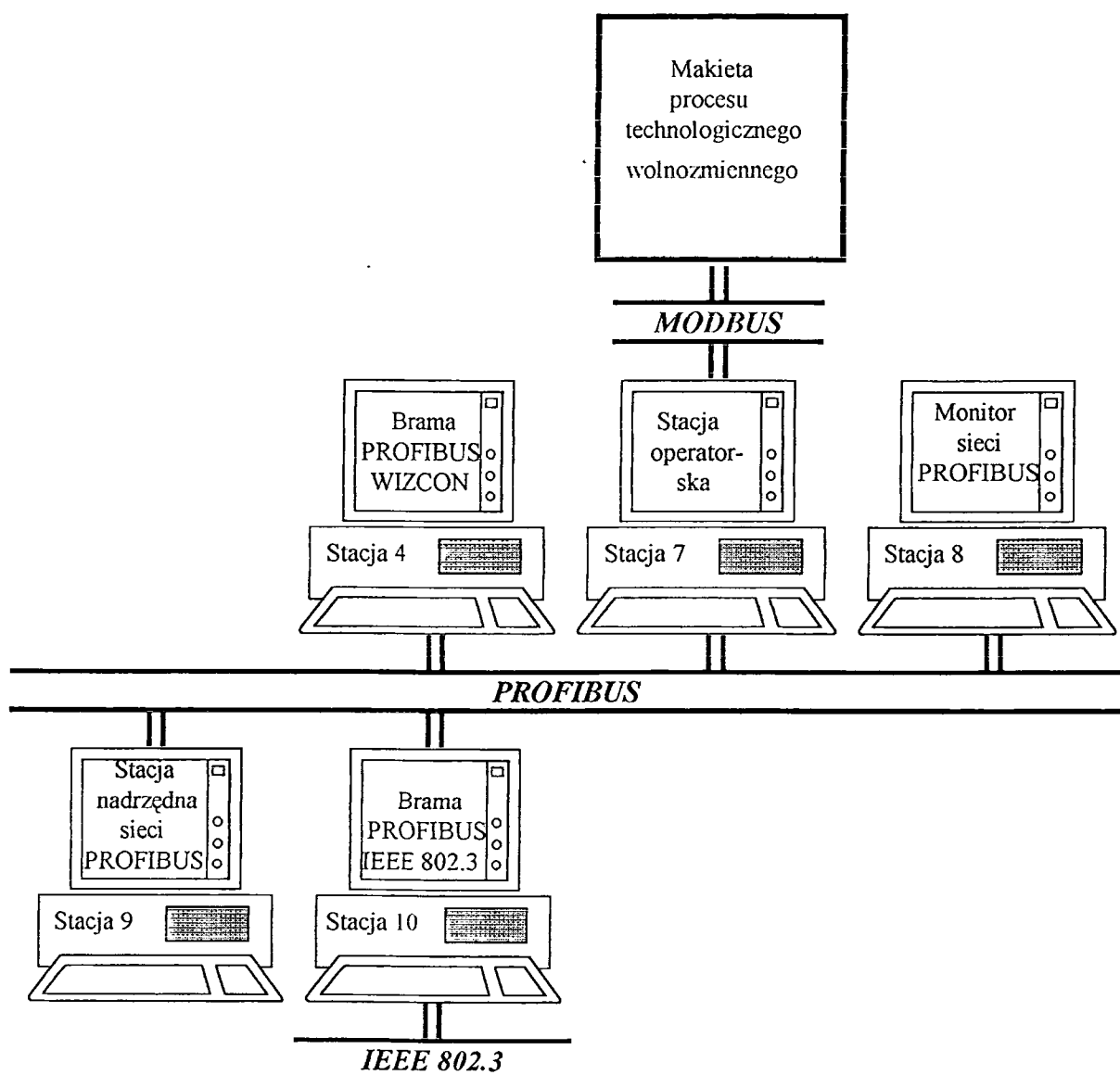
Rys. 4.5.10. Przykład zawartości okienka pojawiającego się po sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Map Application

Wybranie sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Map Application powoduje pojawienie się okienka zawierającego rubryki pokazane na rys. 4.5.10, przy czym:

- $\phi 1$  - wypełnienie obligatoryjne,
- $\phi 2$  - wypełnienie obligatoryjne dokonywane automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP,
- $\phi 3$  - wypełnienie obligatoryjne przy wykorzystaniu listy opcji dostarczanych automatycznie przez oprogramowanie EasyMAP,
- $\phi 4$  - wypełnienie automatyczne przez oprogramowanie EasyMAP:  
 Undefined - przed rozpoczęciem edycji,  
 Edited - w trakcie edycji,  
 Created - po wybraniu przez operatora jednej z opcji Create and Close lub Close i zaakceptowaniu tego wyboru przez oprogramowanie Engineering Tool.
- $\phi 5$  - wypełnienie opcjonalne,
- $\phi 6$  - wypełnienie opcjonalne.

#### 4.5.5. Aplikacja wizualizacyjna i jej badania

Schemat instalacji do badania aplikacji wizualizacyjnej pokazano na rys 4.5.11. Stacja 7 wraz z makieta procesu technologicznego wolnozmiennego służyła jako zadajnik wartości zmiennych interpretowanych i wyświetlanych przez aplikację wizualizacyjną. Stacja 4, poprzez sieć PROFIBUS - FMS, pośredniczyła między stacją 7 a bramą PROFIBUS-IEEE 802.3 (stacja 10). Stacja 8 - monitor sieci - była potrzebna do wykrywania i diagnozy stanów awaryjnych powstających w sieci PROFIBUS (których w trakcie eksperymentów nie stwierdzono). Stacja 9, wyposażona w oprogramowanie opisane w rozdziale 6, generowała wymuszenia wartości sygnałów do stacji 7 oraz makiety procesu technologicznego wolnozmiennego. Parametry magistrali PROFIBUS i wybranych relacji komunikacyjnych opisano w p. 4.5.1.



Rys. 4.5.11. Schemat ideowy instalacji do badania aplikacji wizualizacyjnej

Podczas definiowania systemu wzajemnych odwołań przy pomocy Engineering Tool (a co najmniej w trakcie wykonywania operacji Download) powinna pracować w sieci stacja 4, gdyż oprogramowanie WM-data czasami odwołuje się do jej słownika obiektów (Object Dictionary, Objektverzeichnis). Ponadto, z przyczyn podanych przy opisie podopcji Download w p. 4.5.4 wynika, że dwie współpracujące ze sobą aplikacje z systemu EasyMAP powinny być uaktywnione w trakcie konstruowania aplikacji wizualizacyjnej. Dlatego też, definiowanie aplikacji wizualizacyjnej rozpoczynamy od wywołania Engineering Tool zgodnie z opisem przytoczonym na początku p. 4.5.4, a potem - w ten sam sposób - MIMIC1 i PRO\_GWY1 (czyli, odpowiednio, MIMIC i bramy PROFIBUS-IEEE 802.3, zgodnie z treścią tabl. 4.5.6).

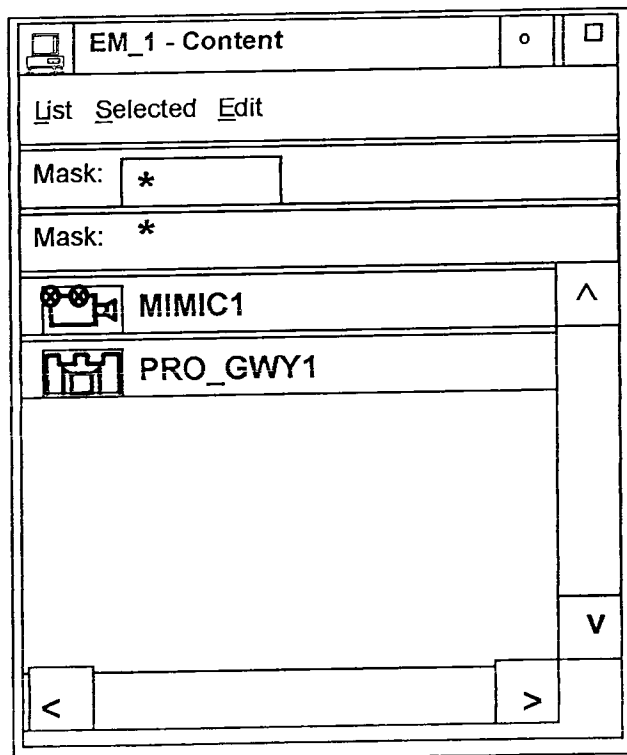
Po wywołaniu Engineering Tool ukazuje się okienko z ikonami. Przystępujemy do realizacji sekwencji Opr. Stations>>Edit>-Create. Pojawia się wówczas okienko pokazane na rys. 4.5.1, które wypełnia się zgodnie z informacjami zawartymi na rys. 4.5.3. Po wybraniu przycisku Create and Close na ekranie wyświetlana jest informacja przedstawiona na rys. 4.5.4.

Można teraz przystąpić do edycji obiektów podporządkowanych: PRO\_GWY1 i MIMIC1. W przypadku PRO\_GWY1 do tego celu wykorzystujemy sekwencję Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Gateway. Pojawia się wówczas okienko pokazane na rys. 4.5.9, które wypełniamy zgodnie z zawartością tabl. 4.5.11 i kończymy wypełnianie używając przycisku Create and Close (w dalszym tekście ta uwaga będzie pomijana).

Tabl. 4.5.11. Wartości parametrów wprowadzonych w trakcie edycji następującej po sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Gateway

Parametr	Wartość parametru
$\varepsilon 1$	PRO_GWY1
$\varepsilon 2$	EM_1
$\varepsilon 3$	
$\varepsilon 4$	PROFIBUS
$\varepsilon 5$	Edited
$\varepsilon 6$	MMS/IEEE 802.3 - PROFIBUS FMS Gateway
$\varepsilon 7$	

W przypadku MIMIC1 wykorzystujemy sekwencję Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Mapplication. Pojawia się wówczas okienko pokazane na rys. 4.5.10, które wypełniamy zgodnie z zawartością tabl. 4.5.12. W wyniku pojawia się sytuacja przedstawiona na rys. 4.5.12.



Rys. 4.5.12. Przykład okienka po wywołaniu sekwencji Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content, po przednim utworzeniu obiektw PRO\_GWY1 i MIMIC1

Tabl. 4.5.12. Wartości parametrów wprowadzonych w trakcie edycji następującej po sekwencji  
Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Edit>>Create>>Mappplication

Parametr	Wartość parametru
$\phi 1$	MIMIC1
$\phi 2$	EM_1
$\phi 3$	MIMIC
$\phi 4$	Created
$\phi 5$	
$\phi 6$	

Następnym krokiem jest użycie sekwencji Process HW>>Edit>>Create. Pojawia się wówczas okienko pokazane na rys 4.5.5, które wypełniamy zgodnie z zawartością tabl. 4.5.13.

Tabl. 4.5.13. Wartości parametrów wprowadzonych w trakcie edycji następującej po sekwencji  
Process HW>>Edit>>Create

Parametr	Wartość parametru
$\beta 1$	PROFIBUS
$\beta 2$	PRO_GWY1
$\beta 3$	
$\beta 4$	24
$\beta 5$	Created
$\beta 6$	

Można teraz już przystąpić do edycji obiektów odpowiadających odwołaniom do zmiennych. W tym celu wykorzystujemy sekwencję Tags>>Edit>>Create>>Tag (patrz rys. 4.5.6) i wybieramy  $\gamma 7 = \text{Float}$  (patrz rys. 4.5.7). Rubryki dotyczące zmiennej o nazwie PRI26 wypełniamy zgodnie informacją zawartą w okienku pokazanym na rys. 4.5.13. Takie same okienka (por. rys. 4.5.7) odnoszą się do pozostałych czterech zmiennych branych pod uwagę w aplikacji wizualizacyjnej. Sposób ich wypełnienia prezentuje tabl. 4.5.14.

Tabl. 4.5.14. Wartości parametrów wprowadzonych w trakcie edycji następującej po sekwencji  
Tags>>Edit>>Create>>Tag

Parametr	Wartość parametru dla zmiennej TI 31 (wg makiety procesu technologicznego wolnozmiennego)	Wartość parametru dla zmiennej FQ32 (wg makiety procesu technologicznego wolnozmiennego)	Wartość parametru dla zmiennej PI 41 (wg makiety procesu technologicznego wolnozmiennego)	Wartość parametru dla zmiennej PI 42 (wg makiety procesu technologicznego wolnozmiennego)
$\gamma 1$	PRTI31	PRFQ32	PRPI41	PRPI42
$\gamma 2$				
$\gamma 3$	√	√	√	√
$\gamma 4$	Downloaded	Downloaded	Downloaded	Downloaded

Tabl. 4.5.14. (cd) Wartości parametrów wprowadzonych w trakcie edycji następującej po sekwencji Tags>>Edit>>Create>>Tag

$\gamma_5$	Temperatura wody za odgazowywaczem (na sch. TI 31)	Ilość kondensatu (w tonach/godz.)	Ciśnienie spalin za przegrzew. (na sch. PI 41)	Ciśnienie powietrza pod rusztem (na sch. PI 42)
$\gamma_6$	PROFIBUS	PROFIBUS	PROFIBUS	PROFIBUS
$\gamma_7$	Float	Float	Float	Float
$\gamma_8$	VeryFast	VeryFast	VeryFast	VeryFast
$\gamma_9$	i:127	i:128	i:129	i:130
$\gamma_{10}$	REG16	REG16	INT16	INT16
$\gamma_{11}$				
$\delta_1$	2	2	2	2
$\delta_2$	80	0	-400	-100
$\delta_3$	150	10	600	500
$\delta_4$	°C	t/h	Pa	Pa
$\delta_5$	0	0	0	0
$\delta_6$	4095	4095	4095	4095

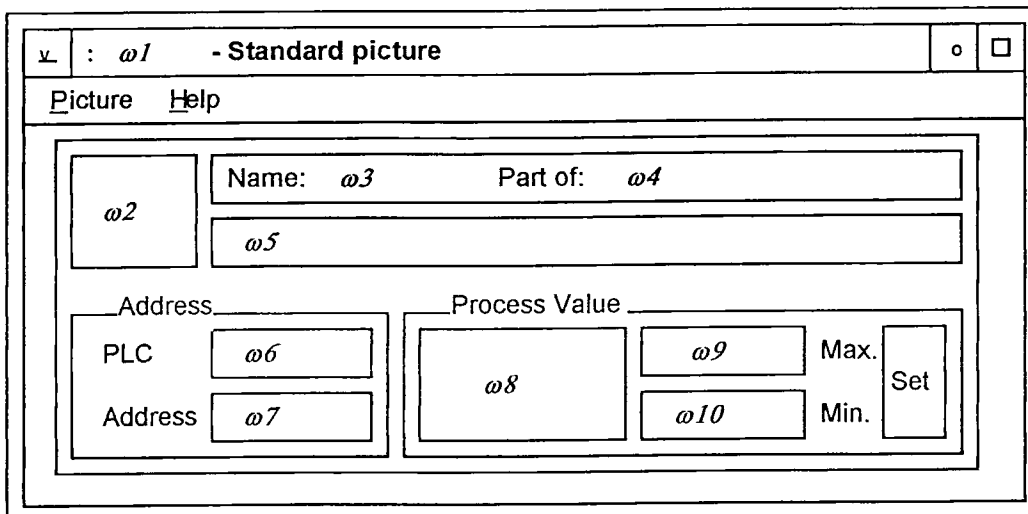
Name:	Part of:	<input checked="" type="checkbox"/> Loadable	State:	Eng. Info.
PRPI26			Downloaded	
Description:				Notes
Cisnienie w walczaku (na schemacie - PI 26)				
I/O Address	Type Selection	Man Machine Interface (MIMIC)		
PLC:	Tag Type:	MMI Scan		
PROFIBUS	Float	VeryFast		
Address:	PLC Reg Type:	Mimic Picture:		
i:126	REG16			
Float	Engineering Values			
Decimals:	Low:	High:		
2	0	6		
Unit:	Raw Low:	Raw High:		
MPa	0	4095		
Save and Close	Save	Close		

Rys. 4.5.13. Przykład wypełnionego okienka w wariancie Tags>>Edit>>Create>>Tag, po wybraniu  $\gamma_7$  = Float (patrz rys. 4.5.6)

Po dokonaniu opisanych w tym punkcie czynności edycyjnych można przystąpić do końcowej fazy konstruowania systemu wzajemnych odwołań, tzn. do wykonania operacji Download, dla bezpieczeństwa poprzedzonej operacją Check. W związku z tym pozostaje potrzeba kolejnego wywołania przytoczonych poniżej sekwencji:

- Tags>>Selected>>Check i Tags>>Selected>>Download dla znaczników (tagów) wszystkich zmiennych, tzn. dla PRPI26, PRTI31, PRFQ32, PRPI41 oraz PRPI42 (por. tabl. 4.5.14 i rys. 4.5.13),
- Process HW>>Selected>>Check i Process HW>>Selected>>Download dla znacznika (tagu) o nazwie PROFIBUS (por. tabl. 4.5.13),
- Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Selected>>Check i Opr. Stations>>Selected>>Open>>Content>>Selected>>Download dla znaczników (tagów) obiektów o nazwach MIMIC1 oraz PRO\_GWY1 (por. tabl. 4.5.11 i 4.5.12),
- Opr. Stations>>Selected>>Download dla znacznika (tagu) o obiekcie o nazwie EM\_1 (por. rys. 4.5.4).

Po wykonaniu powyżej opisanych operacji Download aplikacja wizualizacyjna jest gotowa do pracy.



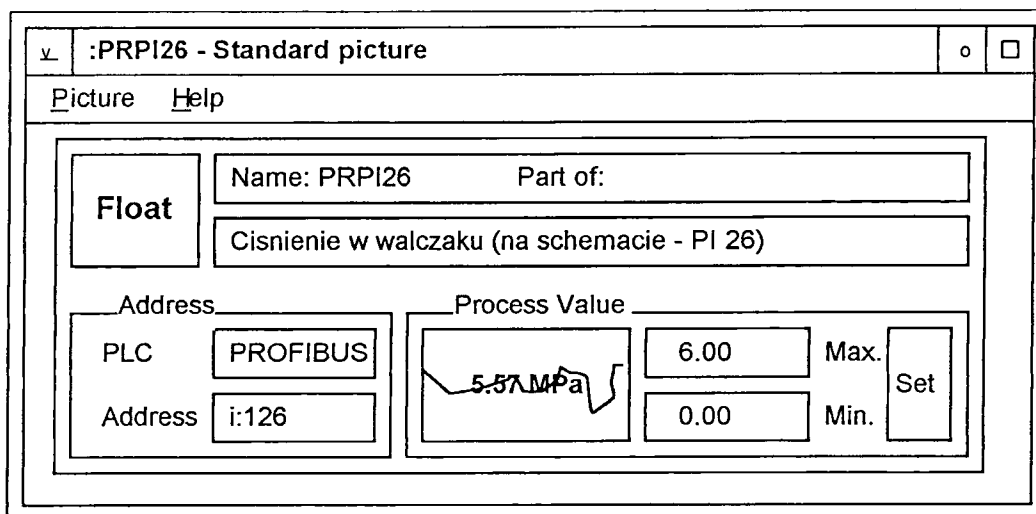
Rys. 4.5.14. Oferowany przez MIMIC standardowy sposób wyświetlania zmiennej typu Float

Tabl. 4.5.15. Odpowiedniość między elementami okienka MIMIC a wartościami parametrów wprowadzanych w sekwencji Tags>>Edit>>Create>>Tag

Element okienka MIMIC	ω1	ω2	ω3	ω4	ω5	ω6	ω7	ω9	ω10
Parametr Tags>>Edit>>Create>>Tag	γ1	γ7	γ1	γ2	γ5	γ6	γ9	δ3	δ2

Do uruchomienia aplikacji wizualizacyjnej wystarczy teraz zamknąć niepotrzebne już narzędzie Engineering Tool (a tuż po uruchomieniu systemu EasyMAP - otworzyć tylko PRO\_GWY1 i MIMIC1). Następnie z menu MIMIC1 należy wywołać sekwencję Picture>>Tag>>Name i z rozwijalnego menu po kolei wybierać znaczniki (tagi) PRPI26, PRTI31, PRFQ32, PRPI41 oraz PRPI42, każdy wybór potwierdzając przyciskiem Standard picture. Na ekranie komputera zaczną się teraz pojawiać okienka o zawartości przedstawionej symbolicznie na rys. 4.5.14. Odpowiedności zachodzące między elementami wspomnianego okienka MIMIC a wartościami parametrów wprowadzanych w sekwencji Tags>>Edit>>Create>>Tag zebrano w tabl. 4.5.15. Ponadto przez ω8 oznaczono pole, w którym pokazywana jest bieżąca wartość zmiennej na tle

ostatniego fragmentu przebiegu jej wykresu, a przycisk Set służy do chwilowego wymuszania (zadawania) wartości omawianej zmiennej. Rzeczywisty wygląd standardowego okienka MIMIC dla zmiennej PRPI26 (por. rys. 4.5.13) przedstawiono na rys. 4.5.15.



Rys. 4.5.15. Standardowy sposób wyświetlania zmiennej PRPI26

Podczas badania aplikacji wizualizacyjnej przeprowadzono 3 rodzaje testów: testy statyczne, testy dynamiczne oraz testy trendu.

Testy statyczne były dwójakiego rodzaju:

- ustawianie wartości zmiennej przy pomocy przycisku Set (por. rys. 4.5.14 i 4.5.15) i odczyt, a następnie porównanie wartości tejże zmiennej wziętej z tablicy synoptycznej wyświetlanej na ekranie stacji 7 oraz na makiecie procesu technologicznego wolnozmiennego;
- ręczne wymuszanie wartości zmiennej przez stację 9 i odczyt, a następnie porównanie wartości tejże zmiennej wyświetlanej na ekranie stacji 10.

Testy dynamiczne polegały na automatycznym wymuszaniu (z okresem 10 sekundowym) wartości zmiennej przez stację 9 i odczyt, a następnie porównanie wartości tejże zmiennej wyświetlanej na ekranie stacji 10.

Testy trendu przebiegały analogicznie do testów dynamicznych, przy czym stałe czasowe programu zadającego były ustawione w ten sposób, że wykres pojawiający się w polu  $\omega 8$  miał przebieg liniowo narastający i malejący (2 warianty).

Dla każdej z 5 zmiennych przeprowadzono:

- po jednym teście statycznym obu rodzajów, w każdym z nich ustawiając 100 różnych wartości;
- po jednym półgodzinnym teście dynamicznym;
- po 4 testy trendu.

W żadnym z testów nie stwierdzono różnic między wartością zadaną a odczytywaną.

W związku z tym, a także biorąc pod uwagę wyniki podane w sprawozdaniu nr arch. 7443 należy uznać, że brama PROFIBUS-IEEE 802.3 działa poprawnie.

#### 4.6. Prace konserwacyjne pomieszczeń

W okresie I i II kwartału 1998 r. występowano do Działu Utrzymania Ruchu FR o wykonanie następujących prac konserwacyjnych:

- naprawy dachu we wskazanych miejscach,
- mocowania w belce stropowej uchwytów do podwieszenia połączeń zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego,
- założenia nowych gniazd zasilania 220 V łącznie z doprowadzeniem przewodów w listwach,
- montażu dalszych odcinków osłon plastikowych do kabli sieci miejscowych,
- naprawy tynku i prac malarskich.

Prace te zostały wykonane. Regularnie była wykonywana obsługa serwisowa układu sygnalizacji alarmowej. Na wniosek ZSS rozszerzono instalację alarmową o lampę sygnalizującą stan załączenia alarmu umieszczoną na zewnątrz laboratorium.



## 5. DZIAŁANIA PROMOCYJNE

### 5.1. Udział w konferencji firm partnerskich Siemens, 21 - 23.01.1998

Firma Siemens, Biuro Automatyki, z siedzibą w Warszawie przy ulicy Żupniczej 11 współpracuje z około 20 firmami polskimi, branży automatyki i pomiarów, o profilu kompletacji i instalacji systemów. Firmy te mają status firm partnerskich, a zawarte umowy określają ich przywileje i obowiązki. Siemens udziela tym firmom w pierwszej kolejności informacji o nowych produktach i usługach, jak również prowadzi dla nich szkolenia, bądź pośredniczy w szkoleniach w Niemczech. Regularnie odbywają się spotkania kierownictw i kadry firm partnerskich, głównie poświęcone szkoleniu i prezentacji nowych produktów, wchodzących do promocji.

W wyniku nawiązanych kontaktów (opisanych w p. 8.1) z kierownikiem Biura Automatyki, mgr inż. Andrzejem Ciukiem, przedstawiciele PIAP, w osobach prof. T. Missali i dr A. Syrczyńskiego zostali zaproszeni na spotkanie firm partnerskich, które odbyło się w dniach 21 - 23 stycznia 1998 r, w Domu Pracy Twórczej Ministerstwa Kultury w Wigrach.

Ogółem wygłoszono 12 referatów technicznych, dotyczących kilku rodzin sterowników i mikrosterowników, paneli operatorskich, napędów silnikowych i układów falownikowych, systemów wagowych, systemów analizy obrazów i oprogramowań technologicznych. Przedstawiciele PIAP wygłosili referat "Teoretyczne podstawy sieci PROFIBUS", złożony z dwóch części, których treść dołączono jako Załączniki 3 i 4.

W referatach, poza omówieniem systemu sieciowego PROFIBUS znalazło się szereg informacji o projekcie zamawianym PBZ-31-05, rezultatach tego projektu, jak też o ofercie Instytutu. Nawiązano kontakty ze specjalistami z Biura Automatyki Siemens, jak też z przedstawicielami kilku firm partnerskich.

### 5.2. Wystąpienia o druk podręczników

Najważniejsze rezultaty projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05 zostały zawarte w serii 10 podręczników, przeznaczonych dla kadry specjalistów w zakładach przemysłowych, jak również studentów. Tytuły i zawartość poszczególnych tomów zostały uzgodnione w toku szeregu spotkań specjalistów z PIAP i Instytutu Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej, Głównego Współwykonawcy projektu w pierwszej połowie 1997 r, a następnie podręczniki zostały opracowane przez autorów wybranych spośród realizatorów projektu. Wykaz podręczników oraz przedstawienie ich zawartości stanowią Załącznik 5.

Podstawowym warunkiem podjęcia praktycznego wdrażania rezultatów projektu jest wydanie drukiem i szerokie rozpowszechnienie całej serii podręczników. W protokole odbioru ostatniego zadania projektu, z dnia 16.01.1998 r., podpisanym przez przedstawiciela Ministerstwa Gospodarki znajduje się tylko jeden wniosek Komisji:

"za najpilniejsze zadanie w zakresie wykorzystania przez Wnioskodawcę wyników PBZ, Komisja uważa wydanie drukiem 10 tomów podręczników wskazanych w punkcie II.2".

Instytut zwracał się wielokrotnie do Zamawiającego projekt, czyli do Ministerstwa Gospodarki o środki finansowe na wydanie podręczników. Starania trwały od momentu zakończenia prac w końcu 1997 r. Tekst najobszerniejszego z tych wystąpień, z pełną motywacją, do Dyrektora Departamentu Polityki Przemysłowej, z dnia 6 marca 1998 r. przedstawiono w załączniku 6. W następnych miesiącach wystąpienia ponawiano, ostatnio w czerwcu br., po uzyskaniu informacji z KBN o przyjęciu projektu.

Warto zauważyć, iż sytuacja PIAP jako Głównego Wykonawcy projektu jest teraz w okresie wdrażania rezultatów PBZ znacznie gorsza niż pozycja Głównego Współwykonawcy ITMiA. Działania wdrożeniowe PIAP, jako jednostki naukowo-badawczej, mogłyby być wspomagane finansowo tylko ze środków Zamawiającego projekt, czyli Ministerstwa Gospodarki, co dotąd niestety nie następuje. Natomiast działalność ITMiA, jako instytutu uczelnianego, jest finansowana stale, w pełnym zakresie merytorycznym i osobowym, ze środków budżetowych na szkolnictwo wyższe. Działalność ITMiA w zakresie sieci przemysłowych i integracji wytwarzania jest obecnie po ukończeniu PBZ w coraz większym stopniu rozwijana, dzięki właśnie usytuowaniu organizacyjnemu i stałemu finansowaniu. Utworzono w tym roku w ITMiA "Ośrodek Szkolenia i Kompetencji Sieci Fieldbus", którego aktualna oferta stanowi Załącznik 7.

### 5.3. Zgłoszenia tematyki modernizacji przemysłu

Jedną z możliwości wdrażania wyników projektu zamawianego może być wprowadzenie tematyki sieciowych systemów automatyki do planów restrukturyzacji polskiego przemysłu, finansowanych ze środków DOT. Przygotowano odpowiednie propozycje ogólne, przedstawione we wniosku z dnia 28 stycznia 1998 r. (Załącznik 8), a następnie po otrzymaniu odpowiednich poleceń Ministerstwa opracowano propozycje uszczegółowione, przesłane pismem z dnia 2 marca 1998 r. (Załącznik 9).

Z zadań ogólnych podanych w pierwszym wniosku, realizacja zadania 2. pozwoli wybrać zakłady mające warunki i potrzeby wprowadzenia rozwiązań sieciowych w sferze wytwarzania oraz przygotować założenia projektowe. Założenia objęłyby zarówno część techniczną, jak i ekonomiczną. Kontynuacja działań, czyli prace dokumentacyjne i instalacyjne, będzie dla pilotażowych realizacji finansowana jako projekty celowe.

Proponowane zadanie 3. polegałoby na dokonaniu przeglądu produkowanych i wprowadzanych do produkcji urządzeń automatyki i pomiarów pod kątem celowości i możliwości zmodernizowania tych wyrobów przez wprowadzenie interfejsów sieciowych. Prace te byłyby przeprowadzone we współpracy ze specjalistami z zakładów branży automatyki i pomiarów. Wynikiem prac byłby program modernizacji wyrobów. Także w tym zadaniu wybrane i przygotowane tematy mogłyby zostać sfinansowane jako projekty celowe.

W propozycjach uszczegółowionych, sprecyzowanych w drugim wniosku, przedstawiono propozycje ciągu tematów, których kolejne wykonanie warunkuje wykonanie zadania. W dziedzinie przygotowania instalacji sieci przemysłowych temat kończyłby się opracowaniem założeń projektowych dla trzech zakładów, w tym dwóch reprezentujących różne technologie: procesy technologiczne ciągłe, procesy technologiczne dyskretnie, zaś w trzecim zakładzie sieć obsługiwałaby infrastrukturę przedsiębiorstwa.

Podobnie jest skonstruowana propozycja działań modernizacyjnych w obszarze implementacji interfejsów sieciowych do urządzeń. Zakłada się opracowanie wymagań oddzielnie dla grup produktów automatyki i pomiarów: do automatyzacji budynków, automatyzacji procesów produkcyjnych wolnozmiennych, automatyzacji wytwarzania. Uzupełnieniem byłoby wytworzenie typowej procedury modernizacji urządzeń.

### 5.4. Opracowanie oferty prac wdrożeniowych PIAP

Do promocji rezultatów PBZ i oferty prac PIAP na targach, przygotowano nową wersję oferty. Tekst opracowany przy współudziale FM, w postaci ulotki, został wydrukowany w 500 egz. i był rozdawany zwiedzającym stoisko na obydwu imprezach targowych - Załącznik 10.

Oferta zatytułowana pełną nazwą projektu PBZ, z dodaniem "Oferta PIAP" zawierała:

- zakres merytoryczny oferty, ujęty w 8 punktach,
- preferowane typy sieci przemysłowych, (ujęto tylko standardy reprezentowane w Laboratorium PIAP),
- formy oferowanych usług i prac aplikacyjnych, w tym specyfikacja rodzajów i form szkoleń, konsultacji, projektowania, kompletacji, uruchomień i badań sieci, implementacje protokołów sieciowych (interfejsów sieciowych) do urządzeń,
- listę podręczników przygotowanych do druku, zawierających rezultaty PBZ.

Łącznie z ofertą rozdawano ankietę - Załącznik 10, która umożliwiała zgłoszenie przez przedstawicieli firm zainteresowania szkoleniami i innymi formami usług Instytutu, jak też nabyciem podręczników.

#### 5.5. Udział w targach AUTOMATICON'98, przygotowanie stanowiska wystawowego

Na targach AUTOMATICON'98 rezultaty PBZ zostały wspólnie wystawione przez PIAP i ITMiA Politechniki Wrocławskiej, który to instytut był głównym współwykonawcą projektu. Wspólne stoisko PBZ-31-05 było częścią ekspozycji PIAP. Zakres ekspozycji został wzajemnie uzgodniony przez specjalistów obu stron. Ustalono przedstawić fragmenty segmentów sieci miejscowych, tych standardów które były badane w projekcie przez każdą ze stron.

Propozycja rozmieszczenia stoiska PBZ jest przedstawiona na rys. 5.5.1, natomiast układ podestów i tablic z urządzeniami przedstawiono na rys. 5.5.2.

PIAP przedstawiał:

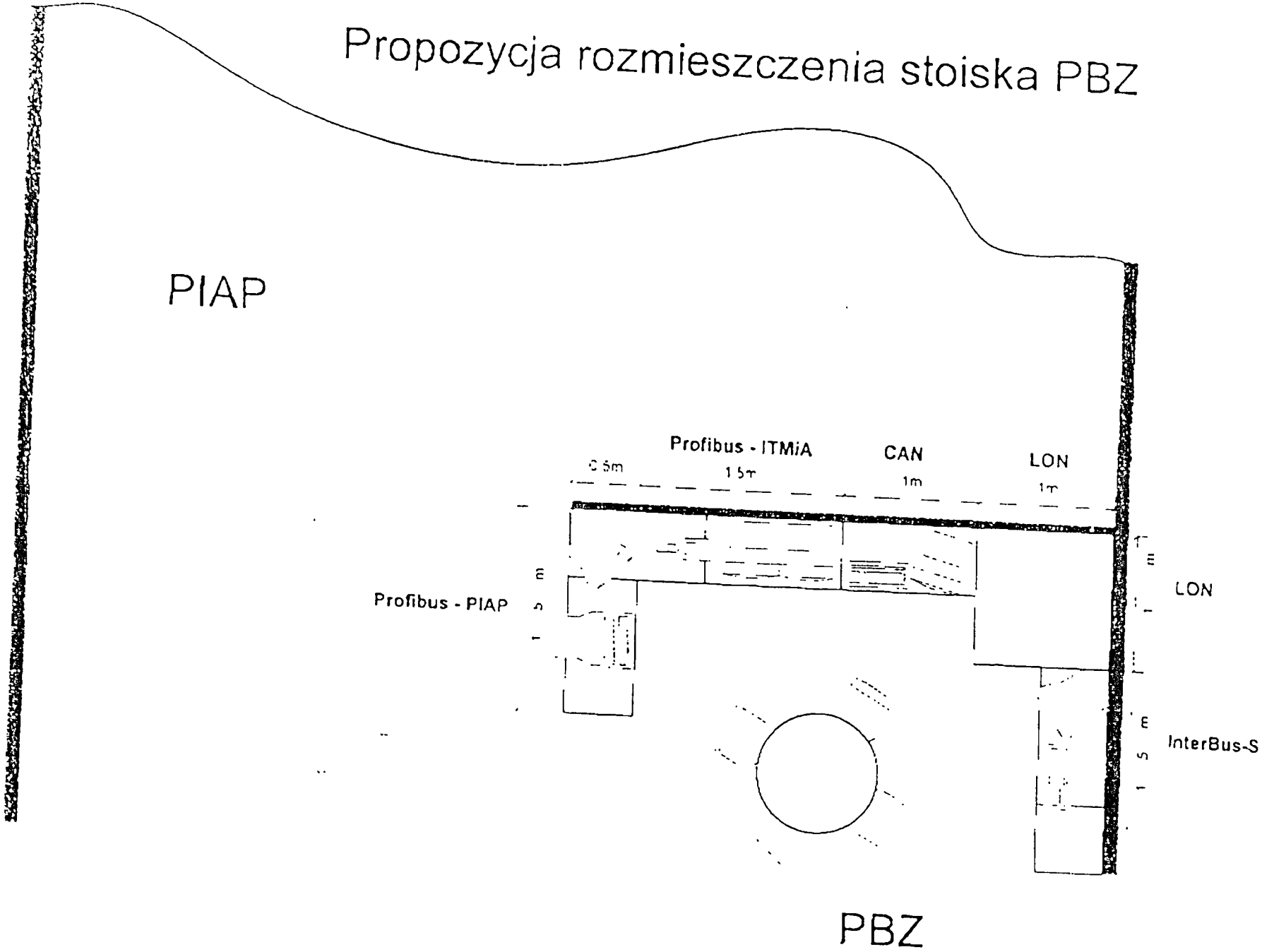
- zestaw demonstracyjny sieci LonWorks, złożony z węzłów obiektowych i komputera z oprogramowaniem bramy LonWorks/PROFIBUS,
- segment sieci PROFIBUS, o parametrach transmisyjnych uzgodnionych z ITMiA, połączony z odpowiednim segmentem ITMiA,
- stanowisko symulacji procesu wolnozmiennego, z makietą procesu obsługiwaną przez regulatory mikroprocesorowe dołączone siecią MODBUS,
- wzorcową stację operatorską z zaimplementowanym systemem oprogramowania SCADA firmy WIZCON i bramą do sieci PROFIBUS.

Schemat ideowy ekspozycji PIAP podano na rys. 5.5.3. Przedstawiono na nim, poza stacjami powyżej określonymi, także stację nadrzędną sieci PROFIBUS, w której zaimplementowano oprogramowanie wystawowe, sterujące całą ekspozycją, poprzez inicjowanie przekazów danych i wysterowywanie zmiennych procesowych.

Natomiast część eksponowana przez ITMiA obejmowała:

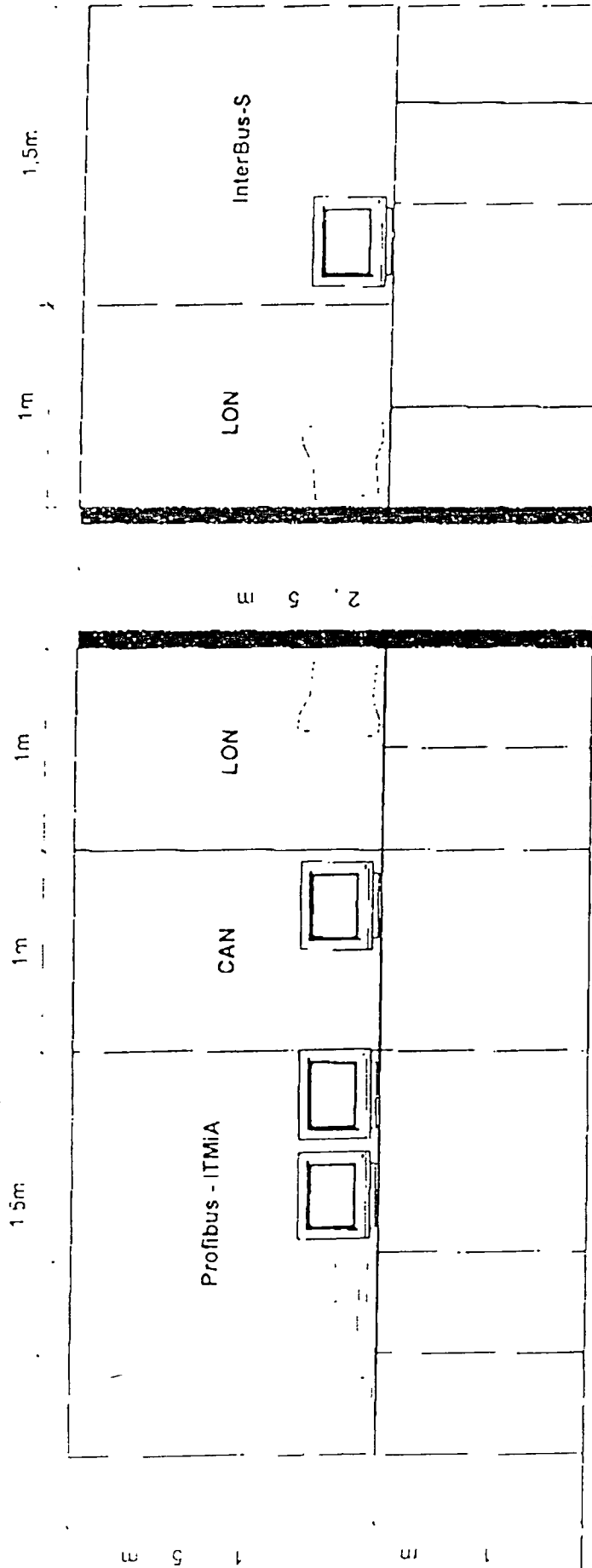
- segment sieci CAN,
- segment sieci InterBus,
- segment sieci PROFIBUS, ze sterownikami przemysłowymi SMART firmy PEP.

# Propozycja rozmieszczenia stoiska PBZ

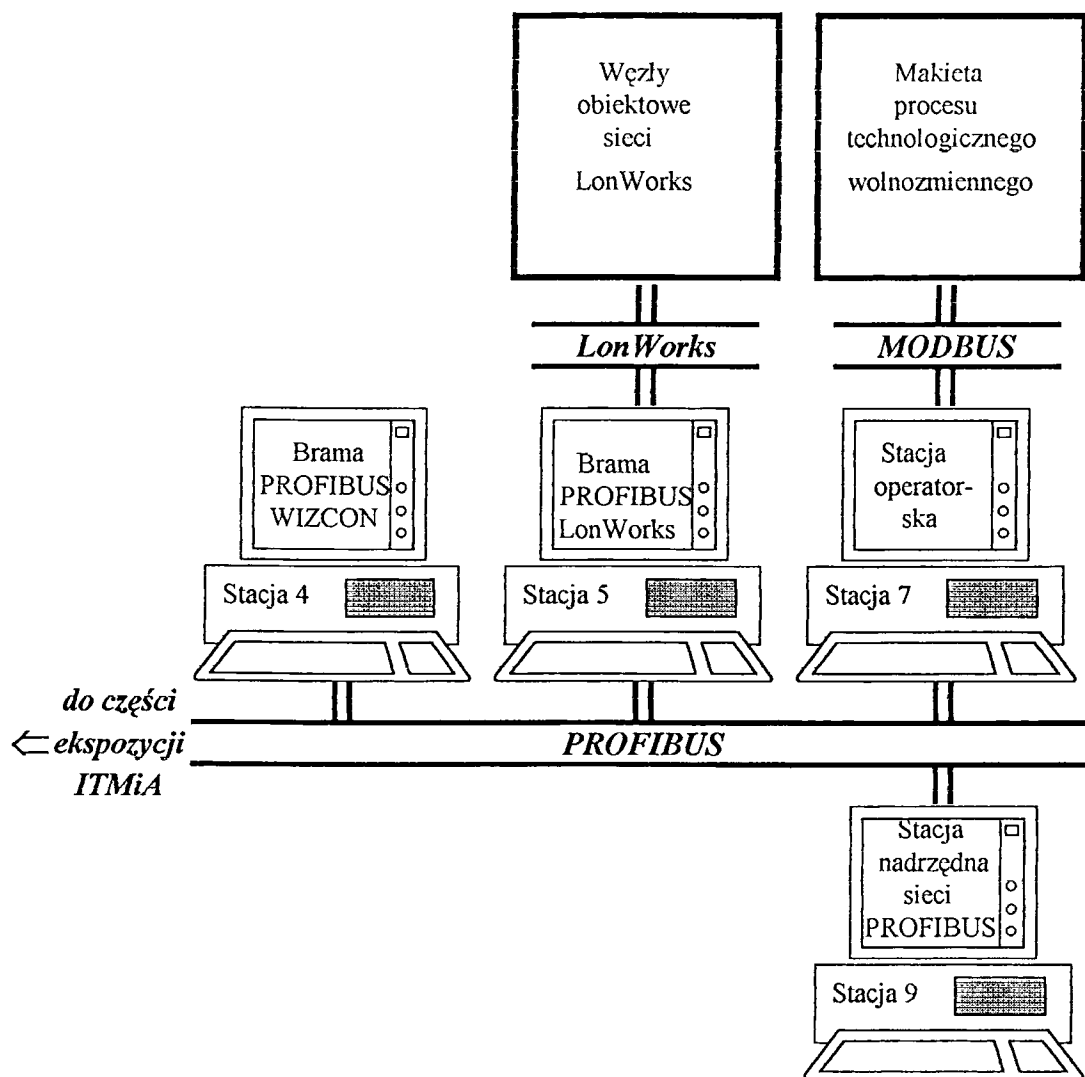


Rys. 5.5.1. Propozycja rozmieszczenia stoiska PBZ

# Stoisko PBZ



Rys. 5.5.2. Rozmieszczenie urządzeń na stoisku PBZ



Rys. 5.5 3. Schemat ideowy ekspozycji PIAP

## 5.6. Udział w konferencji AUTOMATION'98

Konferencja AUTOMATION'98 towarzyszyła targom AUTOMATICON'98 i odbyła się w dniach 11-12 marca 1998, w Warszawie. Złożyły się na nią 2 sesje plenarne, 5 sesji zwyczajnych zatytułowanych:

SESJA 1 Automatyizacja, robotyzacja, monitorowanie;  
SESJA 2 Metody projektowania i integracji systemów;  
SESJA 3 Urządzenia do automatyzacji;  
SESJA 4 Przyrządy i układy pomiarowe;  
SESJA 5 Przemysłowe sieciowe systemy komunikacyjne;  
oraz sesja plakatowa.

W ramach sesji 5 wygłoszono, między innymi, 2 referaty:

- [1] Stańczak W.: Laboratorium systemów sieciowych PIAP.
- [2] Syrczyński A.: Wyniki projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania".

Obydwa referaty dotyczyły projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05 pn. "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania".

W [1] przedstawiono strukturę instalacji sieciowej w PIAP i wyposażenie poszczególnych stacji, w tym wykorzystany sprzęt i oprogramowanie. Omówiono współpracę sprzętu i oprogramowania pochodzącego od różnych dostawców i producentów, opisano także połączenia wiążące segmenty sieci realizujące odmienne standardy. Przedstawiono perspektywy wykorzystania instalacji do dalszych badań oraz do szkoleń mających na celu promocję wykorzystania otwartych systemów sieciowych w przemyśle krajowym.

W [2] zaprezentowano rezultaty projektu badawczego zamawianego "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania". Przedstawiono główne rozwiązane problemy o charakterze naukowym oraz dokonane wybory rozwiązań do stosowania w przemyśle krajowym. Omówiono przygotowane materiały do promocji i szkolenia, w tym zestaw podręczników dotyczących zagadnień sieciowych w zintegrowanym wytwarzaniu.

### **5.7. Przygotowanie i przeprowadzenie seminarium promocyjnego, 24.03.98**

Seminarium w dniu 24 marca 1998 r. było w całości poświęcone prezentacji i promocji rezultatów projektu zamawianego. Na seminarium wygłoszono trzy referaty:

1. prof. dr inż. Tadeusz Missala "Założenia i zadania PBZ-31-05",
2. dr inż. Zbigniew Smalec, mgr inż. Krzysztof Skura "Rezultaty projektu uzyskane w Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej",
3. dr inż. Andrzej Syrczyński "Rezultaty projektu uzyskane w PIAP".

Pierwszy referat objął zarówno założenia i zadania, jak też omówienie niematerialnych rezultatów projektu, a więc publikacji, podręczników i dokumentacji. Wszystkie rezultaty projektu wyrażone na piśmie zostały wyliczone w tomie 1. zestawu podręczników.

Następne dwa referaty omawiały zbudowane zestawy sieciowe, oraz przeprowadzone badania i ich rezultaty. Ta część rezultatów została w całości zebrana i opisana w ostatnim, 10. tomie zestawu podręczników.

### **5.8. Udział w Międzynarodowych Targach Poznańskich 1998, przygotowanie stanowiska wystawowego**

#### **5.8.1. Cel i istota ekspozycji**

Na Targach, w odrębnym pawilonie nauki polskiej (pawilon 10), autorzy niniejszego sprawozdania przygotowali i wystawili ekspozycję Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów prezentującą wybraną najważniejszą część wyników Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania".

Na ekspozycję złożyły się części segmentów zbudowanych i badanych w Instytucie instalacji pilotażowo-badawczych kilku standardów sieci przemysłowych, wzajemnie zintegrowane, a mianowicie:

- segment sieci miejscowej LonWorks, predestynowanej do obsługi budynków i monitorowania mediów energetycznych,
- segment sieci PROFIBUS, stosowanej do automatyzacji linii i gniazd produkcyjnych,
- segment sieci miejscowej MODBUS, stosowanej w aparaturze regulacyjnej,
- segment sieci lokalnej MMS/IEEE 802.3.

Istotą ekspozycji była integracja segmentów różnych sieci. Wynikiem integracji było utworzenie instalacji heterogenicznej. Na węzłach sieci zaimplementowano oprogramowania symulujące procesy przemysłowe.

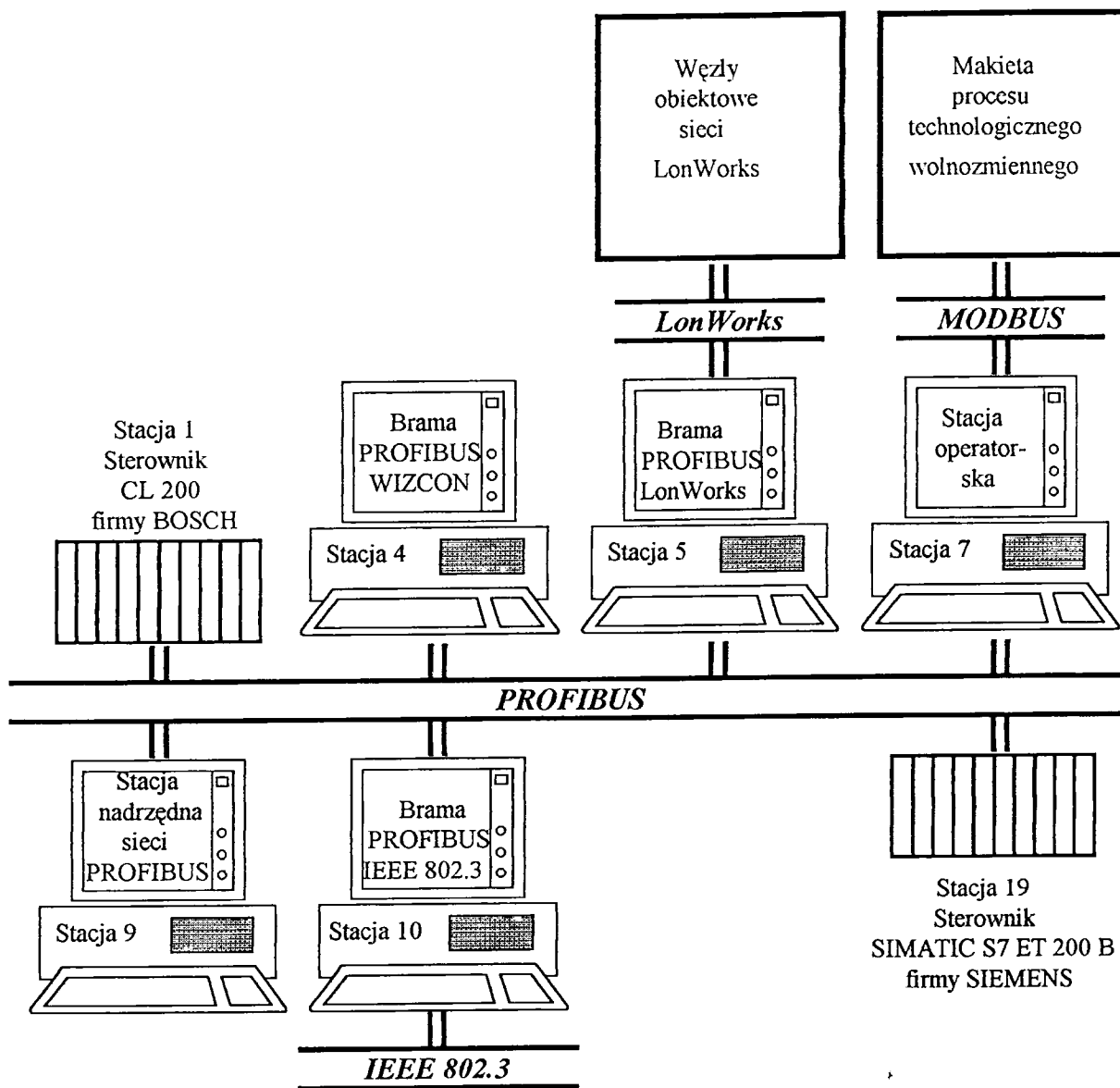
Ekspozycję uzupełniała plansza prezentująca na tle fotografii pawilonów Instytutu wydrukowane kolorowe okładki 10 podręczników (przygotowanych do druku) zawierających syntetyczną wiedzę o przemysłowych systemach komunikacyjnych. Zwiedzającym rozdawano powieloną ofertę Instytutu w zakresie promocji i wdrażania sieciowych systemów komunikacyjnych w przemyśle krajowym, szczególnie w warstwie wytwarzania, jak też informację o rezultatach projektu.

#### **5.8. 2. Schemat i urządzenia ekspozycji**

Schemat ekspozycji przedstawiono na rys. 5.8.1. Prezentowano następujące instalacje sieciowe i urządzenia:

1. segment sieci LonWorks, obejmujący:





Rys. 5.8.1. Schemat ideowy ekspozycji PIAP dotyczącej rezultatów PBZ-31-05 na Międzynarodowych Targach Poznańskich 1998

- bramę LonWorks/PROFIBUS zaimplementowaną na komputerze PC,
  - tablicę z zamontowanymi urządzeniami kanału o szybkości transmisji 1250 kbit/s: ruterem i modułem interfejsu do komputera; przez kanał są obsługiwane moduł wyjść dwustanowych i dwa moduły wejść dwustanowych;
2. segment sieci PROFIBUS, obejmujący:
- sterownik PLC typu CL 200 firmy Bosch, pracujący w wersji protokołu PROFIBUS-FMS,
  - sterownik PLC typu SIMATIC S7 ET 200 B, pracujący w wersji protokołu PROFIBUS DP,
  - stację zarządzającą na komputerze PC,
3. segment sieci MODBUS, obejmujący:
- makietę symulacji procesu wolnozmiennego, z trzema dwukanałowymi regulatorami mikroprocesorowymi typu MRP-42C,
  - stację operatorską procesu z oprogramowaniem SCADA firmy WIZCON - komputer PC
  - bramę PROFIBUS/WIZCON zaimplementowaną na komputerze PC
4. segment sieci MMS/IEEE 802.3, obejmujący:
- bramę PROFIBUS/IEEE 802.3 zaimplementowaną na komputerze PC,
  - stację operatorską na komputerze PC z oprogramowaniem SCADA firmy WMDData.

Wszystkie urządzenia czterech segmentów sieciowych zostały powiązane ze sobą, a do tworzenia symulowanych informacji obiektowych i jej przekazywania poprzez sieci opracowano oprogramowanie użytkowe, omówione w rozdz. 6.2.

### 5.8.3. Nawiązane kontakty

Na stoisku prowadzono rozmowy z przedstawicielami następujących firm:

- Automatyka Przemysłowa. Regulatory, układy sterowania maszyn, pneumatyka. Adam Sujka. Rawa Mazowiecka,
- "Cynk - Mal", Legnica,
- Elcomp Sp.z.o.o. Kraków,
- IKSAiP Wrocław,
- ISS Katowice.
- KORAM ZZM (DAEWO), Warszawa,
- MIFLEX - MASZ sp.z.o.o. Maszyny pakujące. Kutno,
- Nord Sp.z.o.o. Gdańsk,
- SAMSON, Warszawa,
- Sokołowskie Zakłady Mięsne S A., Sokołów Podl.,
- WZR "RAWAR" , Warszawa,

Przekazano część informacji na miejscu, głównie pytania dotyczyły właściwości i wyboru typu sieci miejscowych, terminu wydrukowania podręczników, a także oferty Instytutu. Następnie, po Targach, wysłano zainteresowanym materiały informacyjne, głównie odbitki kserograficzne fragmentów podręczników nr 1 i 10 dotyczące treści podręczników i opisów wykonanych instalacji. Z firmami "Cynk Mal" i RAWAR umówiono się na dalsze kontakty telefoniczne, które miały miejsce, ale jak dotąd zakłady te nie sprecyzowały swoich potrzeb.

## 6. OPROGRAMOWANIE PROMOCYJNE

### 6.1. Funkcje i założenia na oprogramowanie

Jednym z celów Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-31-05 jest popularyzacja wiedzy o rozwiązaniach i możliwościach sieci przemysłowych do przesyłu danych i sterowania. Wiąże się to z prezentacją poza Instytutem niektórych aplikacji opracowanych w ramach projektu - m.in. w ramach specjalistycznych targów AUTOMATIKON i Międzynarodowych Targów Poznańskich. Niestety najbardziej efektywne aplikacje z Laboratorium Systemów Sieciowych PIAP, takie jak stanowisko laserowe do pomiar grubości płyt, czy alternatywna wersja komunikacji z robotem URP, ze względu na zbyt duże gabaryty urządzeń są kłopotliwe i niebezpieczne (robot) do prezentacji poza Instytutem.

Z tego względu zdecydowano się ograniczyć potencjalne pokazy do zestawu składającego się ze stacji nadrzędnej sieci PROFIBUS, dwóch stacji obsługujących makietę obiektu dla sieci CIM oraz bramy PROFIBUS-LonWorks. Na MTP Poznań 98 do zestawu tego dołączono działający sterownik CL-200 firmy BOSCH oraz bramę PROFIBUS-802.3.

Oprogramowanie poszczególnych stacji sieci PROFIBUS działające w konfiguracji "laboratoryjnej" było tak projektowane i wykonane, że zakładało dużą autonomiczność poszczególnych stacji. Oznacza to, że każda ze stacji może w zasadzie pracować poza siecią, a sieć służy do odczytu parametrów, danych z procesów i przekazywania ich do stacji nadrzędnej, gdzie mogą być wizualizowane i ewentualnie modyfikowane (nie dotyczy to stacji sterownika CL-200). Przy tym założeniu "standardowe" oprogramowanie okazało się zbyt mało efektywne do prezentacji pracy samej sieci.

Dlatego zdecydowano się dołączyć do niego mechanizmy pozwalające odejść od dość statycznej wizualizacji na rzecz dynamicznego sterowania niektórymi stacjami. Do tego celu wybrano dwie stacje: bramę Profibus - Wizcon oraz sterownik CL-200. Wybór tej pierwszej był podyktowany tym, że jest to stacja, która może przekazywać zmodyfikowane i dane parametry do stacji operatorskiej Wizcon i na żądanie - także do bramy PROFIBUS - 802.3. Sterowanie wyjściami CL-200 przez komputer zewnętrzny pozwala natomiast obserwować jak szybko nastawy są przekazywane na wyjścia cyfrowe i analogowe.

Przy tak dobranym zestawie sprzętowym postanowiono przyjąć następujące założenia na oprogramowanie prezentacyjne:

1. oprogramowanie prezentacyjne będzie posadawiane tylko na stacji nadrzędnej sieci PROFIBUS, której zadaniem jest generowanie sygnałów sterujących według określonego algorytmu i wizualizacja danych odbieranych ze stacji współpracujących. Oprogramowanie stacji podrzędnych ma pozostać takie jak w wersji przeznaczonej do pracy w Laboratorium,
2. całe oprogramowanie prezentacyjne stacji nadrzędnej będzie dołączone jako dodatkowa funkcja do "podstawowego" programu obsługi tej stacji,
3. wszystkie funkcje oprogramowania prezentacyjnego mają działać w sposób całkowicie automatyczny, tzn. użytkownik ma tylko uruchomić pokaz, natomiast program ma sam zbadać, jakie stacje zostały dołączone, nawiązać z nimi połączenie i zajmować się obsługą bez ingerencji z zewnątrz,
4. na monitorze stacji nadrzędnej każda z obsługiwanych stacji podrzędnych jest rewersyjnie prezentowana przez określony czas. Prezentacja ta dotyczy nastaw związanych ze sterowaniem tą stacją i odczytywanych z niej informacji. Samo sterowanie wszystkimi stacjami ma odbywać się w sposób ciągły, niezależnie od tego, której stacji dotyczy wyświetlana winieta,



Winieta odpowiadająca bramie PROFIBUS - Wizcon jest wyświetlana i uaktualniana przez czas ok. 5 sekund, po czym program przechodzi do wizualizacji obsługi sterownika CL-200.

### 6.3. Obsługa sterownika CL-200 firmy BOSCH:

Obsługa sterownika CL-200 odbywa się przy pomocy zmiennych: STEROWANIE\_WYJSCIAMI i ODCZYT\_WEJSC (patrz opis w rozdziale 4.2. dot. sterownika CL-200). Od strony stacji nadrzędnej obsługa ta jest o tyle ułatwiona, że stacja ta nie musi wysyłać do CL-200 żądania odczytu zmiennej ODCZYT\_WEJSC, ponieważ wartość tej zmiennej program aplikacyjny sterownika sam automatycznie wysyła (usługa FMS-WRITE-REQ). Program stacji nadrzędnej musi odebrać wartość tylko zdekodować i uaktualnić odpowiedni wydruk na monitorze.

Podobnie jak w przypadku bramy Profibus - Wizcon program najpierw identyfikuje, czy jest połączenie ze sterownikiem CL-200. Jeśli nie, to wysyła do niego żądanie wykonania usługi "FMS-INITIATE-REQ". Po nawiązaniu połączenia ustalane zostają warunki początkowe dla programu demonstracyjnego, a mianowicie zerowane są wyjścia cyfrowe (gaszone diody określające stan tych wyjść) i zerowane napięcie na wyjściu kanału analogowego.

Działanie programu demonstracyjnego polega na sekwencyjnym ustawianiu i zerowaniu wyjść cyfrowych oraz na zwiększaniu o stały przyrost do wartości maksymalnej a następnie zmniejszaniu do wartości minimalnej napięcia na wyjściu kanału analogowego sterownika. Na ekranie stacji nadrzędnej informacja o nastawach wyjść i wartościach na wejściach sterownika jest wyświetlana w postaci następującej winiety:

STEROWANIE NADRZĘDNE KONTROLEREM CL-200 FIRMY ROBERT BOSCH GmbH:																																																																																																																																	
<p>WY dwustanowe:</p> <table border="1"> <tr> <td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td> <td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> </tr> </table>	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<p>WE dwustanowe:</p> <table border="1"> <tr> <td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td> <td>7</td><td>6</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> <td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td> </tr> </table>	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0																																																																																																																		
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																																																																																																																		
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																																																																																																																		
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0																																																																																																																		
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																																																																																																																		
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																																																																																																																		
<p>WY analogowe: 3.96 [V]</p>	<p>WE analogowe - kanał 0: 0.02 [V]            WE analogowe - kanał 1: 0.00 [V]            WE analogowe - kanał 2: 0.00 [V]            WE analogowe - kanał 3: 3.87 [V]</p>																																																																																																																																
<p>ESC - zakończenie DEMO, powrót do menu nadrzędnego,            CTRL+BREAK - powrót do systemu operacyjnego MS DOS.</p>																																																																																																																																	

Winieta odpowiadająca sterownikowi CL-200 jest wyświetlana i uaktualniana przez czas odpowiadający pełnemu cyklowi sterowania, po czym program przechodzi powtórnie do wizualizacji obsługi bramy PROFIBUS - Wizcon.

## 7. PRZYGOTOWANIA DO SZKOLEŃ

### 7.1. Opracowanie programów szkoleń dla firm partnerskich Siemens

W wyniku nawiązanych kontaktów z firmą Siemens, przedstawionych w p. 5.1. i 8.1. powstaje możliwość prowadzenia przez PIAP szkoleń w zakresie rozwiązań sieciowych, które zostały wprowadzone do nowych typów sterowników programowalnych. W sterownikach programowalnych tej firmy, jak też w systemach zdecentralizowanych, znalazł zastosowanie standard PROFIBUS, najczęściej w wersji protokołu komunikacyjnego PROFIBUS-DP.

Szkolenia miałyby głównie objąć pracowników firm partnerskich, ale z czasem także użytkowników finalnych. Firmy partnerskie Siemens, w liczbie około 20, prowadzą w kraju sprzedaż urządzeń Siemens, ale także projektowanie instalacji, kompletacje, oprogramowanie, instalacje i serwis.

Przedstawiciele Siemens stwierdzali w rozmowach, iż zarówno Biuro Automatyki, jak i firmy partnerskie nie mają doświadczeń z systemami sieciowymi i liczą na doświadczenie i wyposażenie laboratoryjne PIAP. Dotąd w kraju nie były sprzedawane i instalowane sterowniki Siemens z opcją sieciową. W ofercie firmy Siemens, zgodnie z panującymi tendencjami jest coraz większy udział sterowników z interfejsem i oprogramowaniem protokołów komunikacyjnych. Wiadomo iż rozwiązania sieciowe mają wiele zalet technicznych i ekonomicznych. Niewątpliwie spowoduje to wkrótce stosowanie takich sterowników również w kraju. Siemens obecnie ma we kraju dwa ośrodki szkoleniowe - w Warszawie i w Piekarach Śląskich, nie prowadzą one dotąd szkoleń z zakresu systemów sieciowych.

Biuro Automatyki uważa, iż w pierwszym okresie uczestnikami kursów będą projektanci systemów, mający zarazem kwalifikacje programistów pracujących głównie w językach programowania sterowników. Opracowują oni oprogramowania użytkowe sterowników. W drugiej kolejności będzie potrzebny kurs dla pracowników serwisu, obejmujący wiedzę o diagnostyce systemów sieciowych. Firma Siemens widzi także potrzebę kursu dla inwestorów, o ogólnych aspektach rozwiązań sieciowych, czyli o charakterze promocyjnym.

Na podstawie oferty produktów Siemens, posiadanego rozeznania współczesnych systemów, jak też wiedzy uzyskanej przy realizacji projektu zamawianego PBZ-31-05, opracowano kolejne wersje programu szkoleń. Projekty te były konsultowane z Biurem Automatyki Siemens. Ostatnia wersja, datowana 1 kwietnia 1998, pozostaje obecnie aktualną, bowiem nie napłynęły dotąd jakieś dalsze uwagi firmy, a tylko ogólna pozytywna ocena.

Program kursu "Sieć PROFIBUS w systemach automatyki Siemens, opis sieci, konfigurowanie i eksploatacja sieci", stanowiący Załącznik 11, zakłada czas trwania jeden tydzień (5 dni), z 10 wykładami, o łącznym czasie trwania 18 godzin oraz 8 ćwiczeń laboratoryjnych, w wymiarze łącznie 20 godzin.

Część wykładowa ma dać spory zakres wiedzy technicznej o standardzie sieci PROFIBUS, trzech wersjach protokołu komunikacyjnego, łącznie ze szczegółowym omówieniem kluczowych zagadnień: profili aplikacji, kontroli jakości transmisji, monitorowania, integracji sieci. Ponadto będą omówione rozwiązania interfejsu PROFIBUS w różnych rodzinach sterowników Siemens.

Natomiast zajęcia laboratoryjne mają nauczyć praktycznie projektowania konfiguracji i użytkowania urządzeń sieciowych, przede wszystkim samodzielnego opisu sygnałów do słownika obiektów, parametryzacji segmentów, programowania konfiguracji połączeń (pisanie relacji komunikacyjnych). Uczestnicy nauczą się także bezpośredniej obsługi sprzętu, to jest korzystania z konfiguratora i monitora sieci, jak też zarządzania siecią.

## **7.2. Zestawienie stanowisk do ćwiczeń i aparatury**

Na wstępie trzeba stwierdzić, iż do realizacji projektu zamawianego nie korzystano z urządzeń firmy Siemens. W okresie zawierania umowy na realizację projektu, w połowie 1995 r., kiedy to należało także przedstawić zestawienie aparatury do zakupu, firma Siemens nie oferowała jeszcze gamy sterowników wyposażonych w kontrolery i interfejsy sieciowe PROFIBUS, bowiem stosowała własne firmowe rozwiązania sieciowe, niestandardyzowane. W rezultacie, dopiero w II kwartale 1998 r. dołączono do instalacji sieciowej w laboratorium PIAP pierwszy sterownik Siemens SIMATIC S7 z integralnym interfejsem PROFIBUS-DP.

Korzystając z katalogów Siemens, dodatkowych informacji z polskiego przedstawicielstwa firmy i z Internetu dobrano reprezentatywny zestaw nowych, sieciowych produktów do prowadzenia zajęć szkoleniowych. Na trzeciej stronie Załącznika 11 podano propozycję zestawów urządzeń do prowadzenia poszczególnych ośmiu zajęć laboratoryjnych. W zestawach wykorzystano, w miarę możliwości, istniejące wyposażenie laboratorium (pozycje podane drukiem normalnym). Natomiast pozycje podane drukiem wytłuszczonym są przedmiotem wystąpienia do firmy Siemens o udostępnienie. Łącznie, proponowane zestawy pozwoliłyby zapoznać uczestników kursów z reprezentatywnymi węzłami sieci PROFIBUS, produkcji firmy Siemens.

Potrzeby aparaturowe były przedmiotem dyskusji z Biurem Automatyki, lista podlegała zmianom i ostatecznie w wersji z dnia 8 kwietnia 1998 r. (Załącznik 12) została przyjęta przez Biuro Automatyki i następnie przekazana do centrali firmy, celem oceny i ewentualnej akceptacji. Orientacyjna łączna wartość urządzeń wg Załącznika 12 wynosi 30.000 DM.

## **7.3. Opracowanie programu szkoleń dla Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej**

W maju i czerwcu br. prowadzone były rozmowy o szkoleniu w zakresie sieci, które prowadzone byłyby przez PIAP. Uzgodniono następujący ogólny program szkolenia:

1. zasady organizacyjne tworzenia protokołów komunikacyjnych
  - model odniesienia
  - główne standardy
2. ogólne charakterystyki stosowanych w przemyśle protokołów komunikacyjnych
  - sieci miejscowe
  - sieci lokalne
  - przegląd najważniejszych sieci przemysłowych
3. sposoby przekazywania różnego rodzaju informacji, konfigurowanie węzłów, słowniki obiektów, relacje komunikacyjne
4. możliwości i sposoby stosowania różnych mediów transmisyjnych
  - typy mediów, charakterystyki
  - protokoły warstwy fizycznej
5. zasady adresowania na różnych poziomach komunikacji
  - warstwy
  - struktury przesyłek
6. omówienie zaleceń Komitetu IEC dotyczących normy standaryzacji wymiany informacji IEC-870-5
7. charakterystyka protokołu VDEW
8. opis protokołu DNP 3, w tym
  - opis warstw OSI
  - formaty komunikatów

- obiekty danych
  - procedury komunikacyjne
9. pokazy w laboratorium
- konfigurowanie sieci do różnych rodzaj informacji
  - przesył danych, monitorowanie przekazów
  - przykłady integracji sieci, sieci heterogeniczne



## 8. Współpraca z firmami

### 8.1 Współpraca z firma Siemens

W listopadzie 1997 r. p. mgr inż Andrzej Ciuk, kierownik Działu Sterowań Programowalnych w Biurze Automatyki na Polskę firmy Siemens zaproponował współpracę w zakresie sieci PROFIBUS.

Po wstępnej rozmowie z udziałem p. mgr inż A. Ciuka, prof. T. Missali i dr A. Syrczyńskiego nastąpiła rozmowa z Dyrektorem PIAP doc, dr S. Kaczanowskim. Wynikiem rozmów była decyzja o podjęciu współpracy między firmą Siemens i PIAP.

Dr A. Syrczyński, na zaproszenie p. A. Ciuka, zamieścił w wykupionym przez Siemens numerze 6/97 czasopisma „Maszyny Technologie Materiały” artykuł pt. „Przemysłowa sieć miejscowa PROFIBUS”.

Prof. dr T. Missala i dr A Syrczyński zostali zaproszeni na spotkanie firm partnerskich współpracujących z firmą Siemens; spotkanie miało miejsce w dniach 21-23 stycznia 1998 r. Na spotkaniu tym przedstawiciele PIAP wygłosili referat pt.: „Podstawy teoretyczne sieci PROFIBUS” oraz wysłuchali kompletu wystąpień przedstawicieli innych firm. Spotkanie to zostało omówione w p. 5.1.

Wynikiem udziału w spotkaniu firm partnerskich i dalszych roboczych kontaktów było opracowanie i przekazanie p. A. Ciukowi oferty programowej szkoleń oraz listy urządzeń, które PIAP chciałby otrzymać lub wypożyczyć od firmy Siemens. Lista ta była rozpatrywana w centrali Siemens w Karlsruhe i wg informacji otrzymanych od p. A. Ciuka przez prof. T. Missalę w dniach 18 i 22 czerwca 1998 r. ma być ona zrealizowana następująco:

- PIAP ma otrzymać pewną liczbę urządzeń, głównie do prac badawczych;
- zestawy szkoleniowe, ze względu na możliwie pełne wykorzystanie urządzeń w nich zainstalowanych, mają zostać wykonane w firmie Siemens i być udostępniane placówkom prowadzącym szkolenie.

Lista urządzeń, które otrzyma PIAP, ma zostać przekazana, jak można spodziewać się w końcu lipca 1998 r.

Drugim wątkiem współpracy zaproponowanym przez p. A. Ciuka jest współdziałanie w promocji sieci PROFIBUS w Polsce i w IEC, wykorzystując fakt, że PIAP reprezentuje Polskę w Podkomitecie Technicznym 65C, zajmującym się przemysłowymi sieciami miejscowymi. Wynikiem rozmów, których ostatnia miała miejsce w dn. 1998-06-22 było ponowienie przez prof. Missalę propozycji, aby przy przedstawicielstwie firmy Siemens w Polsce zorganizować polską sekcję PNO (PROFIBUS Nutzers Organisation) oraz zaproszenie prof. T. Missali do odwiedzenia zespołu PROFIBUSa w Karlsruhe w dniach 15-16 lipca 1998 r.

## 8.2. Współpraca z Polskim Towarzystwem Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej

W rezultacie publikacji promocyjnej o sieci PROFIBUS wspomnianej w p. 8.1. miało miejsce kilka kontaktów z firmami i instytucjami zainteresowanymi sieciami stosowanymi w przemyśle. Jedną z nich było Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, oddziały w Poznaniu i Gdańsku. Pierwszym krokiem w nawiązywaniu współpracy były dwa spotkania konsultacyjne w Warszawie. Następnie udostępniono Towarzystwu część rezultatów PBZ-31-05 poprzez zrealizowanie zamówienia na odbitki kserograficzne wybranych kilku podręczników i części pozostałych tomów, łącznie 750 stron. W następnych spotkaniach i kontaktach telefonicznych omawiano zakres i formy kursu dla pracowników energetyki. Temat ten omówiono w p. 7.3.

Obecnie po kilku spotkaniach i konsultacjach w przygotowaniu są dwie umowy krótkoterminowe. Pierwsza to kurs dotyczący sieci przemysłowych. Towarzystwo przygotowuje zamówienie kursu dla pracowników energetyki, które ma określić merytoryczny zakres kursu. Na tej podstawie ZSS PIAP zobowiązał się przygotować program, założenia organizacyjne i koszt kursu. Druga sprawa to przygotowywane przez Towarzystwo zlecenia dla Instytutu na analizę porównawczą sieci stosowanej w energetyce kilku krajów (m. inn. Kanady) stosującej protokół Distributed Network Protocol wersji 3.0 firmy Harris, zgodny z normą IEC 870 -5 z wybraną siecią przemysłową standardu europejskiego, np. PROFIBUS. W lipcu mają być podjęte decyzje Towarzystwa w przedmiocie tak zakresu merytorycznego kursu, jak i zakresu zamawianej analizy.

Należy dodać, iż Towarzystwo uczestniczy (na forum specjalnej Komisji Problemowej ds. Automatyki Elektroenergetycznej i Aparatury Rozdzielczej) w trwającym w branży energetycznej procesie decyzyjnym w przedmiocie wyboru, czy promocji różnych typów sieci do stosowania na poszczególnych szczeblach zdalnego sterowania i monitorowania. Od 1994 r. w krajowej energetyce jest wprowadzany ww. protokół DNP, głównie na szczeblu Krajowej Dyspozycji Mocy, przypuszczalnie przez zagranicznych kompletatorów realizujących modernizację zakładów branży.

Protokół DNP odpowiada współczesnym wymaganiom normalizacyjnym, wykorzystuje architekturę 3-warstwową *Enhanced Performance Architecture (EPA)*. Sprawa otwartą jest możliwość współpracy protokołu DNP, który byłby zastosowany na najwyższych szczeblach struktury, z protokołami sieci miejscowych w obrębie obiektów energetycznych, takich jak rozdzielnie. Analiza tego zagadnienia może zostać zlecona Instytutowi.

### 8.3. Inne nawiązane kontakty

W poprzednich punktach tego rozdziału omówiono współpracy, które zapoczątkowano w pierwszym kwartale bieżącego roku. Trwają one już kilka miesięcy i zapowiada się ich kontynuacja. Pozostałe kontakty były dwójakiego rodzaju:

spotkania na targach, podczas obsługi stoiska,

wykłady dla grup studenckich - przyszłych projektantów i użytkowników systemów automatyki oraz sieci przemysłowych.

W grupie spotkań na targach odbyło się wiele kontaktów, jednakże znaczna część spośród nich trwała kilka minut i, zdaniem autorów tego sprawozdania, nie rokuje dalszej, ściślejszej współpracy. Do bardziej obiecujących można zaliczyć:

Temat rozmów w trakcie spotkania	Uczestnicy spoza PIAP
możliwości PIAP w dziedzinie sieci LonWorks	Barbara Zubik, IKSAiP
	Jerzy Dobrzyński (z-ca dyr.), OBR Metrologii Elektrycznej w Zielonej Górze
	Sławomir Kowalczyk, LUMEL w Zielonej Górze
możliwości i oferta PIAP dotyczące całego spektrum tematyki sieci przemysłowych	Alexander Lavell, PANAMETRICS GmbH w Tychach
	Krzysztof Skibiński, WZR RAWAR w Warszawie
	Edmund Weiss (dyr.) i Roman Rybarczyk, OBR Obrabiarek i Urządzeń Specjalnych w Poznaniu
	Jacek Dankowski, CYNK MAL w Legnicy
możliwości i oferta PIAP dotyczące sieci PROFIBUS oraz bramy PROFIBUS-IEEE 802.3	Marek Wolak, KORAM ZZM (DAEWOO) w Warszawie

Do drugiej grupy kontaktów należy zaliczyć półgodzinny wykład W. Stańczaka pt.: "Przemysłowe sieci komputerowe", wygłoszony w dniu 29 maja 1998 dla grupy studentów III roku Wydziału Inżynierii Produkcji (około 18 osób). Tematem wykładu była specyfika sieci przemysłowych - czynniki odróżniające je od innych sieci komputerowych.

## Załączniki

1. Industrial Research Institute for Automation and Measurements - PIAP, informacja dla Stowarzyszenia CIMOSA
2. Networking Systems for Integration of Manufacturing Automation, informacja dla Stowarzyszenia CIMOSA
3. Teoretyczne podstawy sieci PROFIBUS - referat na spotkaniu firm partnerskich Siemens; Wigry 22.01.1998  
część I. Tadeusz Missala
4. j.w. część II. Andrzej Syryczyński
5. Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05 ; zestaw podręczników
6. Pismo PIAP do Dyrektora Departamentu Polityki Przemysłowej Ministerstwa Gospodarki z dnia 6.3.1998 w sprawie druku podręczników
7. Oferta Ośrodka szkolenia i kompletacji sieci Fieldbus przy ITMiA Politechniki Wrocławskiej
8. Pismo PIAP do Ministerstwa Gospodarki z dnia 28.01.1998 w sprawie restrukturyzacji przemysłu automatyki i pomiarów
9. Pismo PIAP do Ministerstwa Gospodarki, z dnia 2.03.1998 w sprawie restrukturyzacji przemysłu automatyki i pomiarów
10. Oferta targowa PIAP w zakresie sieci przemysłowych
11. Program kursu "Sieć PROFIBUS w systemach automatyki Siemens, opis sieci, konfigurowanie i eksploatacja sieci" przekazany dnia 1.04.1998 do Biura Automatyki
12. Pismo PIAP do Biura Automatyki Siemens, z dnia 8.04.1998 zawierające listę sprzętu potrzebnego do szkoleń
13. Tadeusz Missala "Serwomechanizmy w komputerowych sieciach przemysłowych" referat przygotowany na seminarium "Mikromaszyny i serwonapędy" Malbork, wrzesień 1998
14. Tadeusz Missala "Wymagania odpornościowe do oceny zgodności komputerowych systemów energoelektronicznych" referat przygotowany na I konferencję "Bezpieczne urządzenia energoelektroniczne" Warszawa, listopad 1998

## **Industrial Research Institute for Automation and Measurements - PIAP**

The Industrial Research Institute for Automation and Measurements (PIAP - Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów) is an engineering and industrial science institute established in 1965, and located in Warsaw, POLAND (postal address: PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa, POLAND). It belongs to the group of research institutes governed by Polish Ministry of Domestic Economy. PIAP currently employs 23 professors and research workers with Ph. D. and 70 research workers with M. Sc. degree. They are supported by technical staff and some additional administrative staff. PIAP has specialized in industrial automation to its full extent for about 30 years. The Institute has been closely related to the industry, and it has achieved as well a number of significant research attainments as many valuable applications. PIAP is also engaged in international cooperation. It has taken part in 7 such projects for last few years.

Close connections with industry and continuity in scientific research have helped us to overcome difficulties caused by changes in Polish economy since 1990. Our crucial decision was to direct full our activity towards satisfaction of customer requirements and expectations. That decision, however obvious, has implied far - reaching changes not only in labour organization and coordination, but mainly in our staff way of thinking. Today our advantage is the experience gained from continuity in scientific research, permanently verified via careful keeping track of market.

Among of widespread scientific research works performed in PIAP, some important examples are presented below, which well characterize main Institute areas of interest.

In robotics, we have paid the great attention to the following fields: intelligent mobile systems (mobile robots, intelligent vehicles), environmental emergency identifying with aid of inspection robots (single robots and their groups), simulation (hybrid and real-time simulation), robots and autonomous vehicles navigation, sensors (tactile, ultrasonic, infrared sensors and laser scanners) and vision systems investigation and simulation, recognition and control units of intelligent mobile systems programming (algorithms based on neuron networks and fuzzy logic). Laboratory for the above mentioned works is equipped with NOMAD 200 (Nomadic Technologies, U.S.A.) - the advanced mobile robot and the DT 2867 advanced vision system.

PIAP also took part in the EC IMPACT PECO project, which is contained in the TELEMAN programme entitled "Free Space and Obstacle Mapping with a Laser Range-Finder". It was devoted to create 2D and 3D map environment models with aid of laser technology, for navigation of mobile robots with remote control. It consisted in a simple and not expensive laser checking, measurement signal processing and preparation of algorithms and programs for maps creating.

Moreover, redundant robots (i.e. those with more that 6 degrees of freedom) control has been studied. The main problem arising in this field is a trajectory of tool planing. It is connected with solution of reverse kinematics problem. PIAP analyzed existing methods to solve the mentioned problem and prepared new ones, furthermore the methods were computer implemented. PIAP has been interested mainly in methods of using optimization techniques. It is some generalization of PIAP's research works performed in the EC TELEMAN programme entitled "Global Motion

Planning of Redundant Industrial Robots". Verification of solutions obtained has been performed at a simulation stand equipped with visualization and animation functions in the 3D graphics.

PIAP also prepared many robotized industrial production plants, in particular to be applied for: arc welding, spot welding, plastic working, cutting, deburring, polishing, assembling of mechanical and electromechanical parts and devices, plasma spray painting, gluing and internal transport.

In automation, the great emphasis has been laid on the research works devoted to preparation, implementation and verification of new autotuning algorithms for continuous general PID controllers. The new autotuning idea consists in simplified frequency characteristic of error signal analysis in a closed control loop. The algorithm makes possible to quasi-continuous autotune controller parameters to controlled object parameters, also taking into account environmental disturbances. Procedures for the progressive control realization are based on relationships between control error and its first two derivatives. They give improvement for almost all quality indicators.

PIAP has experience in design, installing and putting into action of automation and measurements systems for process monitoring, automatic inspection and testing, production cell and line control, flexible manufacturing systems, computer integrated manufacturing (CIM) systems, in particular, to be applied for electromechanical industry, chemical industry, agriculture, food freezing industry, power engineering industry and heating plants, environmental protection. For example, at the moment PIAP prepares complete automatic batch house of industrial glass wool production line, which includes automatic weighting and dosage systems for raw materials.

An important area for research and application is the field of industrial local area networks (LAN) and fieldbuses used for integration of manufacturing processes in enterprise. The Institute has been interested in it since early eighties, i.e. at the very beginning of this problem considering, mainly from the standardization point of view. In Institute networks have been prepared and checked according to the following international standards: IEC PROWAY-A, IEC PROWAY-C and IEEE 802.4. PIAP prepared some LAN and fieldbus installations and applied them in industrial automation systems.

Due to the positive results attained in the field of industrial automation in Poland, State Committee for Scientific Research of Poland chartered PIAP as a member of the 1st group research institutes in Poland, i.e. those with a special meaning in Polish science development. Moreover, PIAP has been appointed as a leading body in the area of CIM by the Polish Government decision. In September 1990, PIAP became a member of European MAP/TOP Users' Group as the representative of Poland - named PoMUG (i.e. Polish MAP/TOP and CIM Users' Group). In 1995 PIAP was appointed as the leading body in realization of the research programme entitled "Networking Systems for Integration of Manufacturing Automation", which had established and directly supported by Polish Government. To the group realizing that project included also 3 departments of Polish universities and 1 institute of Polish Academy of Science. The project was finished in 1997, and the results attained has been fully accepted by Polish State Committee for Scientific Research.

Moreover, PIAP has performed research works in expert systems, operation research, scheduling and computerized planning and production operation control for application in car recycling as well in Central Europe as in European Community. It has been contained in the Joint Research

Project named "Technologies for High Quality Recycling of Cars " (acronym Q-REC), realized in cooperation with Great Britain, Czech Republic and Germany, since February 1995, and has been a part of the EC Copernicus 94.

In industrial measurement devices PIAP has performed research works in methods and devices for flow measurements, pressure, temperature and movement parameters. In this field, the great emphasis has been laid on the methods for contacts preparation in semi-conductor sensors, which are directly resistant to aggressive environment and media. Those methods main idea lies in using of silicon structures with an original technology of electric contacts preparation (so-called bad side contacts). It gives possible to apply some specific way of construction, and finally results in elimination of separating membranes and enables a sensor structure to work directly in aggressive measurement environment.

The welding helmet has been also included in this field of interest. Traditional welding helmet has permanent blackout, and thus it is frequently drawn aside for better inspection of working area. It results in eye diseases, imminence of face burning and decreasing of welder 's productivity. In PIAP design of welding helmet, the glass is substituted for the LCD screen. That screen is controlled with appropriate sensors, and therefore it becomes blacked out after arc ignition or gas flame only. It makes possible to work without the welding helmet drawing aside. Among other things, the research works concerned the LCD screen choice, since it has small current consumption, high performance speed, wide angle of observation and total weight as small as possible. From this point of view nematic liquids have good features, and thus they have been applied in the helmet instead of commonly used cholestric liquids. The electronic control unit also plays an important role in the helmet design. Its task consists in speed screen control out, as an reaction to inputting trigger pulse. Application of specific control methods and unconventional solutions in circuit design has resulted in 10 times acceleration of screen control out, in comparison to traditional solutions. The helmet is conformed with appropriate DIN standards, and its consecutive versions have given awards - Golden Medal at International Poznań Fair '93, Grand Prix at International Fair of Media for Labor Protection and Life-Saving SAWO'93, Golden Medal and Special Prize at EUREKA'95 Exhibition in Brussels.

Many years PIAP's experience in monitoring systems for dangerous material production has been completed with works on such materials road transport monitoring. The system, which is presently in the composition phase, uses mobile radio communication and satellite radio communication for a vehicle localization and for watching its displacement, and also for bi-directional communication between monitoring center and driver. The vehicle position is observed at the digitalized computer map. If imminence, damage, even catastrophe occurs, then the system enables rescue and specialized rescue services activity initiation. It is foreseen that the system will support Fire Brigades, Environmental Protection Inspection Service, Policy, Ministry of Transport sections, custom duties, local community councils, and also owners of transport trucks and forwarding agents. The research in the area of the system preparation is included into appropriate programmes of European Community for transport inspection, taking in mind to join them in the uniform system at future.

## Załącznik 2

### **Networking Systems for Integration of Manufacturing Automation**

Research project No PBZ-31-05, granted by State Committee for Scientific Research in cooperation with Ministry of Domestic Economy

**Key words:** manufacturing integration, local area networks, field buses, CIM, research, standardization

**Leading body:** Industrial Research Institute for Automation and Measurements - **PIAP**, Warsaw

**Main co-partner:** Institute of Mechanical Engineering and Automation - **ITMIA**, Technical University of Wrocław, Faculty of Mechanics

**The governor:** Tadeusz Missala, Prof. D. Sc. (PIAP)

#### **The co-governors:**

**PIAP:** Andrzej Syrczyński, D. Sc., Wiesław Stańczak, Zbigniew Pietrusiński, D. Sc.

**ITMIA:** Jan Koch, Prof. D. Sc., Edward Chlebus, Prof. D. Sc., Zbigniew Smalec, D. Sc., Krzysztof Skura, M. Sc.

#### **Polish cooperating organizations:**

- Institute of Control and Computation Engineering, Warsaw University of Technology, Faculty of Electronics and Information Technology
- Institute for Theoretical and Applied Computer Science, Polish Academy of Science, Gliwice
- Computer Department of Technical University of Wrocław, Faculty of Management and Computer Science

#### **Main foreign vendors and cooperating firms:**

- Systems Integration Specialists Company, Inc., SISCO, U.S.A.
- SOFTING GmbH, Gesellschaft für Prozessrechen-technik und angewandte Informationsverarbeitung, Germany
- Hewlett Packard, U.S.A.
- ROBERT BOSCH GmbH, Industrial Equipment Division, Germany
- WM-data (previously CRI Industrial Systems) A/S, Denmark
- PEP Modular Computers GmbH, Germany
- AEG Aktiengesellschaft Fachbereich Systemtechnik/Modicon/Computrol Germany/U.S.A.

#### **Topics:**

- Organization details and technical guidelines for CIM in industrial environment,
- Application of LANs (IEEE 802.3-MMS, TCP/IP, IPX/SPX and FTAM, IEEE 802.4-MMS, PROFIBUS-FMS) and fieldbuses (INTERBUS-S, CAN, LonWorks, PROFIBUS-DP) in factory,
- Conformance to 7-layer ISO/OSI model,
- Selection of industrial LANs and fieldbuses hardware conformable to 7-layer ISO/OSI model, including communication controllers for computers and industrial programmable controllers, routers, repeaters, bridges, gateways and concentrators,
- Communication networks software realizing MMS, FMS and FTAM protocols,



- Application Programming Interfaces (APIs) for MMS, FMS and FTAM, including API generators,
- Software for network maintenance, including network monitors,
- Metropolitan Area Networks (MANs) and Wide Area Networks (WANs)- used to link remote parts of enterprise,
- Pilot networking CIM installations, tested in simulated manufacturing processes environment.

#### **Brief description of the work:**

The PBZ-31-05 research project consists in investigation of open communication systems and their choice for application in Polish industry, in preparation design methods for determining their structure and their implementation. The structures of open systems for manufacturing integration have been defined and appropriate requirements have been pointed out. The state of standardization has been inspected. The industrial communication systems have been inspected and analyzed. Moreover the most advisable solutions, standards, hardware and computer programs for application in Polish industry have been chosen.

Basing on the previously mentioned results several pilot installations has been designed, constructed and programmed. Network segments of distinct standards have been integrated into heterogeneous systems. Installations has been comprehensively tested, among others tested for conformance, interoperability and for electromagnetic immunity. As well the guidelines and recommendations for design and construction of communication systems have been pointed out, as the set of manuals for training and promotion has been prepared.

#### **Some project outputs - a selection:**

- Set of manuals concerning design, installation and exploitation of networks for use in industrial environment,
- Set of manuals concerning design of integrated manufacturing systems,
- Guidelines for choice of networks working in industrial environment,
- Guidelines for CIM systems implementation and integration,
- Guidelines for structured analysis application in real time systems' design,
- Guidelines for implementation of CAQ systems in modern industry,
- Guidelines for networking in area of manufacturing cells and production lines,
- Pilot LonWorks network design and installation,
- Pilot PROFIBUS-FMS and DP network design and installation,
- Pilot IEEE 802.3-MMS and FTAM network design and installation,
- Pilot IEEE 802.4-MMS network design and installation,
- Operational control of production and production schedule modules in CIM models, their examination and guidelines for application,
- Cooperation of pilot network installations working in industrial environment via wide area networks (Warszawa-Gliwice connection), its examination and guidelines for application,
- Selected vendors networking systems for industrial environment, their examination and guidelines for application,
- PROFIBUS-TCP/IP gateway: design, programming modules and testing in industrial environment,
- PROFIBUS-LonWorks gateway: design, programming modules and testing in industrial environment,
- Working stands, networking systems and pilot CIM installations for implementers and users training.

## Teoretyczne podstawy sieci PROFIBUS - część I

prof.dr inż. Tadeusz Missala - PIAP

### KONSPEKT

#### 1. WSTĘP

1.1. Co daje sieć otwarta ?

1.2. Trochę historii

#### 2. MODEL ODNIESIENIA WSPÓLDZIAŁANIA SYSTEMÓW OTWARTYCH-ISO/OSI

2.1. Model podstawowy, zadania warstw, zasady komunikacji partnerskiej

2.2. Model uproszczony

2.3. Architektury urządzeń sprzęgających (ruter, most, brama, EPA)

2.4. Porównanie podstawowych metod dostępu do medium przesyłowego

2.5. Normy opisujące model OSI dla sieci lokalnych (LAN)

2.6. Normy opisujące sieci miejscowe (IS i EN)

#### 3. BADANIA ZGODNOŚCI - schemat badań i zasady ich prowadzenia

#### 4. BADANIA ODPORNOŚCIOWE

4.1. Wymagania środowiskowe - normy, zestawienie wymagań

4.2. Wymagania EMC i znak CE - normy, zestawienia wymagań, dyrektywa

4.3. Wymagania bezpieczeństwa i znak CE - norma, dyrektywa

## CO DAJE SIĘC OTWARTA ?

### 1. Węzły i systemy scentralizowane - oszczędność kabli

Oszacowanie:

- $n$  - liczba urządzeń końcowych;
- $a$  - odległość średnia między urządzeniami końcowymi;
- $b$  - odległość od sterownika centralnego do pierwszego urządzenia końcowego;
- $1L$  - długość kabli w układzie punkt - punkt;
- $2L$  - długość magistrali;

$$1L = nb + \frac{n(n-1)}{2} a; 2L = b + (n-1)a$$

$$1L - 2L = (n-1)\left(b + \frac{n-2}{2} a\right)$$

przy:  $n = 32$ ;  $a = 3$  m;  $b = 15$  m, jest:  $1L - 2L = 1860$  m.

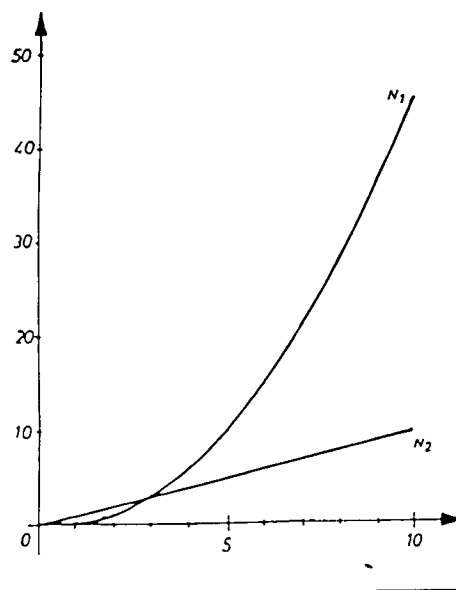
### 2. Systemy zdecentralizowane, współdziałanie każdy z każdym -

oszczędność urządzeń sprzęgających, gdy sieć jest zestawiona z produktów różnych wytwórców.

- $n$  - liczba stacji różnych wytwórców;
- $1N$  - liczba urządzeń sprzęgających w sieci nieznormalizowanej;
- $2N$  - liczba urządzeń sprzęgających w sieci znormalizowanej;

$$1N = \frac{n(n-1)}{2}; 2N = n; 1N - 2N = \frac{n(n-3)}{2}$$

Gdy  $n > 3$ , to  $1N > 2N$ , patrz rys. 1.  
z tego wynika też oszczędność kabli.



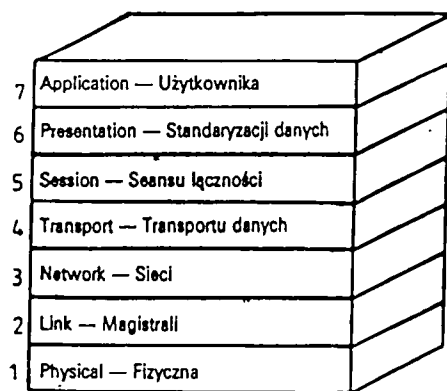
Rys. 1. Zależność  $N_1 = \frac{1}{2} n(n-1)$

# MODEL ODNIESIENIA WSPÓŁDZIAŁANIA SYSTEMÓW OTWARTYCH ISO/OSI

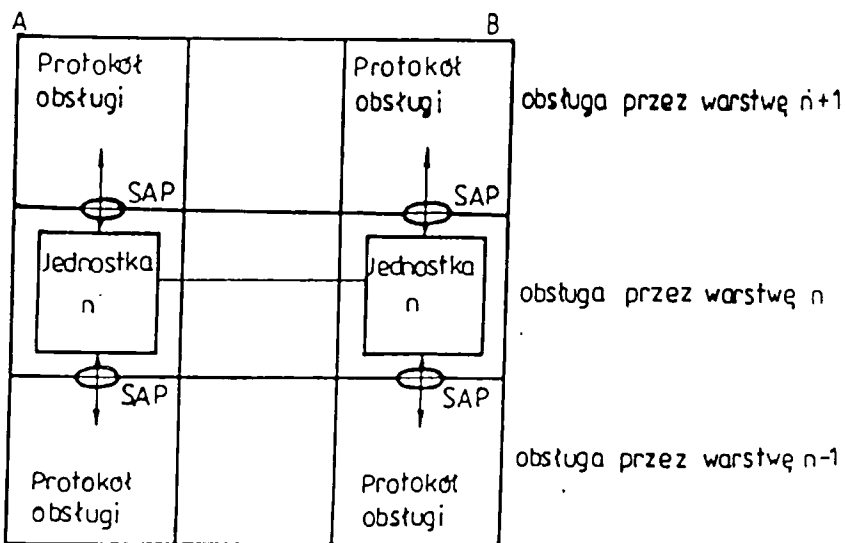
## Model pełny

Komunikacja cyfrowa umożliwiającą realizację połączenia, w sposób znormalizowany a więc efektywny (co wykazano wyżej) sprzętu pochodzącego od różnych wytwórców jest organizowana według modelu odniesienia ISO/OSI. Każdy system spełniający wymagania tego modelu nazywa się "SYSTEMEM OTWARTYM".

Jest on zbiorem środków sprzętowych i programowych do realizacji komunikacji według modelu OSI w warunkach przemysłowych. Model OSI jest podzielony na 7 warstw w układzie hierarchicznym (rys.2); każdej z warstw przyporządkowano określone zadania z dziedziny komunikacji. Złożone zagadnienie przekazywania informacji zostało tym samym zdekomponowane na prostsze zagadnienie częściowe. Model dopuszcza podział każdej z warstw na podwarstwy, wtedy gdy przy określonej koncepcji sieci protokoły danej warstwy są zbyt obszerne, aby mogły być przedstawione w formie przejrzystej. Odwrotnie, niektóre z warstw mogą być zbiorami pustymi, jeżeli ich funkcje nie są wykorzystywane. Zadaniem określonej warstwy (rys. 3) jest przygotowanie obsługi warstwy położonej bezpośrednio nad nią w strukturze modelu, przy czym posługuje się ona usługami pochodzącymi z warstwy bezpośrednio niższej. Obsługa świadczona przez każdą warstwę jest przyporządkowana hierarchicznie, co oznacza, że warstwa n jednego komputera np. A komunikuje się jedynie z warstwą n drugiego komputera np. B. Na tej podstawie mówi się, że są to protokoły partnerskie (peer to peer) — rys.4.



Rys.2: Siedem warstw modelu odniesienia

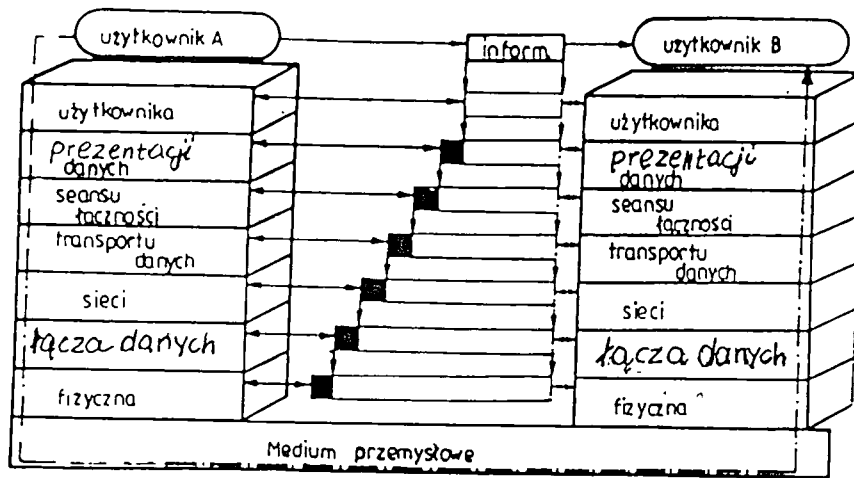


SAP — Service Access Point — miejsce udostępniania usługi

Rys.3: Zasada działania modelu warstwowego

Warstwa 1 (fizyczna) jest to wielodostępna szeregową magistrala danych realizowana w postaci:

- jednej lub kilku par przewodów skręconych,
- kabla koncentrycznego transmisyjnego o impedancji 70 Ω,
- kabla koncentrycznego telewizyjnego CATV,
- światłowodu,



Rys. 4 Wymiana informacji między użytkownikami

Rodzaj medium przesyłowego zależy od przyjętego sposobu transmisji i częstotliwości przenoszonych sygnałów. Można tu rozróżnić:

- transmisję w paśmie podstawowym, tj. taką, w której bezpośrednio transmituje się sygnały użyteczne — stosuje się tu pary przewodów skręconych, kabel teletransmisyjny lub światłowód,
- transmisję z częstotliwością nośną, tj. taką, w której sygnał użyteczny moduluje sygnał nośny i dopiero wtedy następuje jego przesyłanie — jest to transmisja jednokanałowa i jako medium przesyłowe stosuje się kabel teletransmisyjny lub światłowód,
- transmisję szerokopasmową; w której sygnał użyteczny moduluje sygnał wysokiej częstotliwości (do 400 MHz), przy czym nadawanie następuje w paśmie 5 MHz do 116 MHz, zaś odbiór w paśmie 159 MHz do 400 MHz; każdy kanał przesyłowy ma pasmo o rozpiętości 6 MHz, a więc możliwa jest transmisja wielokrotna (wielokanałowa) — przy realizacji tej transmisji jako medium przesyłowe stosuje się kabel telewizyjny CATV oraz remodulatory (rys. 12).

Zadaniem warstwy 1 jest:

- przesyłanie strumienia bitów o zadanej strukturze,
- elektryczna reprezentacja sygnałów.

Warstwa 2 (*łącza*) jest zestawem środków sprzętowych (modem i kontroler komunikacyjny) oraz programowych, których zadaniem jest przygotowanie bezpiecznego i transparentnego (przezroczystego) przekazywania komunikatów pomiędzy warstwą fizyczną a warstwą sieci lub warstwą użytkownika, jeżeli warstwy 3+6 są puste. Zadaniem realizowanymi przez warstwę są:

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

Aby zrealizować te cele, ciąg bitów przychodzący z warstwy fizycznej jest formowany w ramki, które są ograniczone ściśle zdefiniowanymi ciągami bitów. Dostęp do medium przesyłowego może być stochastyczny (TOP) lub deterministyczny (MAP).

Warstwy 3 do 7 są zestawem pakietów oprogramowania posadowionych w komputerze stacji użytkownika, realizujących zadania jak poniżej.

Warstwa 3 (sieć) realizuje zadania:

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

Warstwa 4 (transport) realizuje zadania:

- transport danych od punktu do punktu (niezależnie od sieci),
- zapewnienie wymaganej jakości transportu danych (tablica ).
- oddzielenie użytkownika od zagadnień transportu danych.

Warstwa 5 (seans łączności, sesja) realizuje zadania:

- sterowanie komunikacją pomiędzy użytkownikami,
- ustalenie punktów kontrolnych w komunikatach,
- odbudowywanie przerwanych połączeń transportowych,
- przesłuchiwanie przesylek.

Warstwa 6 (prezentacji danych) realizuje:

- dopasowanie kodowania do przenoszonych danych,
- wzajemną transformację składni lokalnych i składni przesyłania.

Warstwa 7 (użytkownika) zapewnia:

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

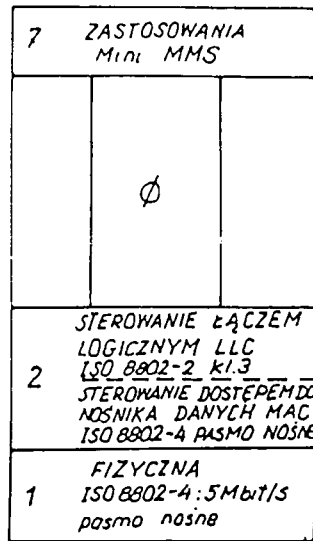
Tablica

PRZEGLĄD FUNKCJI WARSTWY 4  
SPEŁNIANYCH PRZEZ KLASY TRANSPORTU DANYCH.

	klasa	klasa	klasa	klasa	klasa
Eliminacja błędów wskazanych przez warstwę 3		•		•	•
Rozpoznanie i eliminacja błędów nie wykrytych przez warstwę 3					•
Zwielokrotnianie			•	•	•
Kontrola przepływu danych		•	•	•	•
Segmentowanie	•	•	•	•	•
Ustalanie pierwszeństwa danych	•	•	•	•	•

## Model uproszczony

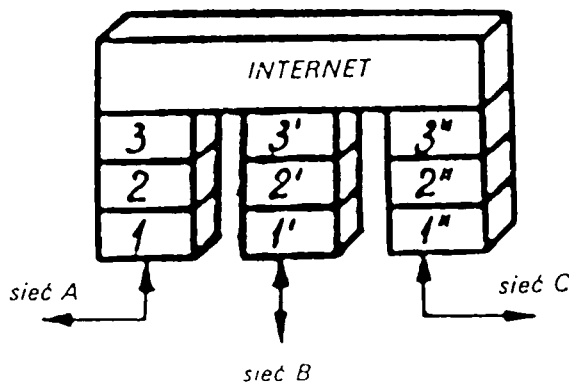
W przypadku sieci nierozgałęzionej można stosować architekturę wg modelu uproszczonego, którego przykładem jest MiniMAP (rys. 5)



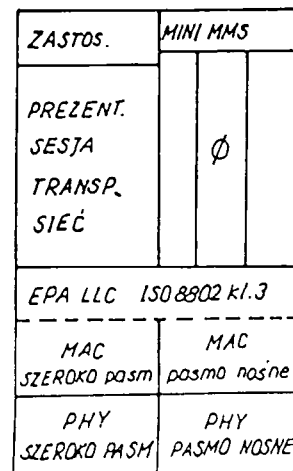
Rys. 5. Architektura Mini MAP

## Architektury urządzeń sprzęgających

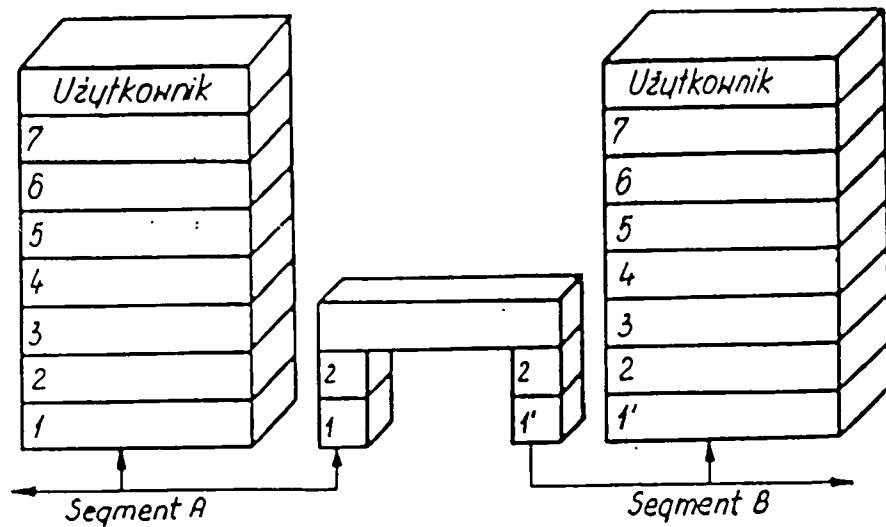
Sprzężenie między sieciami otwartymi lub siecią otwartą i inną odbywa się przez urządzenia zwane; ruterami (rys.6), mostami (rys. 7) i bramami (rys. 8), a w przypadku łączenia segmentów typu MAP i MiniMAP przez urządzenie EPA (rys. 9).



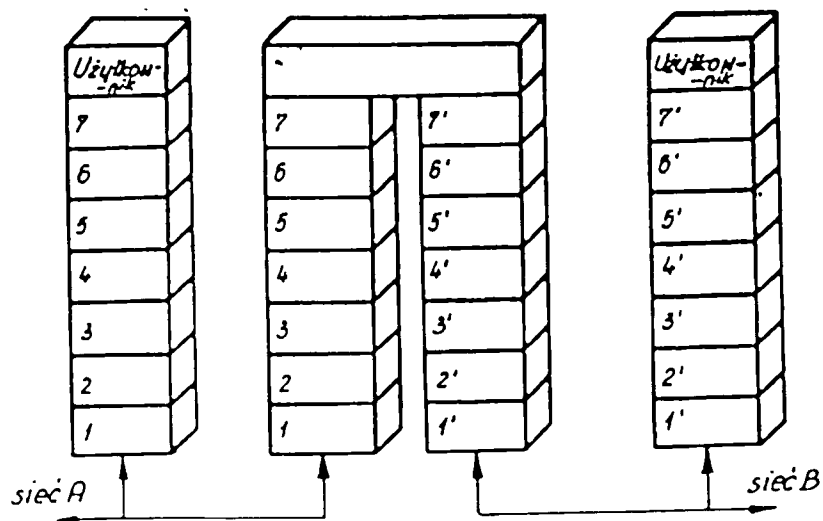
Rys. 6 Architektura wtórnik (Router) INTERNET



Rys. 9 Architektura węzła EPA



Rys. 7. Architektura mostu (Bridge)



Rys. 8. Architektura bramy rozgałęznej (Gateway)



## Normy opisujące model osi dla sieci lokalnych (LAN)

### Normy gólne

Model architektury systemów otwartych ISO/OSI jest opisany normą arkuszową:

ISO 7498 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model:

- a. ISO 7498-1: 1994 - Part 1: The Basic Model.
- b. ISO 7498-2: 1989 - Part 2: Security Architecture.
- c. ISO 7498-3: 1989 - Part 3: Naming and Addressing.
- d. ISO 7498-4: 1996 - Part 4: OSI Management Framework

### Warstwa 7 - zastosowań

1.: **ISO/IEC 9506: Industrial Automation Systems. Manufacturing Message Specification (MMS):**

- a. ISO/IEC 9506-1:1990 (EN 29506-1:1993, PN-EN 29506-1:1995) Part 1: Service Definition. + Amd. 1:1993 + Amd. 2:1995 + Cor.1: 1995 + Cor.2: 1995;
- b. ISO/IEC 9506-2:1990 (EN 29506-2:1993, PN-EN 29506-2:1995) Part 2: Protocol Definition + Amd. 1: 1993 + Amd. 2:1995 + Cor.1: 1995 + Cor.2: 1995;
- c. ISO/IEC 9506-3:1993 (EN 29506-3:1993) Part 3: Companion Standard for Robotics + Corr. 1:1993;
- d. ISO/IEC 9506-4:1992 (EN 29506-4:1993) Part 4: Companion Standard for Numerical Control;
- e. ISO/IEC 9506-5:19xx Part 5: Companion Standard for Programmable Controllers (w opracowaniu);
- f. ISO/IEC 9506-6:1994 Part 6: Companion Standard for Process Control.

2.: **ISO 8571 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - File Transfer, Access and Management.**

- a. ISO 8571-1:1988 - Part 1: General Introduction + Corr. 1:1991 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1993
- b. ISO 8571-2:1988 - Part 2: Virtual Filestore Definition + Corr. 1:1991 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1993.
- c. ISO 8571-3:1988 - Part 3: File Service Definition + Corr. 1:1991 + Corr. 2:1992 + AMD. 1:1992 + Amd. 2:1993.
- d. ISO 8571-4:1988 - Part 4: File Protocol Specification + Corr. 1:1992 + Amd. 1:1992 + Amd. 2:1993 + Amd. 4:1992.
- e. ISO 8571-5:1990 - Part 5: Protocol Implementation Conformance Statement Proforma.

3. **ISO 8649:1988; Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Service Definition for the Association Control Service Element + Corr. 1:1991 + Amd. 1:1990 + Amd. 2:1991.**

### **Warstwa 6 - prezentacji danych**

1. **ISO 8822:1994** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Connection Oriented Presentation Protocol - Service Definition.
2. **ISO 8823:1994** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Connection Oriented Presentation. Protocol:
  - a. **ISO 8823-1: 1994** - Part 1: Protocol Specification.
  - b. **ISO/IEC 8823-2: 1995** - Part 2: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma;

### **Warstwa 5 - sesji**

1. **ISO 8326:1987** - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Connection Oriented Session Service Definition + Amd. 1:1992.
2. **ISO 8327:1987** - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Connection Oriented Session Protocol Specification.
3. **ISO/IEC 9548** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Connectionless Session Protocol:
  - a. **ISO/IEC 9548-1: 1996** - Part 1: Protocol Specification;
  - b. **ISO/IEC 9548-2: 1995**: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma;

### **Warstwa 4 - transportu**

1. **ISO 8072: 1994** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Transport Service Definition.
2. **ISO 8073: 1997** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Protocol for providing the connection-mode transport service.(Class 4). + Corr. 1:1993 + Corr. 2: 1994.

### **Warstwa 3 - sieci**

1. **ISO 8348: 1996** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Network Service Definition ;
2. **ISO 8473** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Protocol for providing the connectionless-mode network service:
  - a. **ISO 8473-1: 1994** - Part 1: Protocol Specification + Amd.1: 1994 + Amd.2: 1995 + Amd.3: 1996;
  - b. **ISO 8473-2: 1996** - Part 2: Provision on the underlying service by an ISO/IEC 8802 subnetwork;
  - c. **ISO 8473 -4: 1995** - Part 4: Provision of the underlying service by the subnetwork that provides the OSI data link service

## Warstwy 2 - łącza i 1 - fizyczna

1. **ISO/IEC 8802** - Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements.

a. ISO/IEC TR 8802-1:1994 - Part 1: Overview of Local Area Network Standards.

b. ISO/IEC 8802-2:1994 - Part 2: Logical Link Control

c. ISO/IEC 8802-3:1996 - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Method and Physical Layer Specification.

d. ISO/IEC 8802-4:1990 - Part 4: Token Passing Bus Access Method and Physical Layer Specification.

2. **ISO/IEC 10039:1991** - Information Technology - Open Systems Interconnection - Local Area Networks - Medium Access Control (MAC) service definition.

## Normy opisujące sieci miejscowe

### 2. Fieldbus standard for use in industrial control systems:

**IEC 1158-2:1993 - Part 2: Physical layer specification and service definitions.**

+ Amendment 1:1995. (Optical Fibres).

+ Amendment 2:19xx. (Radio MAU).

+ pr. Amendment 3:19xx .(changes in Current Mode MAU)

#### *MEDIA PRZEWODOWE:*

- napięciowe (sprzężenie równoległe) - 31,25 kbit/s, 1900 m, segment bez wzmacniaków;
- napięciowe (sprzężenie równoległe - 1,0Mbit/s, 750 m, segment bez wzmacniaków;
- napięciowe (sprzężenie równoległe - 2,5 Mbit/s, 500 m, segment bez wzmacniaków;
- prądowe (sprzężenie szeregowo indukcyjne) 200mA, 1.0 Mbit/s, 750 m, segment bez wzmacniaków;
- prądowe (sprzężenie szeregowo indukcyjne) 1A, 1.0 Mbit/s, 400 m, segment bez wzmacniaków;

Medium prądowe 31,25 kbit/s jest przewidziane w następujących opcjach:

- zasilane oddzielnie (nie przez linie sygnałowe), nie iskrobezpieczne;
- zasilane przez linie sygnałowe, nie iskrobezpieczne;
- zasilane oddzielnie (nie przez linie sygnałowe), iskrobezpieczne;
- zasilane przez linie sygnałowe, iskrobezpieczne;

#### *MEDIA OPTYCZNE*

- jednordzeniowe 100  $\mu\text{m}$ /140  $\mu\text{m}$ , 31,25 kbit/s, z biernymi odbiciowymi sprzęgaczami gwiazdowymi lub aktywnymi sprzęgaczami gwiazdowymi;
- dwurdzeniowe 62,5  $\mu\text{m}$ /125  $\mu\text{m}$ , 31,25 kbit/s, z biernymi transmisyjnymi sprzęgaczami gwiazdowymi lub aktywnymi sprzęgaczami gwiazdowymi;

- dwurdzeniowe 62,5  $\mu\text{m}$ /125  $\mu\text{m}$ , 1,0 Mbit/s lub 2,5 Mbit/s, z biernymi transmisyjnymi sprzęgaczami gwiazdowymi lub aktywnymi sprzęgaczami gwiazdowymi;

#### *MEDIA RADIOWE*

- 4800 bit/s, z gaussowsko minimalnym kluczowaniem rejestrów, o zasięgu 40 m, 400 m i 4000 m., bazujące na standardzie ETSI 300 131 Cyfrowa Elektroniczna Telefonii Bezprzewodowa;
- 31,25 kbit/s i 1Mbit/s, z bezpośrednim sekwencyjnym rozgłaszaniem widma (DSSS), bazujące na standardzie IEEE 802-11 stosującym pasmo 2.4 - 2,5 GHz.

2. Sieci miejscowe, znormalizowane przez CENELEC na poziomie europejskim, są objęte normą EN 50170 pod tytułem - General purpose field communication system - o następującej zawartości::

- Volume 1: P-NET;
- Volume 2: PROFIBUS;
- Volume 3: WorldFIP.

Jej status formalny jest następujący:

- ratyfikowana: 1996-07-02;
- końcowy termin na ogłoszenie na szczeblu krajowym o wprowadzeniu normy europejskiej: 1996-09-01;
- końcowy termin na opublikowanie normy krajowej identycznej lub zharmonizowanej z normą europejską: 1997-06-01;
- końcowy termin na unieważnienie norm krajowych sprzecznych z normą europejską: 1997-06-01.

Formalnie wynika z tego, że EN 50170 jest w krajach UE jedyną legalną normą dotyczącą sieci miejscowych.

# BADANIA ZGODNOŚCI

to

potwierdzanie spełnienia wymagań odpowiednich norm. W przypadku sieci komputerowych i ich składników sprawa przebiega jak niżej.

## Określenia:

- Zgodnością (conformity, conformance) nazywa się spełnianie przez badaną implementację wszystkich wymagań, ujętych specyfikacją;
- Badania zgodności (conformance testing) to weryfikacja, że system spełnia wszystkie wymagania wymienione w normie lub w zbiorze norm;
- Proces oceny zgodności (conformance assesment process) jest to pełny proces wykonania wszystkich badań zgodności, konieczny do określenia zgodności implementacji z protokołem aplikacyjnym;

Badania zgodności z normami składają się z dwu cykli prób:

- właściwego badania zgodności;
- badań uzupełniających.

## Właściwe badania zgodności obejmują:

- podstawowe badanie połączeń (basic interconnection test), przy czym jest to badanie ograniczone do stwierdzenia czy występuje lub nie występuje dostateczna zgodność z odpowiednim protokołem (ami) w zakresie możliwych do uzyskania połączeń, bez starań przeprowadzenia dokładnego badania.
- badanie zdolności (capability tests) jest to badanie wykonywane w celu stwierdzenia czy implementacja jest zgodna ze szczegółowymi właściwościami Protokołu Aplikacyjnego, jej przypisanego.
- badanie zachowania (behavior test) jest to badanie, którego celem jest stwierdzenie w jakim zakresie implementacja spełnia wymagania jednego lub więcej wymagań zgodności dynamicznej (dynamic conformance requirement), to znaczy jednego z wymagań określających, jakie obserwowane zachowanie w jednostkach komunikacji jest dozwolone przez odnośną(e) specyfikację(e).
- badanie zgodności metodą rezolucji (rozbicia na składowe - resolution test) jest przewidziane do dogłębnego stwierdzenia czy implementacja spełnia lub nie szczegółowe wymagania.

## Badania uzupełniające obejmują:

- badanie współpracy (interoperability testing) to jest weryfikację, że dwa lub więcej różnych systemów może współpracować w sieci i mają za cel sprawdzenie wymiany i rozdziału informacji między dwiema szczególnymi implementacjami oraz zdolności każdej z nich do wykorzystania takiej informacji;
- sprawdzenie osiągu (performance testing) to jest wyznaczenie (pomiar) charakterystyk implementacji, takich jak przepustowość informacyjna, czas odpowiedzi, liczba transakcji i odpowiedniości w różnych warunkach;

- badanie odporności (robustness testing) to określenie jak dobrze implementacja powraca do poprzedniego stanu ze stanów wywołanych różnymi zakłóceniami, przy czym te badania nie wchodzą w skład badania osiągow.

Zalecana jest następująca sekwencja badań:

⇒ BADANIE ZGODNOŚCI



⇒ BADANIE WSPÓŁPRACY



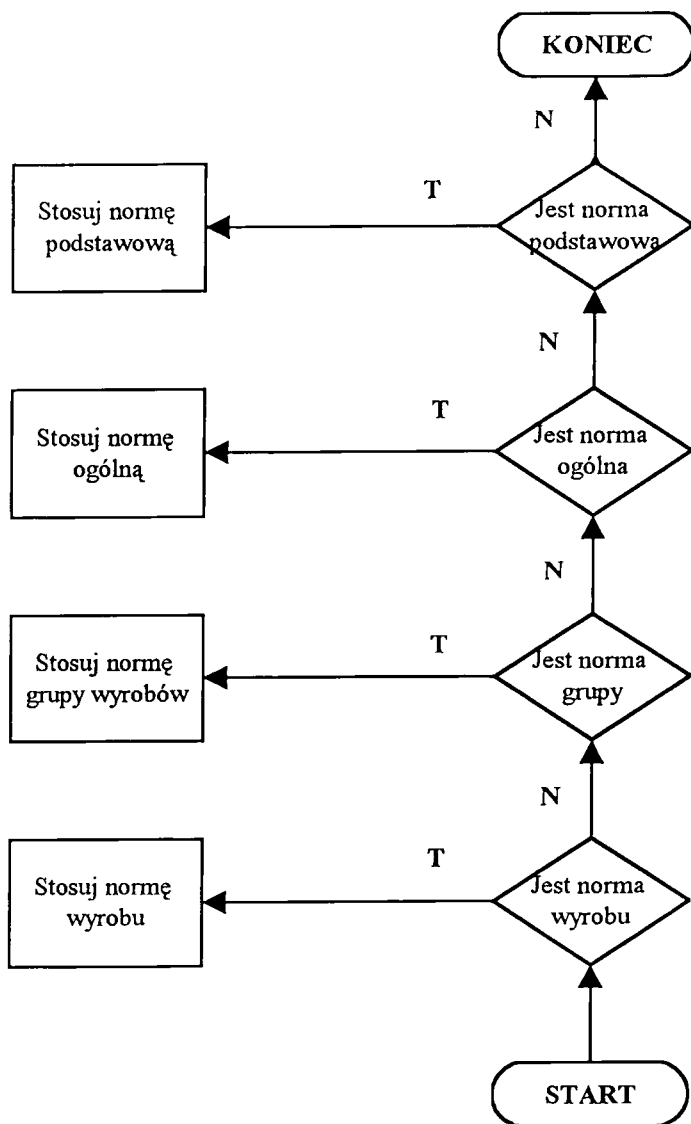
⇒ BADANIE OSIĄGÓW



⇒ BADANIE ODPORNOŚCI

Oddzielną kategorię badań stanowią badania zatwierdzające (acceptance testing); ich zadaniem jest stwierdzenie czy system oprogramowania czyni zadość dotyczącym go wymaganiom zatwierdzenia i umożliwienie użytkownikowi zdecydowanie, że zatwierdza system. Do nich należy zaplanowanie i wykonanie kilku rodzajów badań (np. funkcjonalnych, zawartości, osiągow) w celu zademonstrowania, że oprogramowanie czyni zadość wymaganiom użytkownika.

Normy międzynarodowe dzielą się z punktu widzenia ogólności na cztery kategorie: podstawowe (basic), ogólne (generic), grup wyrobów (product family) i wyrobu (product). Kolejność ich stosowania w badaniach podaje rys. 1.



rys. 1. Kolejność stosowania norm w badaniach

# BADANIA ODPORNOŚCIOWE

## Wymagania środowiskowe

### Normy dotyczące ochrony przed działaniem środowiska

1. 92/E-08106 (IEC 529: 1989. EN 60529:1991) Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (Kod IP).
2. PN-84/E-08107 (EN 50020) Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe - Urządzenia i obwody iskrobezpieczne - Wymagania i badania, łącznie z normą nadrzędną; PN-83/E-08110 (EN 50014) Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe - Wymagania wspólne i badania.

### Normy określające wymagania dotyczące grup wyrobów

1. IEC 654-1: 1993 (EN 60654-1:1993; prPN-EN 60654-1:199x) Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment.- Part 1: Climatic conditions.. Wersja polska: PN-EN 60504-1: 1996 Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi -- Warunki klimatyczne.
2. IEC 654-2:1979 (EN 60654-2: 1996) Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment - Part 2: Power. Wersja polska: prPN-EN 60504-2: Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi - Zasilanie.
3. IEC 654-3:1983 (EN 60654-3:1996) Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment - Part 3: Mechanical influences. Wersja polska: prPN-EN 60504-3: Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi - Wpływy czynników środowiskowych mechanicznych. (w opracowaniu)
4. IEC 654-4:1987 Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment. - Part 4: Corrosive and erosive influences. Wersja polska: prPN-EN 60504-4: Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi - Wpływy czynników korozyjnych i erozyjnych.
5. PN-91/M-42020: Automatyka i pomiary przemysłowe - Urządzenia - Ogólne wymagania i badania. (zastępowana sukcesywnie przez normy serii PN-EN 60654)
6. PN-85/M-42025: Automatyka i pomiary przemysłowe - Urządzenia w wykonaniu tropikalnym - Ogólne wymagania i próby środowiskowe.
7. ISO/TR 10450:1991 Industrial automation systems and integration. Operating conditions for discrete part manufacturing. Equipment in industrial environments.

## Wymagania EMC

### Wykaz norm dotyczących badania emisji zakłóceń

1. IEC 1000-3-2:1995 (EN 61000-3-2: 1995), Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 3: Limits - Section 2: Limits for harmonic current emission (equipment input current  $\leq 16$  A per phase). Wersja polska PN-IEC 1000-3-2: 1996, Kompatybilność Elektromagnetyczna (EMC) - Część 3: Dopuszczalne poziomy; - Dopuszczalne poziomy emisji harmoniczných prądu (fazowy prąd zasilania odbiornika  $\leq 16$  A).



2. IEC 1000-3-3: 1995 (EN 61000-3-3: 1995), Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 3: Limits - Section 3: Limits for voltage fluctuations and flickers. Wersja polska PN EN 610003-3-: 1997 Kompatybilność elektromagnetyczna - Dopuszczalne poziomy - Ograniczanie wahań napięcia i migotania światła powodowanych przez odbiorniki o prądzie znamionowym  $\leq 16$  A w sieciach zasilających niskiego napięcia .

3. EN 50081-1: 1992 - Electromagnetic compatibility - Generic emission standard. Part 1: Residential, commercial and light industry. Wersja polska PN-EN 50081-1: 1996 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące emisyjności - Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko uprzemysłowione

4. EN 50081-2: 1993 - Electromagnetic compatibility - Generic emission standard Part 2: Industrial environment. Wersja polska PN-EN 50081-2:1996 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące emisyjności - Środowisko przemysłowe.

5. PN-EN 55011: 1997 (EN 55011:1991, CISPR 11:1990) Dopuszczalne poziomy i metody pomiarów zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez przemysłowe, medyczne i naukowe (PMN) urządzenia wielkiej częstotliwości.

*Zastępuje znane PN-84/E-06208.*

6. PN-EN 55014: 1996 (EN 55014:1993, CISPR 14: 1993) Dopuszczalne poziomy i metody pomiaru zakłóceń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne przyrządy powszechnego użytku lub urządzenia o podobnym przeznaczeniu zawierające silniki elektryczne i elementy grzejne oraz narzędzia i podobne urządzenia elektryczne.

*Zastępuje znane PN-79/E 06008 i PN-79/E-06218.*

7. PN-EN 55022: 1996 (EN 55022:1994, CISPR 22:1993) Kompatybilność elektromagnetyczna - Dopuszczalne poziomy i metody pomiaru zakłóceń radioelektrycznych wytwarzanych przez urządzenia informatyczne.

*Zastępuje znaną PN-89/E-06251.*

#### **Wykaz norm dotyczących badania odporności na zakłócenia**

1. IEC 1000-4-1:1992 (EN 61000-4-1:1994), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 1: Overview of immunity tests. Basic EMC publication

2. IEC 1000-4-2:1995 (EN 61000-4-2:1995), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 2: Electrostatic discharges requirements. Basic EMC publication. Wersja polska PN-IEC 802-2:1994, Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi -Wymagania dotyczące wyładowań atmosferycznych

3. IEC 1000-4-3:1995 (EN 61000-4-3:1995), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. Basic EMC Standard. Wersja polska PN-IEC 1000-4-3: 1996 Kompatybilność elektromagnetyczna - Metody badań i pomiarów - Badanie odporności na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej.

4. IEC 1000-4-4:1995 (EN 61000-4-4:1995), Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques.- Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC publication. Wersja polska PN-IEC 801-4:1994. Kompatybilność

elektromagnetyczna urządzeń do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi - Wymagania dotyczące serii szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych.

5. IEC 1000-4-5:1995 (EN 61000-4-5:1995) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques. - Section 5: Surge immunity test. Basic EMC publication
6. IEC 1000-4-6:1996 (EN 61000-4-6:1996) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques.- Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields. Basic EMC publication.
7. IEC 1000-4-7:1991 (EN 61000-4-7:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC). Part 4: Testing and Measurement Techniques. - Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto. Basic EMC publication.
8. IEC 1000-4-8:1993 (EN 61000-4-8:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 8: Power frequency magnetic field immunity test. Basic EMC publication.
9. IEC 1000-4-9:1993 (EN 61000-4-9:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 9: Pulse magnetic field immunity test. Basic EMC publication.
10. IEC 1000-4-10:1993 (EN 61000-4-10:1993) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 10: Damped oscillatory magnetic field immunity test. Basic EMC publication.
11. IEC 1000-4-11:1994 (EN 61000-4-11:1994) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 11: Voltage clips, short interruptions and voltage variations immunity test. Basic EMC publication.
12. IEC 1000-4-12:1995 (EN 61000-4-12: 1995) Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 12: Oscillatory waves immunity test. Basic EMC publication.
13. EN 50082-1: 1994 - Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Part 1: Residential, commercial and light industry. Wersja polska PN-EN 50082-1 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące odporności na zakłócenia - Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko uprzemysłowane.
14. EN 50082-2: 1995 - Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Part 2: Industrial environment + Corr. 1:1995.
15. IEC 1326-1:1997 (EN 61326: 1997) EMC requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use:- Part 1: General requirements + Amd 1(w opracowaniu): Particular requirements for equipment used in industrial locations; particular requirements for equipment used in laboratories or test and measurement areas with a controlled electromagnetic environment, particular requirements for equipment that is powered by battery or from the circuit being measured.

Dyrektywa Rady 89/336/EEC,

z 3 maja 1989 r. w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej,

ze zmianami:

\* z 1992 r. - Dyrektywa 92/31/EEC;

\* z 1993 r - Dyrektywa 93/68/EEC.

Dyrektywa ustala m.in.:

- wymagania ochronne dotyczące urządzeń, które mogą powodować zakłócenia elektromagnetyczne lub na których działanie mogą mieć wpływ takie zakłócenia;
- procedury oceny zgodności;
- urządzenia powinny być tak zbudowane, żeby wytwarzane przez nie zakłócenia nie przekraczały poziomu pozwalającego urządzeniom radiowym i telekomunikacyjnym oraz innym na pracę zgodną z ich przeznaczeniem oraz by miały poziom odporności na zakłócenia elektromagnetyczne wystarczający do umożliwienia im pracy zgodnej z przeznaczeniem;
- uznanie zgodności z wymaganiami ochronnymi ma miejsce wtedy, gdy urządzenia są zgodne z normami krajowymi scharmonizowanymi z odpowiednimi normami europejskimi(EN);

### **Wymagania bezpieczeństwa**

**Normy dotyczące bezpieczeństwa użytkowania urządzeń automatyki i informatyki**

1. **PN-75/E-08003:** Urządzenia elektryczne - Ochrona przeciwporażeniowa przy zastosowaniu filtrów przeciwzakłóceńowych - Ogólne wymagania i badania;
2. **IEC 950:1991 + Amd 1:1992 + Amd.2:1993 + Amd. 3: 1997 - (EN 60950:1992 + Amd 1:1993 + Amd 2:1993 - Safety of information technology equipment, including electrical business equipment. (Wersja polska PN-93/T-42107 + A1: 1997 - Bezpieczeństwo urządzeń techniki informatycznej i elektrycznych urządzeń techniki biurowej);**
3. **IEC/TR 990:1990 - Methods of measurement of touch-current and protective conductor current. ( Metody pomiaru prądu dotykowego i prądu przewodu ochronnego);**
4. **IEC 1010-1:1990 + Amd 1:1992 + Amd.2:1995 (EN 6110-1:1993) - Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use. - Part 1: General requirements (Wersja polska PN-IEC 1010-1+A1: 1996);**

**Dyrektywa Rady 73/23/EEC,**

**z 19 lutego 1973 r. w sprawie harmonizacji przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących urządzeń elektrycznych zaprojektowanych do stosowania w określonych przedziałach napięć,**

**ze zmianami z 1993 r. - Dyrektywa 93/68/EEC.**

Dyrektywa ustala m.in.:

- urządzenia elektryczne wprowadzane na rynek powinny być skonstruowane zgodnie z poprawnymi inżynierskimi zasadami bezpieczeństwa obowiązującymi we Wspólnocie i nie zagrażać bezpieczeństwu osób, zwierząt domowych lub mieniu;
- urządzenia są uznawane za spełniające wymagania dyrektywy, gdy spełniają wymagania norm scharmonizowanych z nią;
- procedurę oceny zgodności.

# Teoretyczne podstawy sieci PROFIBUS - część II

## dr inż. Andrzej Syrczyński - PIAP

### 1. GENEZA I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Obiektowe urządzenia automatyki, takie jak czujniki, siłowniki, zadajniki, napędy, sterowniki programowalne, w coraz większym stopniu są wyposażane w elementy mikroelektroniki cyfrowej. Do zapewnienia komunikacji między takimi cyfrowymi urządzeniami obiektowymi oraz urządzeniami wyższych szczebli systemów automatyki są wykorzystywane szeregowe magistrale miejscowe (Fieldbus).

W 1987 r. zrodziła się inicjatywa kilku firm, w tym Bosch, Klockner-Moeller i Siemens - opracowania magistrali miejscowej PROFIBUS jako doskonalszej realizacji ogólnej idei magistrali Fieldbus. Wspólny projekt badawczy był w pierwszej fazie prowadzony przez pięć instytutów i trzynaście firm przemysłowych, przy udziale dotacji państwowych kierowanych poprzez Federalne Ministerstwo d/s Badań i Technologii. Dużą rolę odegrał Instytut Fraunhofera w Stuttgarcie i w Karlsruhe. Wśród wielu znanych firm uczestniczących w procesie tworzenia sieci warto wymienić poza inicjatorami także: AEG, BBC i Rheinmetall.

Rezultatem prac było ustanowienie w 1991 r. normy DIN 19245 na system PROFIBUS, złożonej początkowo z dwóch części, 1. i 2. uzupełnionych w 1993 r. częścią 3. i w 1996 r. częścią 4. W wielu firmach podjęto szybkie wprowadzanie urządzeń i oprogramowań sieci PROFIBUS do asortymentu oferowanych środków automatyzacji. Proces ten obecnie trwa nadal, powstają coraz nowe produkty sieciowe PROFIBUS. Trwa też rozszerzanie normalizacji. Obecnie PROFIBUS jest obok FIP i P-NET jednym z rozwiązań sieci miejscowej w normie europejskiej EN 50710, ustanowionej w 1996 roku.

Magistrala PROFIBUS powstała jako odpowiedź na potrzeby przemysłu, już po uzyskaniu wielostronnych doświadczeń z sieciami standardów IEEE 802 i MAP oraz wielu wariantami magistral miejscowych, m.inn. wykorzystujących standard BITBUS. Na podstawie tych doświadczeń przy opracowywaniu PROFIBUS starano się znacznie obniżyć koszty, przez zastosowanie najtańszych rozwiązań transmisyjnych - medium w postaci pary skręcanej i standardu sygnałów RS 485, a w wersji DP także przez maksymalne uproszczenia ogólnej architektury i protokołu. Z drugiej jednak strony wykorzystano w wersji FMS, o najszerszej funkcjonalności, dobrze sprawdzone mechanizmy dotychczasowych przemysłowych sieci lokalnych: deterministyczny dostęp do medium i protokół FMS wzorowany na Specyfikacji Komunikatów Wytwarzania (MMS) w warstwie aplikacyjnej. Dzięki połączeniu i wykorzystaniu wielu rozwiązań, sieć PROFIBUS spełnia wszystkie wymagania aplikacji w sferze wytwarzania zakładów przemysłowych.

### 2. RODZINA SIECI PROFIBUS

Miejsce sieci PROFIBUS w automatyce przemysłowej i ogólny zakres zastosowań obrazuje rys. 1. Zastosowania są ukierunkowane na poziom bezpośredniego wytwarzania, a więc obsługę gniazd i linii produkcyjnych - wersja FMS, w tym także poziom najniższy - warstwę czujników i siłowników - wersje DP i PA. Poziomy wyższe, wydziału i przedsiębiorstwa, począwszy od funkcji sterowania wytwarzaniem, nie są w intencji twórców objęte tą siecią.

Na rys. 1 zwraca się także uwagę na szybkość pracy, wyrażoną czasem cyklu magistrali - czyli przekazu wszystkich danych. Sieć PROFIBUS jest predystynowana do bardzo szybkiej obsługi obiektu, umożliwia uzyskanie wartości czasu odczytu i wpisu wszystkich danych (czas cyklu) poniżej 10 ms. Z drugiej strony pozwala na realizację bardzo złożonych, kompleksowych

zadań komunikacyjnych. Aktualnie sieć i standard PROFIBUS ma trzy wersje ukierunkowane na różne zastosowania, co przedstawiono na rys. 2

### 1.2.1. PROFIBUS-DP

Obecnie jest to najbardziej rozpowszechniona z wersji, o dużej szybkości działania, zarazem cechuje się prostymi i tanimi rozwiązaniami. Jest dedykowana do zastosowań czasowo-krytycznych w komunikacji między systemami automatyki a przestrzennie rozłożonymi inteligentnymi urządzeniami peryferyjnymi. Można ją traktować jako bardzo szybką i wydajną magistralę poziomu czujników/siłowników. Wersja DP eliminuje stosowanie kosztownego okablowania obiektowego do prowadzenia sygnałów obiektowych, dwustanowych 24 V i analogowych 4...20 mA. Wersja jest objęta częściami 1 i 3 normy DIN 19245.

### 1.2.2. PROFIBUS-PA

Wersja ta jest ukierunkowana na zastosowania w automatyzacji procesów produkcyjnych (wolnozmiennych). Umożliwia dołączenie czujników i siłowników do jednej wspólnej magistrali, również w strefach zagrożonych wybuchem. Stosuje technikę transmisji określoną w normie IEC 1158-2, przez co umożliwia rozwiązania iskrobezpieczne i zasilanie stacji przez magistralę. PROFIBUS-PA wykorzystuje rezultaty uzyskane w projekcie ISP (Inter-Operable Systems Project). Wersja jest objęta częścią 4 normy DIN 19245.

### 1.2.1. PROFIBUS-FMS

Jest to rozwiązanie uniwersalne, opracowane i wprowadzone do wyrobów w pierwszej kolejności. Obecnie jest przeznaczone do zadań komunikacyjnych na poziomie gniazd i linii. Realizuje funkcje acyklicznego i cyklicznego przekazu danych z umiarkowaną prędkością. Usługi protokołu FMS (Fieldbus Message Specification) oferują bogatą funkcjonalność, jak też elastyczność konfigurowania systemów. Wersja FMS umożliwia realizację bardzo złożonych kompleksowych zadań komunikacyjnych. Wersja FMS jest objęta częściami 1 i 2 normy DIN 19245.

## 3. ARCHITEKTURA PROTOKOŁU PROFIBUS

Norma PROFIBUS określa techniczne i funkcjonalne charakterystyki szeregowej magistrali miejscowej, która łączy rozłożone przestrzennie cyfrowe urządzenia obiektowe, począwszy od najniższego poziomu (poziom czujników i siłowników) do poziomu średniego - gniazd i linii produkcyjnych. Sieć zawiera stacje (urządzenia) typu master i slave.

**Urządzenia master** mogą sterować magistralą, decydują o przekazach danych. Gdy stacja master otrzyma uprawnienie dostępu (token), to inicjuje nadawanie swoich przesyłek, bez żądania z innej stacji. W protokole PROFIBUS urządzenia master są nazywane stacjami aktywnymi.

**Urządzenia slave** są prostymi urządzeniami oddalonymi. Mogą to być czujniki, sterowniki, nadajniki. Nie mają one uprawnienia dostępu do magistrali, mogą tylko potwierdzać otrzymane przesyłki, lub odpowiadać na zapytania ze stacji master. Urządzenia slave są nazywane stacjami pasywnymi. Wykorzystują one tylko część protokołu i dlatego implementacja protokołu w tych stacjach może być bardzo prosta.

Protokoły komunikacyjne sieci PROFIBUS definiują norma krajowa DIN 19 245 i norma międzynarodowa EN 50170. Przy opracowaniu normy wykorzystano wiele wcześniejszych standardów międzynarodowych. Architektura protokołu PROFIBUS (rys. 3) jest zorientowana na model odniesienia OSI według normy ISO 7498. W tym modelu każda warstwa transmisyjna realizuje dokładnie określone zadania. Definicja obejmuje warstwę 1 (fizyczną) która określa fizyczne charakterystyki transmisji, warstwę 2 (łącza danych), która określa

protokół dostępu do medium komunikacyjnego i warstwę aplikacyjną siedmiowarstwowego modelu OSI-ISO oraz analogiczne warstwy zarządzania

**Wersja PROFIBUS-DP** stosuje warstwy 1 i 2 oraz interfejs użytkownika. Nie są wykorzystywane warstwy od 3 do 7. Także warstwa aplikacji (7) jest usunięta w celu zwiększenia szybkości pracy. Moduł DDLM (*Direct Data Link Mapper*) dokonuje kojarzenia i powiązania funkcji warstwy 2. z interfejsem użytkownika. Funkcje aplikacyjne dostępne dla użytkownika są zawarte w bloku interfejsu użytkownika. Nadto tenże interfejs określa specyficzne funkcjonowanie systemu i urządzenia w różnych typach urządzeń wersji PROFIBUS-DP. W warstwie 1. stosuje się technologie RS 485 lub łącze światłowodowe.

**W wersji PROFIBUS-FMS** są zdefiniowane warstwy 1,2 i 7., nie występują warstwy od 3 do 6. Warstwa aplikacyjna 7. składa się z protokołu FMS Specyfikacji Przesyłek Magistrali Miejskowej (*Fieldbus Message Specification*) i interfejsu do warstw niższych LLI (*Lower Layer Interface*).

Protokół FMS jest interfejsem między systemem komunikacyjnym a użytkownikiem, zawiera protokół aplikacyjny i udostępnia użytkownikom szeroki wybór efektywnych usług komunikacyjnych. Usługi protokołu FMS są w przybliżeniu podzbiorem funkcji protokołu MMS (według normy, ISO 9506) stosowanego powszechnie w systemach CIM. Dodatkowo zostały określone funkcje zarządzania siecią miejscową i jej obiektami.

Warstwa 2. FDL (*Fieldbus Data Link*) realizuje dostęp do magistrali i zabezpieczenie danych. W warstwie 1. stosuje się technologie RS 485 lub łącze światłowodowe.

**Wersje DP i FMS** stosują identyczny protokół dostępu do medium (warstwa 2) i tą samą technologie transmisji (warstwa 1). Dlatego urządzenia obu tych wersji mogą pracować równolegle na tej samej linii magistrali.

**Wersja PROFIBUS-PA** stosuje do transmisji rozszerzenie protokołu PROFIBUS-DP. Ponadto urządzenia spełniają wymogi specyfikacji PA, określającej funkcjonalność. Technologia transmisji jest zgodna z normą IEC 1158-2. Magistrala z urządzeniami PROFIBUS-PA jest dołączana do sieci PROFIBUS-DP za pomocą sprzęgacza segmentów.

#### 4. TECHNOLOGIA TRANSMISJI

Obszar zastosowań sieci miejscowych zależy w dużym stopniu od doboru mediów transmisyjnych i interfejsu do magistrali. Największe znaczenie mają wymagania dotyczące bezbłędności transmisji, zasięgu i szybkości transmisji, jak też kosztu urządzeń i okablowania. Ponadto, przy automatyzacji procesów produkcyjnych dochodzi wymóg przesyłu danych wspólnie z doprowadzeniem zasilania. Ponieważ nie można spełnić wszystkich wymagań aplikacji przemysłowych pojedynczą technologie transmisji sieć PROFIBUS stosuje trzy odmiany techniki transmisji:

- technologie wg normy RS 485 do wersji DP i FMS,
- technologie wg normy IEC 1158-2 do wersji PA,
- medium optyczne.

##### 4.1. Medium przewodowe wg standardu RS 485

Technologia ta, często oznaczana symbolem H2, jest rozwiązaniem najszerzej stosowanym w wersjach DP i FMS, podstawowym do zastosowań w wytwarzaniu, instalacjach w budynkach i przy sterowaniu napędami. Cechuje się dużą szybkością przesyłu danych, niskim kosztem i maksymalną prostotą instalacji. Jako medium przesyłowe jest używana pojedyncza para skręcana przewodów miedzianych, w ekranie. Struktura magistrali, jak

i funkcjonalność protokołu umożliwiają dowolne dołączanie i odłączanie stacji, jak i stopniowe uruchamianie systemu, czy jego rozbudowę, bez szkodliwego wpływu na pracujące już stacje

Definicja warstwy fizycznej wykorzystuje normę EIA RS-485. Podstawową strukturą sieci jest liniowy segment kabla (Tabl. 1.), zakończony na obydwu krańcach terminatorami. Do jednego segmentu można dołączyć do 32 stacji, łącznie typów master i slave.

**Tabl. 1. Podstawowe parametry segmentu sieci**

Topologia	liniowa, aktywne terminatory na obu końcach, odgałęzienia dopuszczalne tylko przy szybkościach transmisji do 1,5 Mbit/s
Medium	kabel z parą skręcaną, ekranowaną
Liczba stacji	co najwyżej 32 stacje (lub powtarzacz) w obrębie segmentu bez powtarzaczy, do 127 stacji w sieci z powtarzaczami
Złącza	preferowane złącza miniaturowe typu D, 9-stykowe

Stacje dołącza się do segmentu kabla za pomocą 9-stykowych złączy ISO 4902 (szufladowych), przy czym gniazda powinny być instalowane w węzłach, a wtyki na przewodach doprowadzających. Minimalne okablowanie sieci składa się z pary przewodów przenoszących sygnały danych. Parametry elektryczne sieci PROFIBUS są zgodne ze specyfikacją sprzętu RS-485.

Segmenty sieci można łączyć za pomocą powtarzaczy (*repeater*) w taki sposób, aby między dwoma dowolnymi stacjami znajdowały się co najwyżej trzy powtarzacz. Maksymalnie sieć może się więc składać z czterech segmentów połączonych w łańcuch, lub z większej liczby segmentów połączonych gwiazdźście. Ze względu na ograniczenia wynikające ze sposobu adresowania, sieć może zawierać co najwyżej 127 stacji.

Szybkość transmisji może być wybrana między 9,6 kbit/s a 12 Mbit/s. Zależność zasięgu od szybkości transmisji podaje Tabl. 3. W całej sieci musi być wybrana we wszystkich stacjach identyczna szybkość transmisji.

**Tabl. 2. Szybkości i zasięg transmisji**

Szybkość transmisji [kbit/s]	9,6	19,2	93,75	187,5	500	1500	12000
Długość segmentu [m]	1200	1200	1200	1000	400	200	100

Standard PROFIBUS definiuje dwa rodzaje okablowania dla sieci PROFIBUS-FMS oraz PROFIBUS DP. Okablowanie typu A jest zalecane dla sieci o dużej szybkości transmisji danych (> 500 kbit/s) i dużych wymaganiach co do długości linii. Rozwiązanie to pozwala na przesyłanie danych na odległości podane w tabl. 2, dwukrotnie większe niż w przypadku okablowania typu B. Typ B okablowania powinien być używany w tych sieciach, co do których nie ma wysokich wymagań odnośnie do prędkości transmisji danych i długości linii.

#### 4.2. Transmisja wg normy IEC 1158-2 w wersji PROFIBUS-PA

Technologia transmisji stosowana w wersji PROFIBUS-PA, zgodna z normą IEC1158-2, spełnia wymagania przemysłów chemicznego i petrochemicznego. Różnice w stosunku do wersji FMS i DP dotyczą głównie warstwy fizycznej. Dzięki rozwiązaniom iskrobezpiecznym wersja PA może pracować w strefie zagrożonej wybuchem i umożliwia zasilanie urządzeń obiektowych poprzez linie magistrali sieci miejscowej. Zrealizowano to poprzez odpowiednie

ograniczenia energii zasilania doprowadzanego do stacji oddalonych, energii sygnału oraz pojemności i indukcyjności segmentu sieci. Ta technologia transmisji jest oznaczana symbolem H1.

Zasady transmisji są następujące:

- każdy segment posiada tylko jedno źródło zasilania, w postaci jednego zasilacza,
- w trakcie nadawania przez stację energia nie jest przekazywana do magistrali,
- każda stacja w stanie spoczynkowym pobiera stały prąd,
- urządzenie obiektowe zachowuje się jako bierny odbiornik prądu,
- na obu końcach magistrali są pasywne terminatory,
- magistrala może mieć topologię liniową, drzewiastą lub gwiazdzistą,
- można wprowadzać redundowane segmenty magistrali w celu zwiększenia niezawodności.

Przyjmuje się iż każda stacja pobiera co najmniej 10 mA prądu zasilania, natomiast modulacja sygnałów polega na nałożeniu wartości  $\pm 9$  mA na stały prąd pobierany przez stację z zasilacza. Główne parametry wersji PA są podane w tabl. 3.

Tabl. 3. Główne parametry technologii transmisji IEC 1158-2

Medium	elektryczne, przewodowe, para skręcana, w ekranie, lub bez ekranu
Topologia magistrali	szynowa i drzewiasta,
Szybkość transmisji	31,25 kbit/s,
Typ transmisji	cyfrowa, synchronizacja bitowa, kodowanie Manchester
Zabezpieczenie	preambuła, delimitery startu i stopu
Zdalne zasilanie	możliwość zasilania stacji przez medium transmisyjne, napięciem w zakresie 9...32 V DC,
Przeciwwybuchowość	możliwość włączania barier iskrobezpiecznych,
Modulacja	sygnały napięciowe nałożone na napięcie zasilające, amplituda w granicach 150 mVp-p do 1 Vp-p, kształt trapezoidalny w celu zmniejszenia emisji elektromagnetycznej,
Liczba stacji	liczba stacji w jednym segmencie do 32, dla opcji z zasilaniem szynowym i z barierami iskrobezpiecznymi oblicza się zmniejszoną liczbę stacji, w zależności od pobieranego prądu zasilania i długości segmentu iskrobezpiecznego.

Typowa konfiguracja sieci miejscowej w aplikacjach do procesu produkcyjnego jest podana na rys. 4. Rysunek ten wyjaśnia zasadę realizacji segmentu iskrobezpiecznego. W strefie nie zagrożonej wybuchem jest prowadzona magistrala wersji PROFIBUS-DP, stosująca technologię transmisji RS 485. Do tego segmentu są dołączone urządzenia sterujące i monitorujące w dyspozytorni, jak również sprzęgacz segmentów - zapewniający konwersję protokołu transmisji. Adaptuje on obu kierunkowo sygnały standardów RS 485 i IEC 1158-2. Sprzęgacz zawiera w sobie także zasilacz segmentu iskrobezpiecznego, o ograniczonych wartościach napięcia i natężenia.

Wykorzystując obie topologie - szynową i rozgałęzioną, można optymalizować długość magistrali i liczbę stacji, mieszcząc się w ograniczeniach obwodu iskrobezpiecznego. Magistrala jest zbudowana z kabla dwużyłowego. Wymaga się, by odwrócenie zacisków stacji



nie wpływało na pracę magistrali. Dlatego zaleca się wyposażyć urządzenia w automatyczne rozpoznawanie polaryzacji. Zapewnia to prawidłową pracę stacji bez względu na sposób połączenia zacisków stacji z linią.

Liczba stacji w segmencie jest ogólnie ograniczona do 32. Jednakże ulega dalszemu ograniczeniu przy aplikacji w strefie zagrożonej wybuchem. Tablica 4 podaje ograniczenia parametrów energetycznych zasilania, jak i liczby stacji dla poszczególnych typów zasilaczy, dobieranych zależnie od kwalifikacji zagrożenia.

**Tabl. 4. Znormalizowane zasilacze segmentu PROFIBUS-PA**

Typ zasilacza	Strefa aplikacji	Napięcie zasilania	Maksymalny prąd zasilania	Maksymalna moc	Typowa liczba stacji *
I	EEx ia/ib IIC	13,5 V	110 mA	1,8 W	8
II	EEx ib IIC	13,5 V	110 mA	1,8 W	8
III	EEx ib IIB	13,5	250 mA	4,2 W	22
IV	nie iskrobez-pieczna	24 V	500 mA	12 W	32

\* Typowa liczba stacji jest obliczona przy założeniu poboru prądu 10 mA przez stację. Jeżeli urządzenia pobierają prąd większy, to liczbę stacji należy odpowiednio zmniejszyć.

Natomiast dopuszczalne długości segmentu można określić w zależności od typu zasilacza iskrobezpiecznego, łącznego poboru prądu i przekroju przewodów magistrali. Dołączanie do magistrali iskrobezpiecznej PROFIBUS-PA urządzeń zasilanych z magistrali i jednocześnie urządzeń zasilanych zewnętrznie jest dopuszczalne tylko jeżeli te ostatnie mają wewnętrzną izolację spełniającą wymagania normy EN 50 020.

### 4.3. Medium optyczne

Medium optyczne umożliwia zwiększenie długości magistrali przy dużych prędkościach transmisji, jak też pozwala na przekaz danych w obszarach o wysokim poziomie zakłóceń. W realizacjach stosuje się szybkości przekazu 93.75, 187.5, 375 i 500 kbit/s. Do przesyłania sygnałów binarnych jest wykorzystywana kluczowana modulacja częstotliwości z fazą zerową. Bit o wartości "0" jest transmitowany za pomocą częstotliwości dwukrotnie wyższej od szybkości przekazu, bit o wartości "1" za pomocą częstotliwości 4 lub 8 razy wyższej od szybkości przekazu.

Są stosowane dwa typy światłowodów. Do odległości 50 m zaleca się stosowanie taniego światłowodu plastikowego, zaś do odległości 1000 m światłowodu szklanego. Wielu dostawców oferuje złącza z wbudowanym obu kierunkowym scalonym konwerterem między magistralą standardu RS 485 a światłowodem. Umożliwia to bardzo łatwe przechodzenie między tymi dwoma technologiami transmisji, w tej samej sieci, zależnie od warunków środowiskowych w poszczególnych pomieszczeniach. W dokumencie "PROFIBUS guideline 2.022" znajduje się szczegółowa specyfikacja technologii optycznej PROFIBUS-FO.

## 5. WERSJA PROFIBUS-DP

### 5.1. Charakterystyka ogólna

Wersja PROFIBUS-DP, obecnie najbardziej rozpowszechniona, a druga (po FMS) w kolejności wprowadzenia, umożliwia dokonywanie bardzo szybkich przekazów danych na najniższym poziomie - czujników i elementów wykonawczych. Sterowniki obsługujące poziom wytwarzania, np. programowalne sterowniki logiczne PLC, lub przemysłowe komputery PC, wymieniają dane z urządzeniami obiektowymi za pośrednictwem szybkich łączy szeregowych, najczęściej cyklicznie. Taka cykliczna wymiana danych jest główną funkcją urządzeń wersji PROFIBUS-DP, a jej realizacja jest określona normą EN 50170. Ponadto do zadań konfigurowania, diagnostyki i obsługi alarmów konieczna jest komunikacja niecykliczna z inteligentnymi urządzeniami obiektowymi. Najważniejsze dane techniczne i funkcje wersji PROFIBUS-DP zestawiono poniżej.

Tabl. 5. Podstawowe funkcje PROFIBUS-DP

Technologia transmisji	standard EIA RS 485, para skręcana lub światłowód szybkość transmisji od 9,6 kbit/s do 12 Mbit/s
Dostęp do medium	protokół hybrydowy wg DIN 19245 cz. 1: przekazywanie uprawnienia dostępu (token) między stacjami master i procedura master-slave możliwe warianty z jedną stacją master, lub z wielu stacjami master maksymalna liczba stacji 126
Komunikacja	indywidualna (dane), grupowa (rozkazy zarządzania)
Tryby pracy	praca - cykliczne przekazy danych wejściowych i wyjściowych zerowanie - odczyt wejść i utrzymanie stanu wyjść stop - zezwolona tylko komunikacja w relacjach master-master
Synchronizacja	rozkazy synchronizujące wejścia i wyjścia mod sync: synchronizacja wyjść mod freeze: synchronizacja wejść
Funkcjonalność	cykliczny przekaz danych między stacjami DP-master i DP-slave uaktywnianie i pasywacja poszczególnych stacji DP-slave sprawdzanie konfiguracji stacji DP-slave diagnostyka, z 3 poziomami przesylek diagnostycznych synchronizacja wejść lub/i wyjść wszystkich stacji DP-slave przydzielanie adresów i konfigurowanie stacji DP-slave konfigurowanie stacji master typu DPM1 poprzez magistralę pojemność stacji do 246 bajtów danych we/wy
Zabezpieczenie danych	transmisja z zachowaniem odległości Hamminga HD = 4 kontrola czasowa w stacjach DP-slave zabezpieczenie dostępu do we/wy stacji slave
Typy urządzeń	master klasy 2 (DPM2): urządzenie do programowania, konfigurowania, diagnostyki master klasy 1 (DPM1): sterownik programowalny, PC, etc. slave DP: urządzenie z we/wy analogowymi, dwustanowymi

Obok zdolności przesyłowej o wartości użytkowej danej sieci decydują także łatwość instalowania i serwisu, dobre rozwiązania diagnostyki i spełnienie roznorodnych wymagań użytkowników. Wersja DP może stanowić przykład korzystnej kombinacji tych cech

Ponieważ wymiana danych na najniższym poziomie ma z reguły charakter cykliczny, w ten sposób, że sterownik centralny (stacja master) odczytuje dane z urządzeń slave i wysyła do nich informacje wyjściowe, to kluczowym wymaganiem jest jak najkrótszy czas cyklu magistrali. Przykładowo sieć PROFIBUS-DP potrzebuje na cykl przekazu 512 bitów informacji wejściowej i 512 bitów informacji wyjściowej rozmieszczonych w 32 stacjach zaledwie ok. 1 ms, przy szybkości transmisji 12 Mbit/s. Tak dobre rezultaty spełniają najostrzejsze wymagania na systemy o krótkim czasie reakcji. Szczególnie wprowadzenie szybkości transmisji 12 Mbit/s umożliwiło zasadnicze zwiększenie wydajności sieci.

Rozwinięte funkcje diagnostyczne w PROFIBUS-DP pozwalają na bardzo szybką lokalizację usterek. Przesyłki diagnostyczne są transmitowane magistralą i zbierane w stacji master. Przesyłki te dotyczą trzech poziomów:

- diagnostyki stacji; przesyłki na tym poziomie dotyczą ogólnego statusu całej stacji, np. przekroczenia temperatury, usterki zasilania,
- diagnostyki modułu; przesyłki tego poziomu wskazują błąd w obrębie wskazanego modułu stacji,
- diagnostyka kanału; przesyłka wskazuje na uszkodzenie czy błąd w pojedynczym obwodzie wejściowym czy wyjściowym.

## 5.2. Konfiguracje sieci i typy urządzeń

W wersji PROFIBUS-DP można konfigurować sieci z jedną lub z wielu stacjami master. Łącznie dopuszcza się dołączenie do 126 stacji master i slave do sieci. Opis konfiguracji sieci zawiera: liczbę stacji, przyporządkowanie między adresami stacji a adresami we/wy, typy danych, formaty przesyłek diagnostycznych i parametry magistrali. W wersji PROFIBUS-DP występują trzy główne typy urządzeń:

**DP-Master Class 1 (DPM1)** Ten typ stacji stosuje się jako sterownik centralny, który wymienia informacje ze stacjami slave, z reguły w zadanym cyklu. Typowymi urządzeniami DPM1 są sterowniki programowalne PLC, sterowniki numeryczne CNC, sterowniki robotów RC, zestawy komputerowe PC lub VME.

**DP-Master Class 2 (DPM 2)** Do stacji tego typu zaliczają się programatory, urządzenia do konfigurowania i diagnostyki oraz panele operatorskie. W szczególności stacja DPM 2 jest niezbędna do uruchamiania systemu, w celu zadawania i wprowadzenia konfiguracji systemu, a w czasie pracy systemu dla potrzeb operacyjnych i monitoringu.

**DP-Slave** Stacja slave jest urządzeniem oddalonym, obiektowym, które zbiera informacje wejściowe i wydaje informacje wyjściowe. Stosuje się także urządzenia o funkcjach tylko wejścia lub tylko wyjścia. Najczęściej wejścia i wyjścia stosują standardowe sygnały obiektowe. Liczba sygnałów jest ograniczona sprzętowo do 246 bajtów informacji wejściowej i 246 bajtów informacji wyjściowej. W niektórych produktach występuje silniejsze ograniczenie do 32 bajtów wejść i tyluż bajtów wyjść.

W sieci z jedną stacją master tylko jedna stacja, np. sterownik PLC, jest aktywna. Jest ona jedynym urządzeniem centralnym, sterującym. Taka konfiguracja zapewnia najkrótszy czas cyklu przekazu danych.

W sieci z wieloma stacjami master dzielą one między sobą zadania komunikacyjne i czas dostępu do magistrali. W rezultacie czas cyklu przekazu danych i obsługi wszystkich stacji slave jest dłuższy. Każda stacja master typu DPM1 tworzy odrębny podsystem wraz ze stacjami slave podporządkowanymi jej w czasie konfigurowania sieci. Tylko taka, nadrzędna stacja master ma dostęp do sterowania wyjściami przyporządkowanymi jej stacjom slave. Natomiast odczytywać stany wejść i wyjść może każda ze stacji master.

### 5.3. Pliki baz danych urządzeń (GSD)

Urządzenia sieci PROFIBUS mają bardzo zróżnicowane charakterystyki techniczne. Dotyczy to ich funkcji, liczby i rodzaju obsługiwanych sygnałów obiektowych, metod i komunikatów diagnostycznych, jak też parametrów magistrali. Są one różne dla różnych typów produktów, jak i zależą od producentów. Zazwyczaj parametry wyrobów są podawane w dokumentacjach technicznych.

W celu zapewnienia łatwego konfigurowania otwartych systemów PROFIBUS, charakterystyki techniczne produktów są rejestrowane elektronicznie jako pliki bazy danych urządzeń, w skrócie pliki GSD. Mają one standardową formę, co pozwala dokonywać integracji systemu z wyrobów różnych dostawców za pomocą techniki komputerowej. Narzędzia programowe do konfiguracji operujące na plikach GSD czynią proces projektowania łatwym i przyjaznym dla użytkownika.

Pliki GSD zawierają jasne i porównywalne opisy charakterystyk urządzeń, zapisane w precyzyjnie zdefiniowanym formacie. Pliki są przygotowywane przez wytwórcę do każdego typu urządzenia. Standaryzowany format opisu umożliwia komputerowe przetwarzanie danych w toku konfigurowania systemów. Przy projektowaniu uzyskuje się znaczne oszczędności czasu, eliminowane są pracochłonne poszukiwania danych w dokumentacjach technicznych. Nadto następuje automatyczne sprawdzanie zgodności i kompletności danych w zestawianym systemie.

Plik GSD dzieli się na trzy części:

- specyfikację ogólną, która zawiera nazwy producenta i wyrobu, uwarunkowania sprzętowe i programowe, szybkość transmisji, zakres interwałów obsługi i przyporządkowanie sygnałów na złączach,
- specyfikację master, która zawiera wszystkie parametry odnoszące się do stacji master DP, m.inn. maksymalną liczbę obsługiwanych stacji slave, pojemność ładowanych programów,
- specyfikację slave, która zawiera dane stacji slave, tzn. liczbę i typy kanałów we/wy, charakterystyki testów diagnostycznych, formaty danych.

Organizacja użytkowników PNO dostarcza edytor do przygotowywania plików GSD, zapewniający ich przygotowanie zgodne ze standardem. Pliki GSD wszystkich urządzeń wersji PROFIBUS-DP sprawdzonych już na zgodność ze standardem PROFIBUS są dostępne w sieci Internet, w serwerze organizacji PNO.

### 5.4. Profile aplikacji PROFIBUS-DP

Protokół komunikacyjny sieci PROFIBUS-DP, jak każdy protokół sieciowy, definiuje sposób transmisji danych po magistrali, między stacjami - urządzeniami DP. Protokół nie ingeruje w dane użytkowe, nie określa sposobu ich wykorzystania przez urządzenia.

Czynią to natomiast profile aplikacyjne PROFIBUS-DP. Są one dodatkowym składnikiem standardu PROFIBUS. Ustalają znaczenia i formaty danych użytkowych, określają precyzyjnie jednolite dla wszystkich urządzeń (różnych dostawców) wykorzystanie danych. Stosowanie profili daje znaczne oszczędności pracochłonności na wszystkich etapach procesu projektowania, uruchamiania i eksploatacji systemów. Ponadto wykorzystanie profili pozwala na wymianę, bądź równoległe, zamienne, stosowanie wyrobów różnych producentów, w sposób niezauważalny przez operatora procesu. Można zatem uznać wprowadzanie profili aplikacyjnych za pełniejsze zrealizowanie postulatu otwartości systemu, nie tylko na poziomie komunikacji, ale także inteligentnych urządzeń obiektowych i ich oprogramowania.

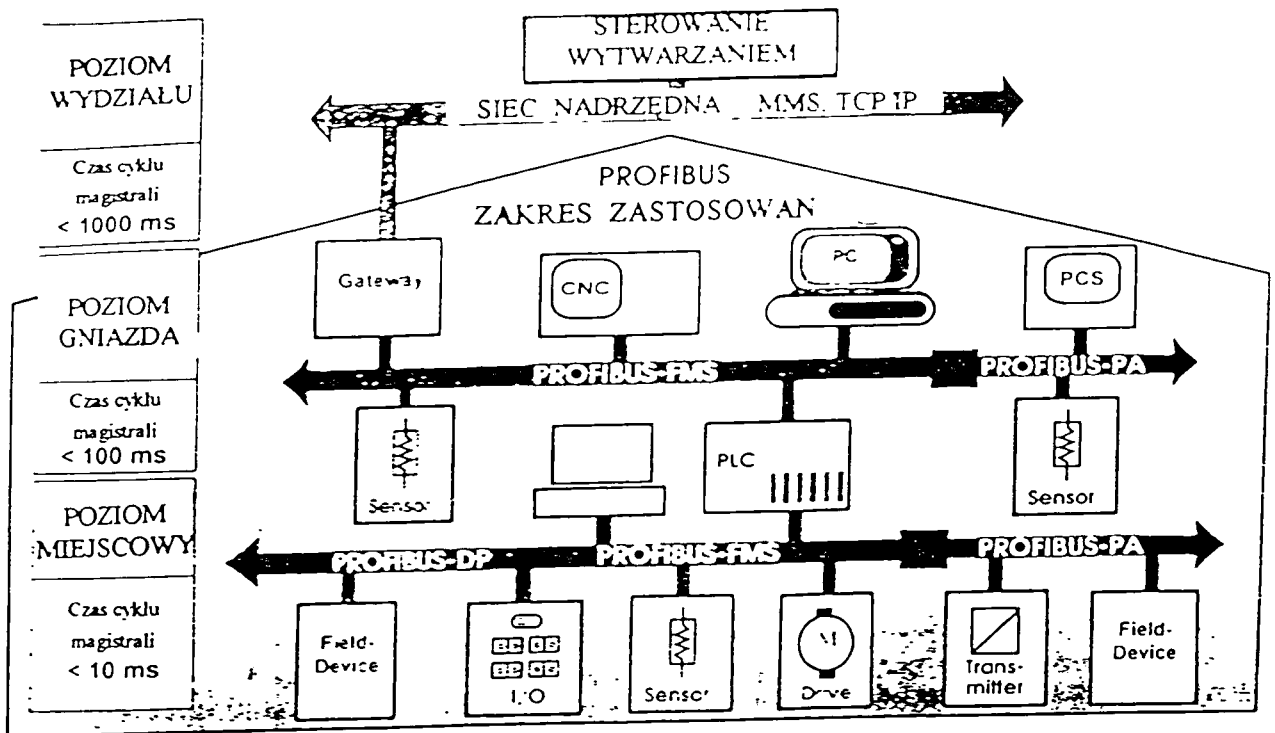
Dotychczas opracowano i opublikowano następujące profile aplikacyjne PROFIBUS-DP.

**NC/RC Profile (3.052)** - profil aplikacyjny dla sterowników obrabiarek NC i robotów. Profil określa sposób sterowania tych urządzeń, w tym manipulatorów i robotów montażowych, za pośrednictwem PROFIBUS-DP. Profil wykorzystuje diagramy sekwencyjne, ruchy osi, sterowanie programowane. Opisuje działanie z punktu widzenia wyższego szczebla sterowania.

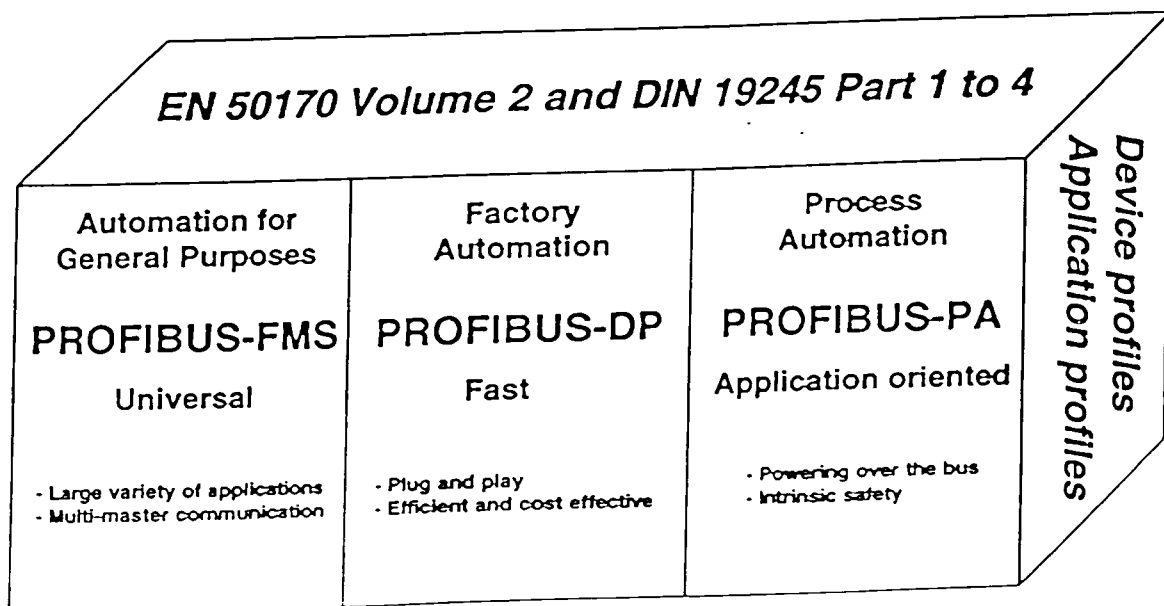
**Encoder Profile (3.062)** - profil aplikacyjny dla urządzeń kodujących położenie. Profil określa sposób dołączenia kodowników obrotowych (jedno i wieloobrotowych), kątowych i liniowych. Definiowane są dane podstawowe, skalowanie, obsługa przerw, diagnostyka.

**Variable-Speed Drive Profile (3.071)** - profil aplikacyjny dla napędów, został opracowany wspólnie przez firmy wiodące w technologii napędów. Określa specyfikacje w zakresie regulacji prędkości obrotowej i pozycjonowania, w tym sposoby parametryzacji napędów, przekazywania nastaw i wartości chwilowych.

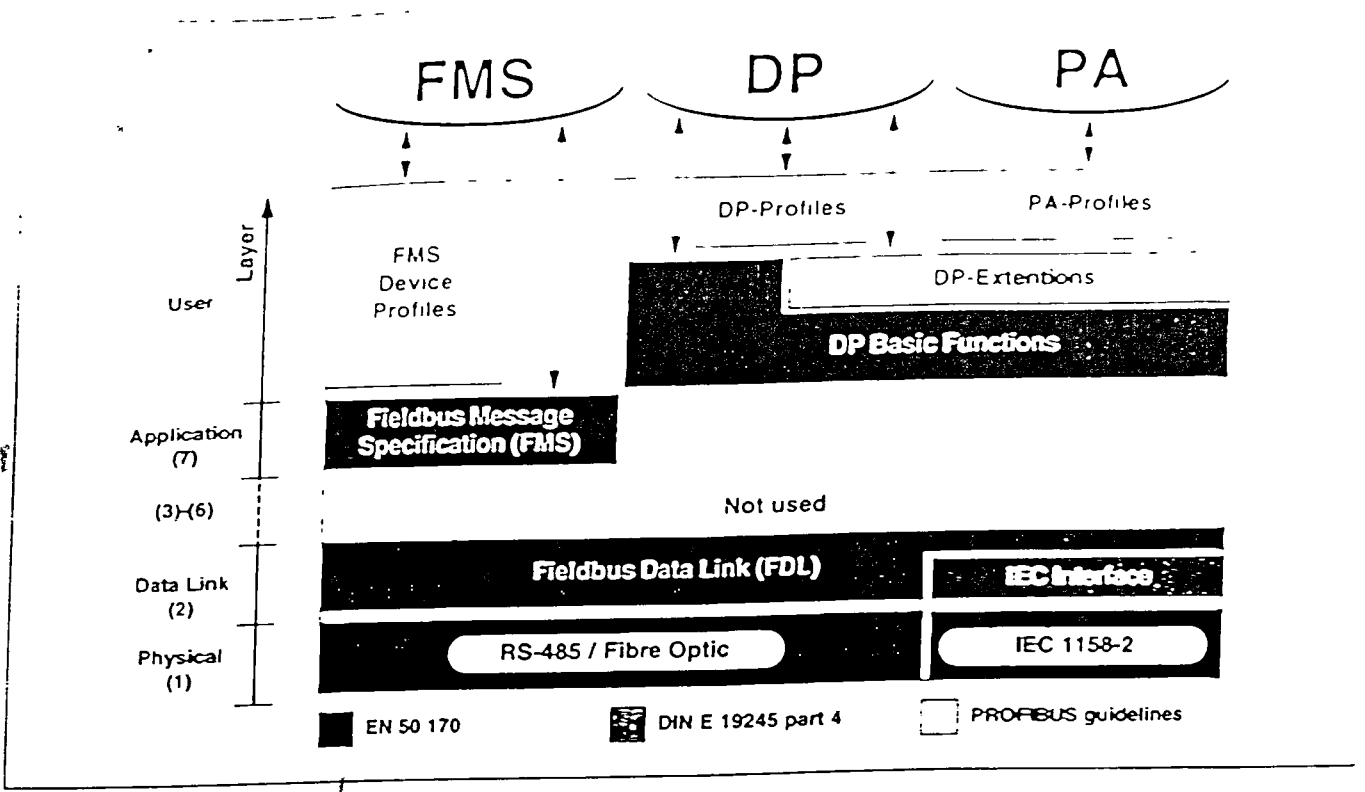
W przygotowywaniu jest profil aplikacyjny dla monitorowania i sterowania operatorskiego procesami produkcyjnymi. Profil określi powiązanie obiektowych monitorów i paneli operatorskich z nadrzędnym szczeblem sterowania za pomocą sieci PROFIBUS-DP.



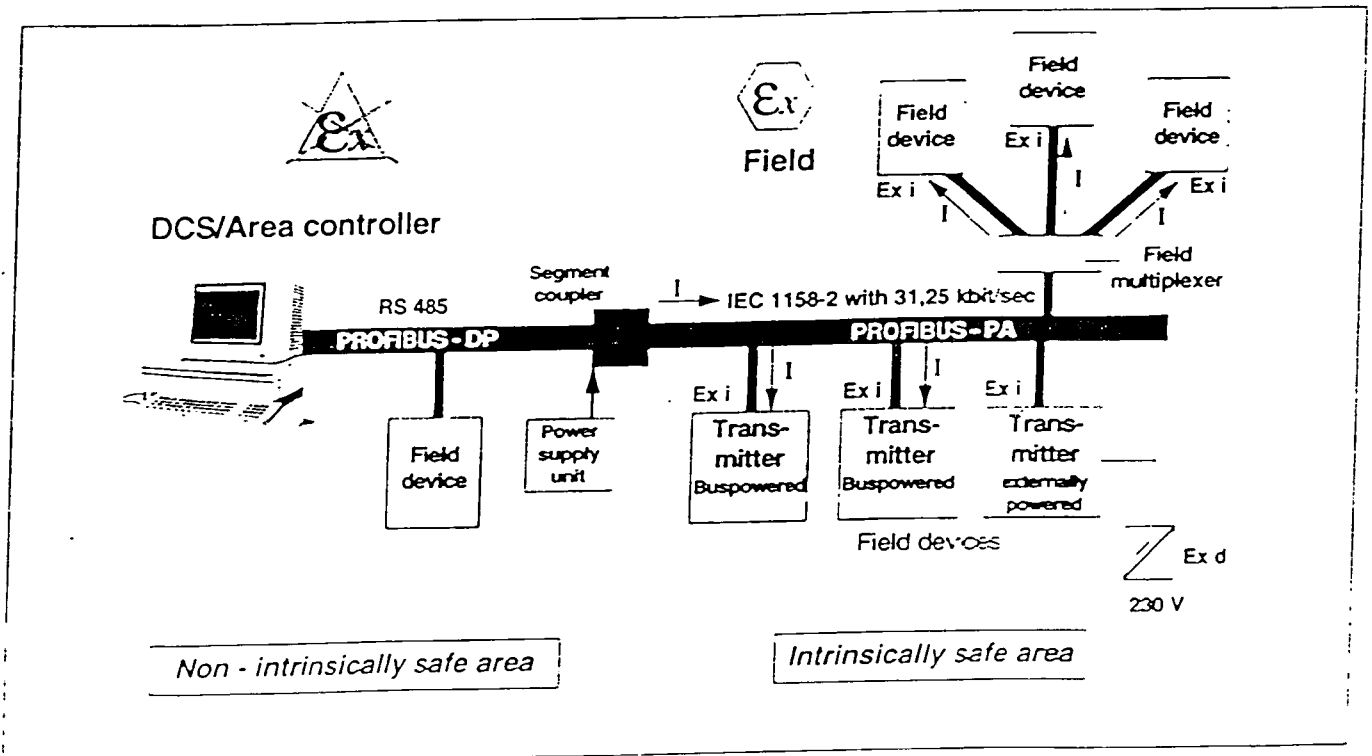
Rys. 1. Ogólny zakres zastosowań trzech wersji sieci PROFIBUS



rys. 2. Charakterystyka wersji sieci PROFIBUS



Rys. 3. Architektura protokołu PROFIBUS



Rys. 4. Typowa konfiguracja do automatyzacji procesów produkcyjnych

## PROJEKT BADAWCZY ZAMAWIANY PBZ-31-05

**"Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania"**

### ZESTAW PODRĘCZNIKÓW

1. Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania" - omówienie rezultatów, przegląd podręczników	stron 27
2. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zintegrowanego wytwarzania w technologiach mechanicznych	stron 208
3. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zautomatyzowanego wytwarzania, część II - w zakresie innych technologii	stron 133
4. Sieci komunikacyjne w zastosowaniach przemysłowych - zagadnienia systemowe	stron 230
5. Stan normalizacji składników sieci integrujących automatyzację wytwarzania	stron 81
6. Przemysłowe sieci lokalne	stron 86
7. Sieć PROFIBUS	stron 132
8. System InterBus-S	stron 115
9. Sieć miejscowa LonWorks	stron 238
10. Katalog wyników Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-31-05	stron 147

Zestaw podręczników zawiera podsumowanie rezultatów projektu, zebraną syntetyczną wiedzę o przemysłowych systemach komunikacyjnych. Podręczniki są przeznaczone do szerokiego rozpowszechniania rezultatów projektu, głównie wśród pracowników przedsiębiorstw przemysłowych, jak też studentów.

Tom pierwszy jest przewodnikiem po całości rezultatów Projektu. Następne cztery tomy zawierają ogólną wiedzę dotyczącą systemów zintegrowanego wytwarzania, jak też różnych rodzajów sieci i systemów komunikacyjnych stosowanych w przemyśle. W tomach 2. i 3. omawia się struktury i elementy funkcjonalne systemów zintegrowanego wytwarzania w zakresie poszczególnych technologii wytwarzania. Tom 4. jest podręcznikiem o sieciach komunikacyjnych stosowanych w przemyśle. Wreszcie tom 5. omawia stan normalizacji sieci stosowanych w przedsiębiorstwach przemysłowych.

Dalszą część zestawu stanowią podręczniki monograficzne poszczególnych standardów sieci wybranych w ramach projektu. Zawierają wiedzę o rodzajach i standardach sieci wybranych w Projekcie i zalecanych do stosowania w przemyśle krajowym. Są to przemysłowe sieci lokalne (tom 6.), sieć PROFIBUS (tom 7.), sieć miejscowa LonWorks (tom 8.) i sieć miejscowa InterBus-S (tom 9.).

Ostatni tom, 10. - Katalog wyników Projektu Badawczego Zamawianego zawiera charakterystykę wykonanych w Projekcie instalacji badawczych i pilotażowych, oprogramowanie rozpoznane w Projekcie i listę dostawców produktów sieciowych.



# PIAP

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Tadeusz Missala  
Wiesław Stańczak  
Andrzej Syrczyński**

pod redakcją **Andrzeja Syrczyńskiego**

## **OMÓWIENIE REZULTATÓW PROJEKTU PRZEGLĄD PODRĘCZNIKÓW**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05

"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM I

Warszawa 1998

**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Edward Chlebus  
Adam Jednoróg  
Zbigniew Smalec**

pod redakcją Edwarda Chlebusa

**STRUKTURA I ELEMENTY FUNKCJONALNE  
SYSTEMÓW ZINTEGROWANEGO WYTWARZANIA  
W TECHNOLOGIACH MECHANICZNYCH**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05  
"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM 2

Warszawa 1998

134

**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Tadeusz Missala**

**STRUKTURA I ELEMENTY FUNKCJONALNE  
SYSTEMÓW ZINTEGROWANEGO WYTWARZANIA  
CZĘŚĆ II - W ZAKRESIE INNYCH TECHNOLOGII**

**opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05**

**"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"**

**Podręczniki  
TOM 3**

**Warszawa 1998**

# PIAP

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

Krzysztof Skura (red.)  
Zbigniew Smalec (red.)  
Mariusz Mrzyglód  
Jacek Reiner  
Piotr Trzciniński

## **SIECI KOMUNIKACYJNE W ZASTOSOWANIACH PRZEMYSŁOWYCH - ZAGADNIENIA SYSTEMOWE**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05  
"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM 4

Warszawa 1998

136

**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Tadeusz Missala**

**STAN NORMALIZACJI  
SKŁADNIKÓW SIECI INTEGRUJĄCYCH  
AUTOMATYZACJĘ WYTWARZANIA**

**opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05**

**"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"**

**Podręczniki  
TOM 5**

**Warszawa 1998**

**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Wiesław Stańczak**

**PRZEMYSŁOWE SIECI LOKALNE**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05  
"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM 6

Warszawa 1998

**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Andrzej Syrczyński**

**SIEĆ PROFIBUS**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05  
"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM 7

Warszawa 1998

**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Krzysztof Skura  
Zbigniew Smalec**

**SYSTEMY KOMUNIKACYJNE  
W AUTOMATYZACJI PROCESÓW  
WYTWARZANIA**

**SYSTEM INTERBUS-S**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05

"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM 8

Warszawa 1998

1110



**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Tadeusz Goszczyński**

**SIEĆ MIEJSCOWA LonWorks**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05

"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM 9

Warszawa 1998

*MA*

**PIAP**

Przemysłowy Instytut  
Automatyki i Pomiarów  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa

**Zespół realizatorów ITMiA Politechniki  
Wrocławskiej  
Zespół realizatorów PIAP**

pod redakcją Wiesława Stańczaka

**KATALOG WYNIKÓW  
PROJEKTU BADAWCZEGO PBZ-31-05**

**WYKONANE INSTALACJE,  
ROZPOZNANE  
OPROGRAMOWANIA I DOSTAWCY**

opracowano w ramach Projektu Badawczego Zamawianego  
Nr PBZ-31-05

"Sieciowe systemy komunikacyjne  
integrujące automatyzację wytwarzania"

Podręczniki  
TOM 10

Warszawa 1998

142

## Załącznik 6

Sz. Pan Henryk Kamiński  
Dyrektor Departamentu Polityki Przemysłowej  
Ministerstwa Gospodarki  
Plac Trzech Krzyży 3/5  
Warszawa

dotyczy: PBZ 31-05

6.03.1998 r

W związku z zakończeniem Projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania", którego zamawiającym było Ministerstwo Przemysłu i Handlu, zwracamy się o umożliwienie jak najszybszego rozpoczęcia wdrażania rezultatów projektu, poprzez sfinansowanie kosztów rozpowszechniania i promocji tych rezultatów.

Najpilniejszym ze wszystkich zadań jest wydanie drukiem kompletu 10 podręczników zawierających zebrane rezultaty projektu. Łącznie liczą one 1400 stron. Do pierwszego etapu promocji rezultatów projektu i podjęcia szkoleń przewidujemy konieczność nakładu 600 egzemplarzy. Według aktualnych cen koszty wydania podręczników, o jakie występujemy wyniosą w przybliżeniu 75.000 zł.

Zasadniczym celem projektu badawczego zamawianego PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania" było wykonanie badań i wyboru otwartych systemów komunikacyjnych do potrzeb krajowych przedsiębiorstw przemysłowych, jak również opracowanie metod projektowania struktur i metodyki wdrażania, na przykładzie rozwiązań pilotowych.

Projekt został zrealizowany w latach 1995 - 1997 przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP w Warszawie jako Wykonawcę i Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji (ITMiA) Politechniki Wrocławskiej jako Głównego Współwykonawcę. Ponadto współwykonawcami powierzonych zadań badawczych projektu byli, ze strony PIAP: Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej (IAiIS PW), Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach (IITiS PAN) oraz Wydziałowy Zakład Informatyki przy Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej.

Termin zakończenia projektu - 30 listopada 1997 r. został dotrzymany; raport końcowy złożono Wnioskodawcy, a następnie w wymaganym terminie 60 dni od zakończenia, Wnioskodawca w dniu 29 stycznia 1998 r. przekazał raport wraz z rezultatami projektu i protokołem swojej oceny do Komitetu Badań Naukowych. Obecnie trwa recenzowanie rezultatów przez KBN.

Rezultaty projektu pozwolą Wnioskodawcy i instytucjom które powoła do wdrażania, jak też bezpośrednio zainteresowanym przedsiębiorstwom przemysłowym zyskać aktualne i pełne rozeznanie w trudnej i szybko rozwijającej się dziedzinie

143

technicznych środków integracji wytwarzania. Umożliwi to prawidłowe decydowanie o wyborze promowanych kierunków postępu technologii, jak i wyborze konkretnych rozwiązań.

Rezultaty projektu zawierają rozwiązania następujących praktycznych zagadnień:

- Dokonano pełnego i wszechstronnego przeglądu rozwiązań otwartych sieciowych systemów komunikacyjnych stosowanych w przemyśle, w obszarach sterowania procesami wytwórczymi (z uwzględnieniem poziomów hierarchii), jak też w obszarach przygotowania, planowania i zarządzania produkcją.
- Zebrano informacje i dokonano analiz przemysłowych systemów sieciowych, jak też stosowanych produktów sprzętowych i programowych.
- Dokonano wyboru systemów i rozwiązań najodpowiedniejszych do potrzeb krajowych przedsiębiorstw przemysłowych, także z uwzględnieniem charakteru procesów wytwórczych - szybkozmiennych, wolnozmiennych, w środowiskach zagrożonych wybuchem.
- Podano opisy struktury otwartego sieciowego systemu komunikacyjnego, zestawiono wymagania techniczne, funkcjonalne i eksploatacyjne.
- Opracowano wzorcowe projekty sieci komunikacyjnych, wraz z wyborem sprzętu i oprogramowania.
- Przeprowadzono analizę i badania zagadnień integracji sieci różnych poziomów i różnych standardów; skompletowano (po części opracowano oryginalne) składniki integrujące: bramy, mosty, rutery, wraz z oprogramowaniami.
- Zaprojektowano, zestawiono, uruchomiono pilotażowo-badawcze instalacje CIM, będące reprezentatywnymi realizacjami wzorcowych otwartych sieci komunikacyjnych, jak też propozycjami rozwiązań umożliwiającymi integrację sprzętu i oprogramowania różnych producentów w ramach otwartego systemu komunikacji.
- Wybrane, następnie zbudowane instalacje sieciowe wyposażono w oprogramowania komunikacyjne wszystkich warstw, programowe interfejsy aplikacyjne (API), systemy oprogramowań użytkowych, jak też wyposażenie eksploatacyjne - monitory sieciowe i oprogramowanie testowe. W oprogramowaniach interfejsów aplikacyjnych wykorzystano przede wszystkim protokoły MMS i FTAM.
- Opracowano metodologię badań, przeprowadzono badania wszystkich zbudowanych instalacji, w celu weryfikacji wybranych rozwiązań i sprawdzenia funkcjonalności, parametrów komunikacyjnych, zgodności ze standardami, współpracy wzajemnej urządzeń i oprogramowań, odporności na oddziaływania środowiska przemysłowego.
- Dokonano przeglądu stanu normalizacji przemysłowych systemów komunikacyjnych, wykorzystano wymagania normalizacyjne przy wyborze rozwiązań i produktów.
- Do wybranych rozwiązań systemów komunikacyjnych rozpoznano i praktycznie sprawdzono metodologię projektowania, konfigurowania, uruchamiania i testowania. Zakupiono i sprawdzono oprogramowania wspomagające powyższe procesy. Opracowano odpowiednie podręczniki.

AMH

W wyniku realizacji projektu powstały następujące trwałe, udokumentowane rezultaty, które Wnioskodawca będzie mógł wykorzystać do upowszechniania i wdrażania sieciowych systemów komunikacyjnych integrujących wytwarzanie:

**Zestaw podręczników** (złożony z 10 tomów), zawierający podsumowanie rezultatów projektu, zebraną syntetyczną wiedzę o przemysłowych systemach komunikacyjnych. Część zestawu stanowią podręczniki monograficzne poszczególnych standardów sieci wybranych w ramach projektu. Podręczniki są przeznaczone do szerokiego rozpowszechniania rezultatów projektu, głównie wśród pracowników przedsiębiorstw przemysłowych, jak też studentów.

Zestaw podręczników obejmuje następujące tytuły:

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05 "Sieciowe systemy komunikacyjne integrujące automatyzację wytwarzania" - omówienie rezultatów, przegląd podręczników | stron 27  |
| 2. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zintegrowanego wytwarzania w technologiach mechanicznych   | stron 208 |
| 3. Struktura i elementy funkcjonalne systemów zautomatyzowanego wytwarzania, część II - w zakresie innych technologii  | stron 133 |
| 4. Sieci komunikacyjne w zastosowaniach przemysłowych - zagadnienia systemowe  | stron 230 |
| 5. Stan normalizacji składników sieci integrujących automatyzację wytwarzania  | stron 81  |
| 6. Przemysłowe sieci lokalne   | stron 86  |
| 7. Sieć PROFIBUS   | stron 132 |
| 8. System InterBus-S   | stron 115 |
| 9. Sieć miejscowa LonWorks   | stron 238 |
| 10. Katalog wyników Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-31-05  | stron 147 |

Tom pierwszy jest przewodnikiem po całości rezultatów Projektu. Następne cztery tomy zawierają ogólną wiedzę dotyczącą systemów zintegrowanego wytwarzania, jak też różnych rodzajów sieci i systemów komunikacyjnych stosowanych w przemyśle. W tomach 2. i 3. omawia się struktury i elementy funkcjonalne systemów zintegrowanego wytwarzania w zakresie poszczególnych technologii wytwarzania. Tom 4. jest podręcznikiem o sieciach komunikacyjnych stosowanych w przemyśle. Wreszcie tom 5. omawia stan normalizacji sieci stosowanych w przedsiębiorstwach przemysłowych.

Dalsze cztery tomy zawierają wiedzę o rodzajach i standardach sieci wybranych w Projekcie i zalecanych do stosowania w przemyśle krajowym. Są to przemysłowe sieci lokalne (tom 6.), sieć PROFIBUS (tom 7.), sieć miejscowa LonWorks (tom 8.) i sieć miejscowa InterBus-S (tom 9.).

Ostatni tom, 10. - Katalog wyników Projektu Badawczego Zamawianego zawiera charakterystykę wykonanych w Projekcie instalacji badawczych i pilotażowych, oprogramowanie rozpoznane w Projekcie i listę dostawców produktów sieciowych.

**Raporty** z realizacji poszczególnych zadań projektu, oraz sprawozdania z realizacji kolejnych etapów umów o prace naukowo-badawcze zawartych ze

współwykonawcami. Dokumentacje te zawierają obszerne opracowania i analizy poszczególnych tematów, jak też sprawozdania z przeprowadzonych badań obejmujące metodologię, wyniki badań i ocenę rezultatów. Wykaz raportów i sprawozdań jest zamieszczony w tomie 1 zestawu podręczników. Ponadto w tymże tomie 1. w rozdz. 6. zamieszczono alfabetyczny indeks najważniejszych opracowanych tematów;

**Wzorcowe instalacje pilotażowo-badawcze**, zgrupowane w laboratoriach stanowiących zaczątki centrów nowych technologii (*Competence Center*) które znajdują się w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyki Politechniki Wrocławskiej, w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów w Warszawie i w Instytucie Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej. Te trzy instytucje mają obecnie kompetencje naukowo-techniczne i wyposażenie umożliwiające prowadzenie działalności szkoleniowej i promocyjnej zmierzającej do upowszechnienia wiedzy dotyczącej integracji procesów wytwarzania za pomocą otwartych sieciowych systemów komunikacji. Wykaz i charakterystykę instalacji zamieszczono w tomie 10. zestawu podręczników. Ponadto Wydziałowy Zakład Informatyki Politechniki Wrocławskiej będzie mógł wdrażać rezultaty projektu w zakresie architektury i projektowania sieci nadrzędnych CIM, zaś Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach w zakresie bezprzewodowych (radiowych) segmentów sieci przemysłowych, jak też doboru i konfigurowania sieci biurowych i przemysłowych, lokalnych i rozległych, a szczególnie sieci stosujących protokół FTAM.

Na podstawie uzyskanych rezultatów projektu można zaproponować następujące kierunki prac wdrożeniowych i omówić ich uwarunkowania.

(I) Przewidujemy prowadzenie jak najszerszej prezentacji rezultatów projektu na seminariach, targach, wystawach. Z taką promocją związane jest opracowanie i wydanie materiałów informacyjnych. Zwrócimy się o pokrycie przynajmniej części kosztów akcji promocyjnej przez Wnioskodawcę.

(II) Dalsze proponowane działania to zorganizowanie szkoleń i ich prowadzenie na zasadach komercyjnych przez instytucje które wykonywały projekt. Ważną pomocą ze strony Wnioskodawcy projektu, o którą prosimy, może być autoryzacja szkoleń i achęcanie podmiotów gospodarczych do udziału w szkoleniach.

(III) Najważniejsze będą działania bezpośrednie w zakładach przemysłowych zespołów, które zrealizowały projekt. Obejmą one praktyczne wdrażanie rozwiązań sieciowych integrujących wytwarzanie, jak też modernizację produktów - maszyn, aparatury pomiarowej i sterującej przez implementację interfejsów sieciowych. Takie zmodernizowane urządzenia produkcyjne będą się wzajemnie komunikować, korzystając z sieci przemysłowych. Ze względu na wchodzące tu problemy kosztów inwestycyjnych, podstawowe znaczenie będą miały uwarunkowania ekonomiczne. Liczymy na wypracowanie przez Wnioskodawcę zróżnicowanego systemu wspomagania podmiotów gospodarczych przez Agencję Techniki i Technologii oraz przez Agencję Rozwoju Przemysłu. Wdrażanie nowych wysokich technologii, które są przedmiotem projektu PBZ-31-05, jest w pełni zgodne z celami statutowymi tych agencji. Na system wspomagania mogłyby się złożyć kredyty preferencyjne, poręczenia kredytowe, preferencje podatkowe.

Bardzo liczymy na udzielenie pomocy przez Wnioskodawcę projektu w działaniach wdrożeniowych m.inn. przez nadanie tej tematyce preferencji. Decyzja Ministerstwa Gospodarki o wspieraniu działań modernizacyjnych jest bardzo potrzebna do prowadzenia rozmów z przemysłem.

Pragniemy powiadomić, iż już w toku realizacji projektu podjęto pierwsze ograniczone działania wdrażające, o niskich kosztach, zmierzające do upowszechniania wiedzy dotyczącej integracji procesów wytwarzania za pomocą otwartych sieciowych systemów komunikacji, poprzez publikacje i referaty na konferencjach oraz seminaria. Główny współwykonawca projektu Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji (ITMiA) Politechniki Wrocławskiej zorganizował Konferencję "Automatyzacja produkcji'97 - Innowacje w technice i zarządzaniu" w listopadzie 1997 r. we Wrocławiu.

W najbliższym czasie odbędą się dalsze imprezy promocyjne. Na IV Międzynarodowych Targach Automatyki i Pomiarów AUTOMATICON'98, organizowanych przez PIAP będzie wspólna ekspozycja rezultatów projektu przedstawianych przez PIAP i ITMiA. Będą prezentowane powiązane ze sobą segmenty kilku przemysłowych sieci miejscowych i lokalnych. Na tych Targach będą wygłoszone referaty techniczne nawiązujące do rezultatów projektu.

Na równoległe z Targami odbywającej się Konferencji Naukowo-Technicznej AUTOMATION'98 będzie przedstawionych 7 referatów o tematyce sieci przemysłowych. Także w marcu, 24-tego, PIAP organizuje seminarium prezentujące rezultaty projektu.

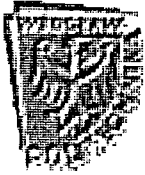
Ważnym działaniem wdrażającym rezultaty projektu jest wprowadzanie tematyki projektu do programów zajęć dydaktycznych na trzech uczelniach które współpracowały przy wykonywaniu PBZ.

W zakresie wdrażania wyników projektu do automatyzacji budynków, gdzie wprowadzanie zdecentralizowanych systemów pomiarowo-kontrolnych korzystających z sieci miejscowych jest warunkiem oszczędnej gospodarki energią, nawiązano kontakty merytoryczne z Krajową Agencją Poszanowania Energii S.A. PIAP jest jednym z 13 sygnatariuszy Porozumienia wstępnego w sprawie zawarcia umowy konsorcjum - Otwarte Systemy Automatyki, tworzonego przez KAPE S.A.

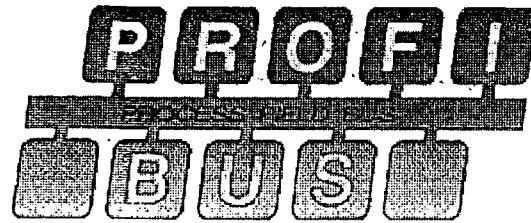
Jesteśmy przekonani, że pierwszym, najpilniejszym krokiem warunkującym dalsze działania wdrożeniowe powinno być wydanie drukiem opracowanych podręczników; gdyż są one niezbędne do szkoleń, jak i bezpośrednich działań promocyjnych i wdrożeniowych w zakładach. Dlatego zwracamy się do Pana Dyrektora z prośbą o sfinansowanie przez Ministerstwo Gospodarki wydawnictwa, w kwocie wymienionej w pierwszej części niniejszego pisma.

Z wyrazami szacunku

147



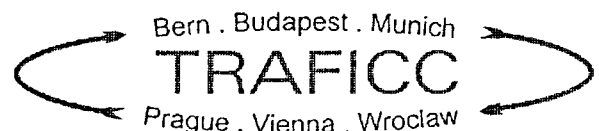
**Politechnika Wroclawska**  
**Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji**  
**Ośrodek szkolenia i kompetencji sieci *Fieldbus***



Badania sieci PROFIBUS oraz jej wykorzystanie dla automatyzacji wytwarzania, w Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji, Politechniki Wrocławskiej, rozpoczęto w ramach projektu badawczego zamawianego (PBZ-3105) „**Sieciowe Systemy Komunikacyjne Integrujące Automatykację Wytwarzania**” finansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Aktualnie, kontynuację tematyki stanowi międzynarodowy projekt INCO/Copernicus „**Transferring European Fieldbus Technology to Countries of Central Europe**”, którego celem jest rozpowszechnienie technologii sieci miejscowych Fieldbus. W projekcie uczestniczą partnerzy z Niemiec, Austrii i Szwajcarii posiadający już podobne centra kompetencji oraz partnerzy z Czech i Węgier. Instalacja pilotażowa sieci PROFIBUS we Wrocławiu łączy ponad 25 węzłów sieci PROFIBUS (DP i FMS) i obejmuje sterowniki PLC, moduły wejść i wyjść, falowniki, karty komputerów PC i HP-UX, monitory sieci, przyłącza światłowodowe oraz oprogramowanie sieciowe. Produkty te, mimo że pochodzą od wielu różnych producentów: Applicom, ComSoft, FZI, Hilscher, Lenze, Mitsubishi, PEP Modular Computers, SAIA, Schleicher, SIEMENS oraz Softing, współpracują ze sobą !!!

**Ośrodek Szkolenia i Kompetencji Sieci Fieldbus** oferuje: testowanie urządzeń sieciowych, pomoc techniczną przy projektowaniu, konfiguracji i uruchamianiu sieci. Prowadzi szkolenia i kursy przybliżające nowoczesne technologie dla automatyki np. systemy sterowania rozproszonego.

Kontakt: **mgr inż. J. Reiner,**  
**mgr inż. M. Mrzygłód, mgr inż. P. Trzeciński**  
 Politechnika Wroclawska  
 Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji  
 Łukasiewicza 3/5; 50-371 Wrocław  
 tel. 071 – 320 28 22, fax: 071 – 328 06 70  
 e-mail: [traficc@itma.pwr.wroc.pl](mailto:traficc@itma.pwr.wroc.pl)  
<http://www.itma.pwr.wroc.pl/traficc>







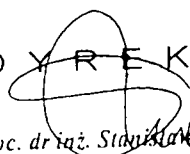
02-486 Warszawa, Al. Jerozolimskie 20

Sz. Pan mgr inż. Jan Binda  
Ministerstwo Gospodarki  
Departament Polityki Przemysłowej  
Fax. 628 55 20

1998.01.28

## Restrukturyzacja przemysłu automatyki i pomiarów

Lp.	Zadanie	Przewidywany wykonawca	Koszt w zł	Dofinansowanie ze środków DOT w zł.
1.	Analiza i ocena stanu przedsiębiorców (podmiotów gospodarczych) przemysłu automatyki i pomiarów, w szczególności w zakresie struktury własnościowej, asortymentu produktów i usług, rynków zbytu, konkurencyjności, planów i możliwości rozwoju.	Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP	165.000	165.000
2.	Instalacja sieci miejscowych w obszarze wytwarzania wybranych zakładów przemysłu przetwórczego-szkolenia, wybór obiektów. opracowanie założeń projektowych.	PIAP + zainteresowane zakłady	340.000	250.000
3.	Wprowadzenie interfejsów sieciowych do krajowych urządzeń automatyki i pomiarów - opracowanie programu modernizacji wyrobów.	PIAP + producenci urządzeń automatyki i pomiarów	190.000	120.000

D Y R E K T O R  
  
 doc. dr inż. Stanisław Kaczanowski  
 (1)

149



02-486 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202  
Sz. Pan mgr inż. Jan Binda  
Ministerstwo Gospodarki  
Departament Polityki Przemysłowej  
faks. 628 55 20

1998.03.02

## Restrukturyzacja przemysłu automatyki i pomiarów

Lp.	Zadanie	Przewidywany wykonawca	Koszt w zł	Dofinans. ze środków DOT w zł
1.	Analiza i ocena stanu przedsiębiorców (podmiotów gospodarczych) przemysłu automatyki i pomiarów, w szczególności w zakresie struktury własnościowej, asortymentu produktów i usług, rynków zbytu, konkurencyjności, planów i możliwości rozwoju.	Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP		
	1.1. Identyfikacja stanu przedsiębiorstw produkcyjnych i krajowej produkcji urządzeń automatyki i pomiarów		40.000	40.000
	1.2. Identyfikacja stanu przedsiębiorstw handlowych i rynku usług w obszarze automatyki i pomiarów		30.000	30.000
	1.3. Problemy i perspektywy transferu technologii, możliwości zaplecza naukowego i badawczo-rozwojowego		15.000	15.000
	1.4. Analiza i ocena konkurencyjności krajowej produkcji urządzeń automatyki i pomiarów		25.000	25.000
	1.5. Eksport i import w przemyśle automatyki i pomiarów		10.000	10.000
	1.6. Uwarunkowania prawne odnoszące się do funkcjonowania przemysłu automatyki i pomiarów w aspekcie integracji z Unią Europejską		15.000	15.000
	1.7. Analiza uwarunkowań rozwoju krajowego przemysłu automatyki i pomiarów oraz wnioski odnoszące się do polityki naukowej i naukowo-technicznej państwa oraz do polityki proinnowacyjnej państwa		30.000	30.000
	Razem		165.000	165.000



## SIECIOWE SYSTEMY KOMUNIKACYJNE INTEGRUJĄCE AUTOMATYZACJĘ WYTWARZANIA OFERTA PIAP

### Zakres merytoryczny oferty

1. Dobór sieci miejscowych i lokalnych do potrzeb i specyfiki produkcji
2. Projektowanie i konfigurowanie sieci przemysłowych
3. Zagadnienia budowy i eksploatacji sieci przemysłowych
4. Integracja sieci miejscowych i lokalnych, bramy, mosty, rutery
5. Programowe interfejsy aplikacyjne API, oprogramowania aplikacyjne
6. Systemy wizualizacji i kontroli procesów przemysłowych SCADA (Supervisory of Control and Data Acquisition), w tym systemy WIZCON, EasyMAP
7. Aplikacje robotów i gniazda zrobotyzowane powiązane siecią, system oprogramowania firmy Intellution
8. Normalizacja, informacje o wymaganiach, badaniach i atestacjach

### Preferowane typy sieci przemysłowych

- S1 PROFIBUS-DP, sieć miejscowa o wielkiej szybkości, do obsługi warstwy bezpośredniego wytwarzania
- S2 PROFIBUS-FMS, sieć uniwersalna poziomu linii i gniazd produkcyjnych, do łączenia sterowników PLC, NC, RC
- S3 PROFIBUS-PA, sieć do obsługi procesów wolnozmiennych, w tym w obszarach zagrożonych wybuchem
- S4 LonWorks, sieć miejscowa preferowana do monitoringu mediów oraz obsługi budynków, w tym hoteli, biurów
- S5 Ethernet w wersji przemysłowej - sieć lokalna

*PIAP jest członkiem PROFIBUS Nutzerorganization od 1995 r.*



*W przypadku zainteresowania naszą ofertą prosimy o zwrotne przesłanie poniższych informacji:*

Imię ..... Nazwisko .....

Firma .....

Stanowisko .....

Ulica ..... Nr .....

Kod ..... Miejscowość .....

Telefon ..... Fax ..... E-mail .....

Andrzej Syrczyński  
 Jacek Dunaj  
 PIAP Warszawa

01.04.1998

**Program kursu - "Sieć PROFIBUS w systemach automatyki Siemens, opis sieci,  
 konfigurowanie i eksploatacja sieci"**

Czas trwania kursu 5 dni

**1. Wykłady**

Nr	Tytuł	Liczba godzin	Uwagi
1	Wprowadzenie do sieci przemysłowych, sieci miejscowe, sieć PROFIBUS, wersje	2	
2	Media transmisyjne i warstwa fizyczna: media przewodowe, optyczne, osprzęt sieciowy, urządzenia komunikacyjne	2	
3	Protokół wersji PROFIBUS-FMS, przegląd usług	3	
4	Protokół wersji sieci PROFIBUS-DP, konfiguracje, funkcjonalność podstawowa, rozszerzenia funkcji	3	
5	Wersja PROFIBUS-PA, protokół, urządzenia	1	
6	Rozwój sieci PROFIBUS, profile aplikacji, implementacje protokołu, certyfikacja	1	
7	Kontrola jakości transmisji, monitorowanie sieci, statystyki błędów	1	
8	Integrowanie sieci: integracja różnych wersji PROFIBUS, integracja z innymi standardami sieci	1	
9	Przegląd rozwiązań interfejsu komunikacyjnego sieci PROFIBUS w urządzeniach firmy Siemens	2	
10	Moduły programowe sieci PROFIBUS w systemach firmy Siemens	2	

razem

18

## 2. Zajęcia laboratoryjne (w grupach 3-4 osobowych)

Nr	Temat ćwiczenia na stanowisku	Liczba godzin	Uwagi
1	Konfigurowanie połączeń sieci PROFIBUS, wersji FMS: - zestawienie i połączenie sieci, zapoznanie z konfiguratorem, - omówienie funkcji edycyjnych konfiguratora sieci PROFIBUS (edytory DMD, CRL, OD, Bus Parameter Editor) - nawiązanie połączeń, realizacja niektórych usług	4	
2	Korzystanie z monitora, analiza ruchu w sieci, monitorowanie realizacji połączeń i usług	2	
3	Przyporządkowanie sygnałów obiektowych do zmiennych PROFIBUS-owych (słownik OD), realizowanie przekazów danych	4	
4	Konfigurowanie połączeń i przyporządkowanie sygnałów obiektowych sieci PROFIBUS wersji DP, w relacji do sterownika SIMATIC S7-200 CPU 215	2	
5	Konfigurowanie połączeń i przyporządkowanie sygnałów obiektowych sieci PROFIBUS wersji DP, w relacji do sterownika SIMATIC C7-626DP	2	
6	Rekonfigurowanie sieci, dołączanie i odłączanie stacji, dzielenie i scalanie segmentów, dołączanie kanału optycznego	2	
7	Integracja sieci: brama PROFIBUS - sieć Ethernet, konfiguracja, pokaz działania, monitorowanie i analiza ruchu	2	
8	Konfigurowanie segmentu PA, ustalenie warunków bezpieczeństwa, zestawienie urządzeń, sprawdzenia parametrów, monitorowanie pracy	2	

razem 20

### 3. Urządzenia do poszczególnych zajęć laboratoryjnych

1. \* konfigurator sieci PROFIBUS: komputer PC, karta A1, program konfiguratora firmy Softing (dal Windows 3.11), klucz hardwarowy  
\* sterownik SIMATIC S7 - 300 (do wersji FMS), o konfiguracji:  
    **jednostka centralna CPU 313**  
    **moduł komunikacji PROFIBUS FMS typu CP 343-5**  
    **moduł komunikacji Ethernet przemysłowy typu CP 343-1**  
    **PS 307 zasilacz**  
    **szyna DIN rail**  
    **moduł we/wy MS 323**  
    **moduł we/wy analog. MS 334**  
\* komputer PC, karta A1, oprogramowanie FDS (Fieldbus Dialog System) firmy Softing (dla Windows 3.11), klucz hardwarowy
2. \* jak 1. oraz  
\* monitor sieci: komputer PC, karta PROFIBUS Analyzer Hardware with RS-485 MAU, oprogramowanie PROFI MON
3. \* jak 2.
4. \* konfigurator sieci PROFIBUS f-my Siemens  
\* monitor sieci PROFIBUS f-my Siemens  
\* sterownik SIMATIC S7-200 CPU 215  
\* sterownik SIMATIC S7 ET 200B (stacja IO, slave, PROFIBUS DP)  
\* komputer PC, karta A2, oprogramowanie PROFI-IF
5. \* jak 4. oraz  
\* sterownik SIMATIC C7-626 DP
6. \* jak 5. oraz  
\* OLM/P4 PROFIBUS optical link module 1 szt.  
\* OLP PROFIBUS optical link plug 3 szt.  
\* plastic FO cable 4 szt.
7. \* jak 5. oraz  
\* brama PROFIBUS / Ethernet : komputer PC, karta A1 (PROFIBUS), karta SMC 8216C na złączu PCI  
stacja sieci Ethernet: komputer PC, karta 3COM
8. do uzgodnienia wybór dostawcy sprzętu wersji PROFIBUS-PA

### **Inne urządzenia do dyspozycji w laboratorium sieciowym PIAP:**

- sterownik CL 200 Bosch, z modułem R 200P (stacja IO, Master lub slave, PROFIBUS FMS)
- węzeł sieci PROFIBUS FMS obsługujący robot lub gniazdo robotowe: komputer PC z kartą A2
- węzeł sieci PROFIBUS FMS obsługujący makietę symulacji procesu wolnozmiennego: komputer PC z kartą A2
- stacja nadrzędna segmentu sieci PROFIBUS: komputer PC z kartą A2

### **Uwagi**

1. uczestnicy kursu powinni uprzednio przejść kurs (kursy) dot. sterowników SIMATIC S7
2. proponujemy, by przedmiotem dalszych uzgodnień była ocena propozycji kursu, w nawiązaniu do potrzeb i kwalifikacji uczestników kursów, ewentualnie dokonanie wyboru wykładów i zajęć laboratoryjnych, spośród zaproponowanych, tak by łączny czas zajęć odpowiadał 5 dniom kursu. Możliwe jest także podzielenie tematyki na dwa kolejne kursy.
3. jedną z możliwości byłoby wyodrębnienie kursów:  
3-dniowy ogólny, wstępny  
5-dniowy zaawansowany

mgr inż. Andrzej Ciuk  
 Kierownik Biura Automatyki  
 Siemens Sp. z o.o.  
 Warszawa  
 fax 670 91 69

Warszawa, 8.04.1998

W nawiązaniu do rozmów przeprowadzonych w dniu 02.04.98 r. i przekazanego projektu szkoleń dot. sieci PROFIBUS, przekazujemy listę produktów firmy Siemens, wraz z numerami katalogowymi. Proponujemy te nowe produkty do realizacji planowanych szkoleń. Zostałyby one udostępnione PIAP celem uzupełnienia laboratorium.

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 sterownik SIMATIC S7 - 300 , złożony z modułów:       |                              |
| 1.1. jednostka centralna CPU 313                        | 6ES7313-1AD00-0AB0           |
| 1.2. moduł komunikacji PROFIBUS FMS typu CP 343-5       | 6GK7343-5FA00-0XE0           |
| 1.3. moduł komunikacji PROFIBUS-DP typu CP 342-5        | 6GK7342-5DA00-0XE0           |
| 1.4. zasilacz PS 307                                    | 6ES7307-1BA00-0AA0           |
| 1.5. szyna DIN rail , dług. 53 cm                       | 6ES7390-1AF30-0AA0           |
| 1.6. moduł we/wy SM 323                                 | 6ES7323-1BL00-0AA0           |
| 1.7. moduł we/wy analog. SM 334                         | 6ES7334-0CE00-0AA0           |
| 2. składniki do konfigurowania sieci i stacji PROFIBUS: |                              |
| 2.1. karta CP5412 (A2)                                  | 6GK1541-2BA00                |
| 2.2. FMS 5412/MS-DOS, Windows                           | 6GK1702-5FA00-0EA0           |
| 2.3. FMS 5412/Windows 95                                | 6GK1702-5FH00-0EA0           |
| 2.4. FMS 5412/Windows NT                                | 6GK1702-5FB00-0EA0           |
| 2.5. DP 5412/MS-DOS, Windows                            | 6GK1702-5DA00-0EA0           |
| 2.6. DP5412/Windows 95                                  | 6GK1702-5DH00-0EA0           |
| 2.7. S7 5412/MS-DOS, Windows                            | 6GK1702-5CA00-0EA0           |
| 3. monitor sieci PROFIBUS f-my Siemens                  | - brak informacji w katalogu |
| 4. sterownik SIMATIC S7-200 CPU 215                     | 6ES7215-2BD00-0XB0           |
| 5. sterownik SIMATIC C7-626 DP                          | 6ES7626-2AG00-0AE3           |
| 6. elementy segmentu światłowodowego:                   |                              |
| 6.1 PROFIBUS optical link module, OLM/P4 1 szt.         | 6GK1502-4AA10                |
| 6.2 PROFIBUS optical link plug, OLP 3 szt.              | 6GK1502-1AA00                |
| 6.3. plastic FO cable 4 szt.                            | brak nru w katalogu          |
| 7. podręczniki do w/w pozycji                           |                              |

Z wyrazami szacunku



Tadeusz MISSALA<sup>1)</sup>

# SERWOMECHANIZMY W KOMPUTEROWYCH SIECIACH PRZEMYSŁOWYCH

W referacie przedstawiono przegląd magistral i rozwiązań sieciowych obsługujących serwomechanizmy w zdecentralizowanych systemach sterowania, podano podstawowe właściwości tych magistral i stawiane im wymagania, jak też struktury stosowanych układów.

## 1. Wstęp

Współcześnie podstawowe znaczenie w automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych mają układy zdecentralizowane, w których wymiana informacji między stanowiskami produkcyjnymi, projektowymi i zarządzającymi odbywa się za pomocą szeregowych magistral przesyłu danych tj. sieci komputerowych. Wielopoziomowa struktura takich systemów na najniższych poziomach lokalizuje magistrale łączące czujniki i elementy wykonawcze ze sterownikami wyższych poziomów automatyzacji.

Ta sytuacja dotyczy tak serwomechanizmów napędzających końcowe urządzenie sterownicze (np. zawory) jak też realizujące bardziej złożone zadania, do napędu obrabiarek sterowanych numerycznie włącznie. Opracowano szereg magistral umożliwiających pracę serwomechanizmów w systemach sieciowych.

Ze względu na ułatwienie wymiany handlowej stosuje się tak zwane sieci otwarte.

## 2. Co to jest i co daje sieć otwarta

Siecią otwartą nazywa się sieć zorganizowana wg modelu odniesienia ISO/OSI, opisanego w normie [4]. Model obejmuje 7 warstw; każda ma ściśle i jednoznacznie zdefiniowane usługi, które dostarcza i protokoły, które realizuje. Najniższą warstwą -1.- jest warstwa fizyczna, czyli medium przesyłowe informacji, najwyższą -7.- jest warstwa, łącząca z użytkownikiem.

Stosowanie do wymiany informacji sieci komputerowej, której elementem łączącym fizycznie urządzenia jest wielodostępna szeregową magistrala danych ma liczne zalety, do których należą: uproszczenie instalacji i oszczędności na kablach i urządzeniach. Oszacowanie oszczędności wymaga rozważenia dwu przypadków: układu scentralizowanego i zdecentralizowanego.

<sup>1)</sup>prof. dr inż., Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów,

W przypadku węzłów i systemów scentralizowanych, w których centralny sterownik jest połączony z każdym urządzeniem współpracującym wg zasady punkt-punkt, zrealizowanie tych połączeń za pomocą magistrali szeregowej prowadzi do oszczędności w długości układanych kabli i przewodów, a zatem do zmniejszenia kosztów materiałów i robocizny ; odpowiednie przybliżone oszacowanie jest:

$$L = nb + \frac{n(n-1)}{2}a; 2L = b + (n-1)a$$

$$L - 2L = (n-1)\left(b + \frac{n-2}{2}a\right) \quad (1)$$

gdzie: n - liczba urządzeń końcowych;

a - odległość średnia między urządzeniami końcowymi;

b - odległość od sterownika centralnego do pierwszego urządzenia końcowego;

1L - długość kabli w układzie punkt - punkt;

2L - długość magistrali;

przy: n = 32; a = 3 m; b = 15 m, oszczędność wynosi: 1L-2L = 1860 m.

W przypadku systemów zdecentralizowanych i współdziałaniu każdy z każdym - ma miejsce nie tylko zmniejszanie długości kabli, lecz także, w przypadku sieci otwartej, zmniejszenie liczby urządzeń sprzęgających, gdy sieć jest zestawiona z produktów różnych wytwórców, liczba urządzeń sprzęgających zmienia się bowiem z 2N na 1N, wg poniższych zależności:

$$N = \frac{n(n-1)}{2}; 2N = n; 1N - 2N = \frac{n(n-3)}{2} \quad (2)$$

gdzie: n - liczba stacji różnych wytwórców;

1N - liczba urządzeń sprzęgających w sieci specjalizowanej;

2N - liczba urządzeń sprzęgających w sieci znormalizowanej (otwartej);

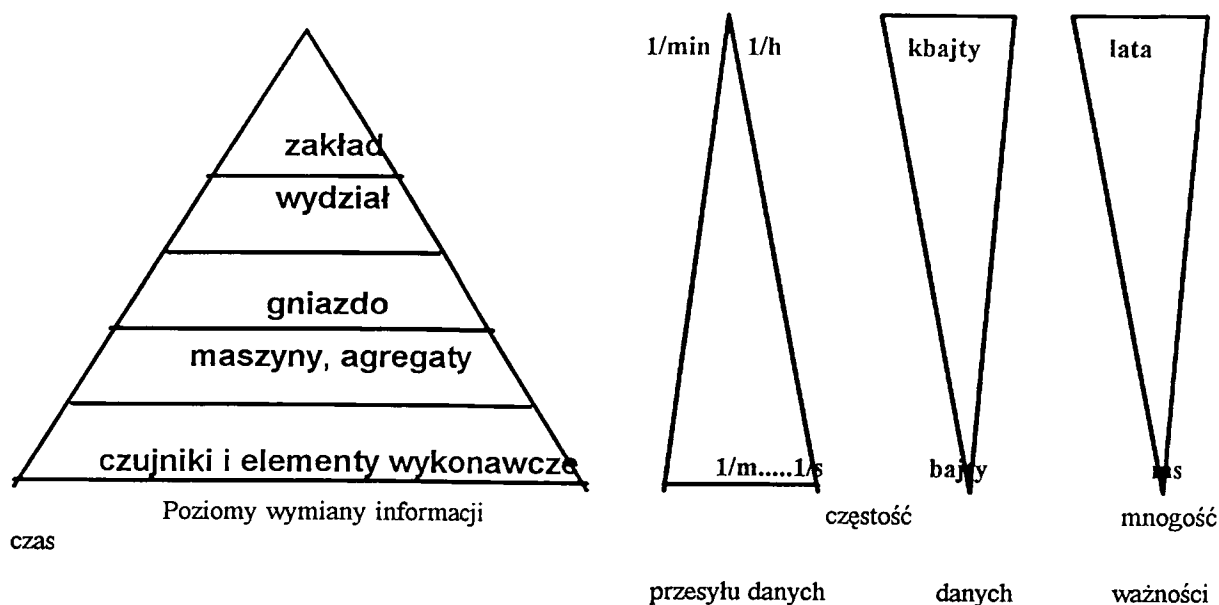
Gdy n > 3, to 1N > 2N, . Zmniejszenie liczby połączeń między urządzeniami sprzęgającymi powoduje dalsze zmniejszenie zużycia kabli.

### 3. Hierarchia sieci przemysłowych

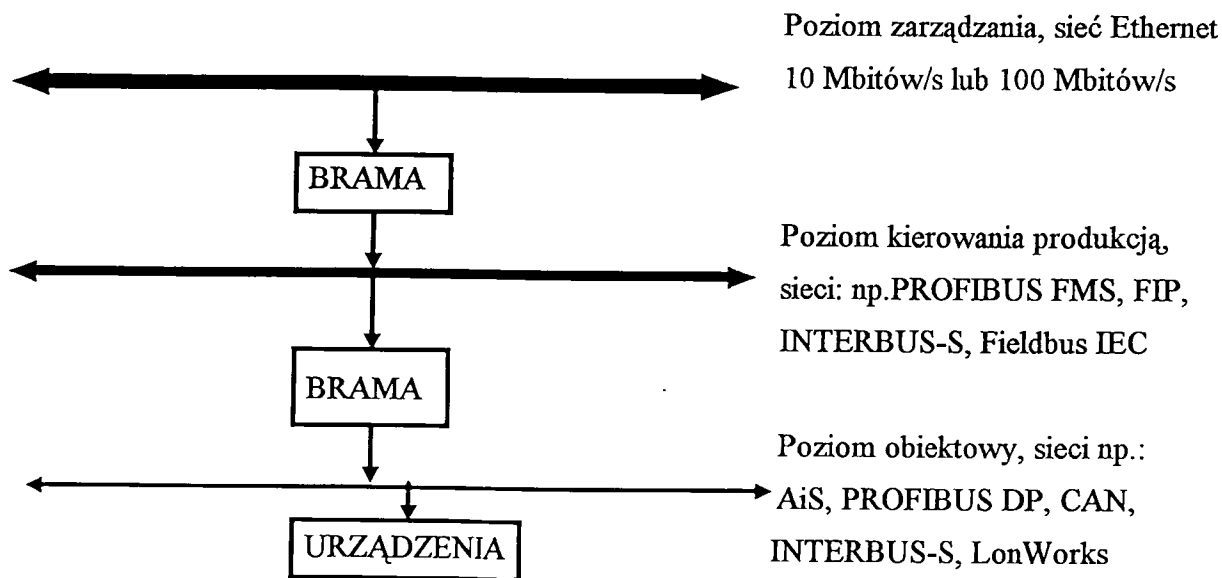
Rodzaj stosowanej sieci przemysłowej zależy od zadań, jakie ma ona wypełnić w strukturze przedsiębiorstwa. Inne wymagania są stawiane sieciom obsługującą urządzenia wytwórcze, inne sieciom integrującym gniazda i/lub wydziały, a jeszcze inne sieciom realizującym zadania związane z zarządzaniem, transferem danych o produkcie (dokumentacja konstrukcyjna, technologiczne i planistyczna warsztatowa) i kontroli jakości. Zasadnicze różnice to wymaganie pracy w czasie rzeczywistym lub nie, oraz objętość przesyłanych danych - od pojedynczych bitów do kilobajtów. Ilustrację tego zagadnienia przedstawiono na rys. 1.

Stosownie do poziomu wytwarzania i zarządzania różny jest też czas ważności danych; dane dotyczące stanu urządzenia produkcyjnego (np. położenia suportu tokarni) mogą być ważne zaledwie milisekundy, a dane o globalnej gospodarce nawet wiele lat, tyle ile przewidują przepisy o archiwizacji danych. Te różnicowane wymagania rzutują na rodzaje stosowanych sieci komputerowych. Sieci obsługujące warstwy czujników i elementów wykonawczych oraz maszyn i agregatów pracują w czasie rzeczywistym. Nierzadko w tym trybie powinny też pracować sieci obsługujące gniazda.

Pozostałe sieci, obsługujące szeroko pojętą sferę zarządzania takiego wymagania spełnić nie muszą. Na rysunku 2 przedstawiono hierarchiczny układ stosowanych sieci.



Rys. 1. Struktura przesyłu danych w przedsiębiorstwie [6]



rys. 2. Hierarchiczny układ sieci - zestawienie norm w [7]

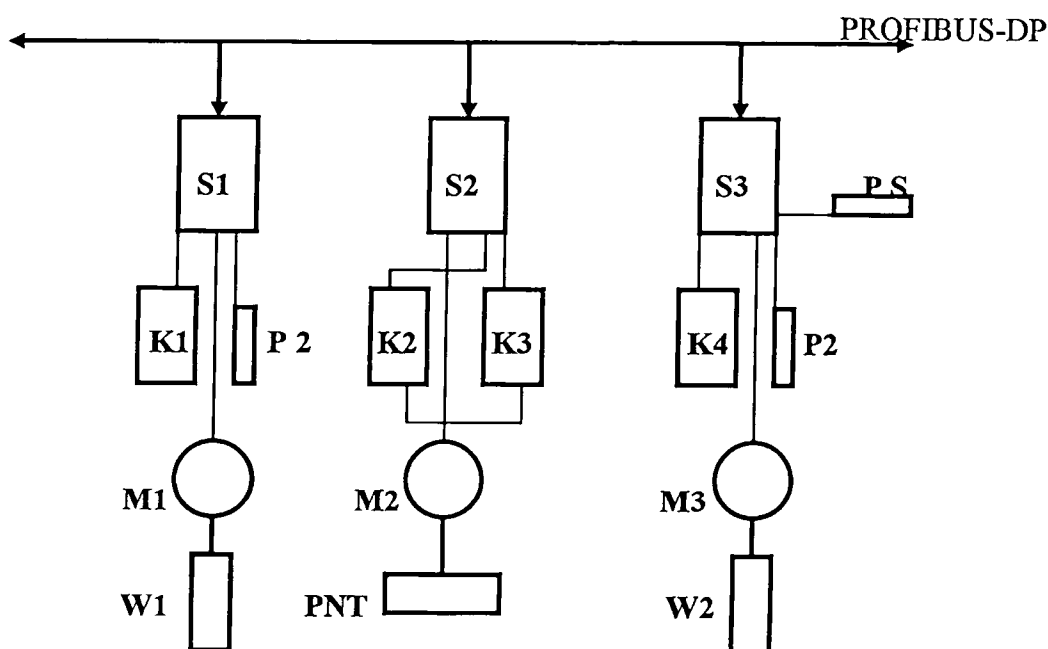
Bramy to komputerowe konwertery protokołu jednej sieci na protokół drugiej i vice versa.

Serwomechanizmy lokują się na poziomie urządzeń, stąd są łączone do sieci obsługujących poziom obiektowy. Najważniejszymi rozwiązaniami jest włączenie do sieci w układzie otwartym lub ze sprzężeniem zwrotnym realizowanym przez sieć. Wykorzystanie sieci ma jeszcze dodatkową zaletę; sieć umożliwia łatwe zorganizowanie współpracy serwonapędów elektrycznych z urządzeniami elektropneumatycznymi i elektrohydraulicznymi.

Sieci na poziomie obiektywnym są zorganizowane wg procedury „master - slave” to znaczy, że jedne z urządzeń są nadrzędnymi, wydającymi polecenia, inne zaś tylko polecenia wykonują i informują o swym stanie. Urządzeniami „master” są komputery lub sterowniki programowalne, urządzeniami „slave” - czujniki i elementy wykonawcze dowolnego rodzaju.

#### 4. Serwomechanizm włączony do sieci w układzie otwartym

Urządzenia zabezpieczające i rozruchowe silników elektrycznych, wyposażone w interfejs sieciowy, umożliwiają realizację włączenia napędu do sieci w układzie otwartym. Przykładem może być rozwiązanie opisane w [13], a przedstawione schematycznie na rys. 3. (sieci wyższego poziomu pominięto).



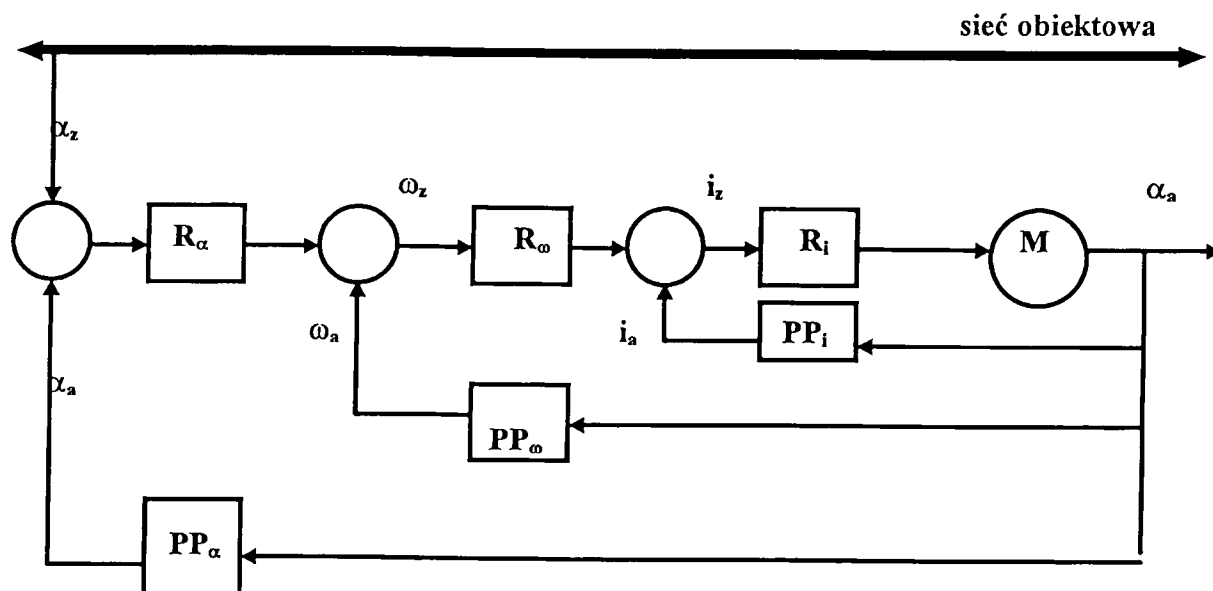
Rys. 3. Schemat sterowania silnikami z sieci komputerowej w układzie otwartym

S1, S2, S3 - łączniki wyposażone w interfejs sieciowy  
 K1, K2, K3, K4 - styczniki; M1, M2, M3 - silniki  
 P1, P2 - zestawy przycisków, PS - panel sterowniczy  
 W1, W2 - wentylatory; PNT - przenośnik taśmowy

Łączniki S1, S2, i S3 są wyposażone w interfejs sieci PROFIBUS-DP, co umożliwia im odbieranie rozkazów przesyłanych z np. sterowników programowalnych urządzeń technologicznych. Zestawy przycisków sterowniczych i panel sterowniczy rozwiązują problem sterowania ręcznego, na ogół wymaganego jako sterowanie rezerwowe i awaryjne. Obiektami sterowania są dwa wentylatory oraz przenośnik taśmowy, ten sterowany nawrotnie. Nie są przekazywane sygnały sprzężenia zwrotnego do sieci i nie ma możliwości regulacji napędu.

Zaletą tego rozwiązania jest znaczna (patrz p. 2) oszczędność kosztów inwestycyjnych - przewodów i robocizny - oraz znaczne ułatwienie utrzymania ruchu, szczególnie wykrywania i usuwania uszkodzeń jako, że jednostka „master” sieci PROFIBUS-DP ma wbudowane układy diagnostyczne.

Drugim wariantem współpracy serwomechanizmu z siecią w układzie otwartym, z punktu widzenia sieci jest przykład klasycznego serwomechanizmu analogowego z pętlami sprzężenia zwrotnego od położenia i prędkości, którego sterownik jest wyposażony w odpowiedni interfejs sieciowy; z sieci otrzymuje on jedynie sygnał wartości zadanej zmiennej wyjściowej. Schemat takiego układu przedstawiono na rysunku 3, na którym również pominięto sieci wyższego poziomu.



Rys. 4. Serwomechanizm analogowy włączony do sieci komputerowej

$\alpha_z, \omega_z, i_z$  - wartości zadane położenia, prędkości i prądu

$\alpha_a, \omega_a, i_a$  - wartości rzeczywiste położenia, prędkości i prądu

$R_\alpha, R_\omega, R_i$  - regulatory położenia, prędkości i prądu

$PP_\alpha, PP_\omega, PP_i$  - przetworniki pomiarowe położenia, prędkości i prądu ; M - silnik z przekładnią

W omawianym tu przypadku powiązania z siecią komputerową w układzie otwartym można spotkać prostą realizację połączenia do układu nadrzędnego przez łącze RS232C, w które jest wyposażony sterownik serwomechanizmu. Przykładem jest sterownik opisany w [14].

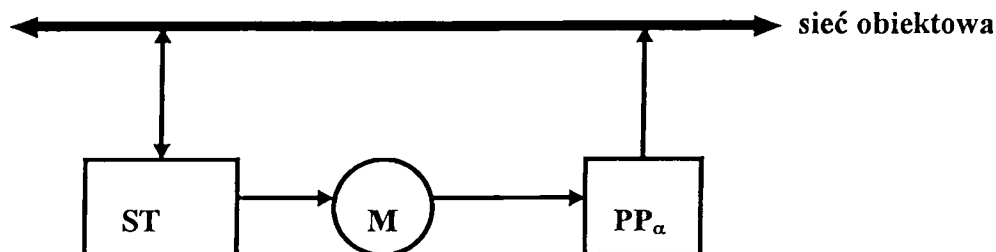
## 5. Serwomechanizm ze sprzężeniem zwrotnym przez sieć

Serwomechanizmy cyfrowe stwarzają nowe możliwości w zakresie sterowania serwomechanizmów przez sieć komputerową. Pomiar prędkości kątowej wału wyjściowego serwomechanizmu przez różniczkowanie sygnału położenia zmniejsza liczbę niezbędnych przetworników do jednego, co upraszcza współpracę z systemem sterowania.

Pełne możliwości współpracy z siecią komputerową uzyskuje się i możliwości sieci wykorzystuje się wówczas, gdy sterowniki i przetworniki pomiarowe są elementami sieci typu „slave”. Z sieci zadaje się wówczas wartości położenia i prędkości, a ewentualnie i przyspieszenia, do sieci jest przekazywana informacja o położeniu i jego przebiegu w czasie. Różniczkowanie sygnału, w celu uzyskania sygnałów prędkości i przyspieszenia jest wykonywane poza serwomechanizmem, w urządzeniu „master” sieci komputerowej. Tamże są odczytywane odchylenia zmiennych i wypracowywane sygnały sterujące, przekazywane z kolei do sterownika.

Wykorzystanie sieci umożliwia przerzucenie wielu operacji związanych z akwizycją, analizą i przetwarzaniem sygnałów pomiarowych oraz wypracowywanie sygnałów sterujących na urządzenia typu „master”, które mogą przecież korzystać z zasobów całej sieci. Daje to możliwość znacznego uproszczenia i potania sterowników serwomechanizmów, tak prądu stałego jak i przemiennego.

Prosty schemat funkcjonalny omawianego sposobu sterowania serwomechanizmu przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Schemat serwomechanizmu ze sprzężeniami zwrotnymi przez sieć komputerową  
ST - sterownik, M - silnik z przekładnią, PP<sub>α</sub> - przetwornik położenia

Przedstawione wyżej zalety omawianego rozwiązania spowodowały, że od 2-3 lat notuje się wyraźny trend jego stosowania, czego dowodem jest oferowanie tak sterowników silników prądu stałego i prądu przemiennego, jak też przetworników pomiarowych położenia wyposażonych w interfejsy sieci: CAN, INTERBUS-S i PROFIBUS.

Przykładami mogą być produkty opisane w [8, 11, 15, 19] - przetworniki i w [9, 10, 12, 14, 16, 17, 18] - sterowniki.

Ta eksplozja ofert do zastosowań sieciowych wynika m.in. z faktu, że opanowano produkcję sprzętu komputerowego odpornego na działanie środowiska przemysłowego, w szczególności na wpływ zaburzeń elektromagnetycznych. Proces ten zapoczątkowało przyjęcie normy opisującej warstwę fizyczną sieci Fieldbus [3] i obecnie oferuje się już sprzęt spełniający wymagania wynikające z Dyrektywy Europejskiej 336/89/EEC [5], tj. spełniający wymagania norm [1,2]. Podstawowe wymagania zestawiono w tabelicy 1.

Tablica 1. Wymagania dotyczące sprzętu pomiarowego, sterowania i laboratoryjnego [1,2]

Brama	Zakłócenie	Norma bazowa	Wartość pro-biercza minimalna [10]	Wartość pro-biercza pod-wyższona [11]	Wartość pro-biercza złago-dzona [12]
Obudowa	ESD	IEC 1000-4-2	4kV/4kV styk/pow	4 kV/4 kV styk/pow	4kV/4kV styk/pow
	RFI-promien.	IEC 1000-4-3	3 V/m	10 V/m	1 V/m
	Pole mag.n.cz.	IEC 1000-4-8	nie wymagane	30 A/m <sup>5)</sup>	nie wymagane
Zasilanie ac	DZNNZ-przerwy	IEC 1000-4-11	1 cykl/100%	1 cykl/100%	1 cykl/100%
	EFT/B	IEC 1000-4-4	1 kV	2 kV	1 kV
	Udary	IEC 1000-4-5	0,5 kV <sup>1)</sup> /1 kV <sup>2)</sup>	1 kV <sup>1)</sup> /2 kV <sup>2)</sup>	0,5 kV <sup>1)</sup> /1 kV <sup>2)</sup>
	RFI-przewodz.	IEC 1000-4-6	3 V	3 V	1 V

<sup>1)</sup> linia do linii; <sup>2)</sup> linia do ziemi; <sup>3)</sup> tylko w przypadku linii długiej; <sup>4)</sup> tylko w przypadku linii ponad niż 3 m.

## Bibliografia

- [1] PN- EN 50082-1: 1997 - Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące odporności na zakłócenia - Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko u przemysłowione.
- [2] EN 50082-2: 1995 - Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Part 2: Industrial environment + Corr. 1:1995.
- [3] IEC 1158-2:1993 - Part 2: Physical layer specification and service definitions
- [4] ISO 7498 - Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model: ISO 7498-1: 1994 - Part 1: The Basic Model.
- [5] Dyrektywa Rady 89/336/EEC, z 3 maja 1989 r. w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej, ze zmianami: \* z 1992 r. - Dyrektywa 92/31/EEC;\* z 1993 r - Dyrektywa 93/68/EEC.
- [6] Missala T.: Struktura zadaniowa automatyzacji przedsiębiorstwa przemysłowego z punktu widzenia CIM. Biuleryn Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów, PIAP, r. 1992, z. 3-161/92. ss.3-16.
- [7] Missala T.: Stan normalizacji skadników sieci integrujących automatyzację wytwarzania. PIAP, 1997 r. nr arch. 7485
- [8] Schneider ETHZ S.M.O.L: Lukrative Alianz. Konstruktion. Elelektonik, Maschinenbau. 1996 r., sierpień.
- [9] Wagner R.: Acht is genug. Konstruktion. Elelektonik, Maschinenbau. 1998 r., styczeń.
- [10] Weidauer J.: Paradigmatische Metamorphose. Konstruktion. Elelektonik, Maschinenbau. 1998 r., luty.
- [11] Wiemann A.: Encoder mit Profil. electronic JOURNAL, 1997 r. maj.
- [12] Wunder J.: Recktor variieren per Systembus. Konstruktion. Elelektonik, Maschinenbau. 1998 r., luty.
- [13] SIMOCODE-DP System. 3UF5 Communications-Capable otor Protection and Control Devices. Katalog firmy Siemens. 1996 r. listopad.
- [14] Motion Controller MCBL-4oV-5A i MCDC-55V-3A. Katalog firmy MINIMOTOR nr 3597.
- [15] Magnetic Absolute Encoder. Notatka katalogowa firmy SIKO GmbH, Niemcy. Industrial Engineering News, 1997 r. , październik.
- [16] Universal Motion Control Module, typu SB1291 i SB1101. Notatka katalogowa firmy ACS Electronics Ltd, Izrael. Industrial Engineering News, 1997 r. , październik.
- [17] Universal AC Drive, typu Alspa GD 3000E. Notatka katalogowa firmy Cegelec, Franca. Industrial Engineering News, 1997 r. , październik.
- [18] Electronic Actuators, typu Sipos. Notatka katalogowa firmy Siemens AG. Industrial Engineering News, 1997 r. , październik.
- [19] Angular Encoder firmy FRAGA. PROFInews, 1997 r. vol. 10, sierpień.

## Servodrives in industrial computer networks

### Abstract

Industrial computer networks are now the important components of the manufacturing and process control systems. This concerns not only the factory management and design systems but also the machines and other production equipment control systems, in them servodrives. To facilitate the international trade interchange, the open networks are used, i.e. the networks compatible with ISO/OSI model [4].

The use of digital series open system highway in the field layer, instead of point to point interconnections gives many technical and economic profits (1),(2).

The kind of the network to be used depends from the tasks to be to perform. On the fig. 1. are presented the frequency, the amount and the time of meaning of the interchange data versus the kind of factory control layer. According to that, the suitable network is recommended; the most used network systems are mentioned on fig. 2.

Servodrives can be connected to the highway either in the open system or in the feedback system. The connection in the open system can be realised by the controlgears provided with the network interfaces; the schema of such a system is presented on the fig. 3. The second kind of the open system connection is presented on the fig. 4 - the typical analogue servodrive obtain from the network the reference value only. The schema of the feedback interconnections is done on the fig. 5 - the servodrive obtain from the network the all control signals and send to the network the feedback signals; this way the servodrive control unit is quite simple. Many manufacturers, e.g. [8] to [19], provide the users with the controls and feedback elements to realise such a system.

All networks, controls and feedback elements, to work in the industrial environment, shall fulfil the requirements of UE Directive on Electromagnetic Compatibility [5] and referenced standards [1] and [2].

---

<sup>2)</sup> Prof. PhD., Eng., Industrial Research Institute for automation and Measurements, al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa, tel. +(48-22)8740492, fax: +(48-22)8740220, e-mail: tmissala@sg.piap.waw.pl



Prof. dr inż. Tadeusz Missala  
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Warszawa  
e-mail: tmissala@sg.piap.waw.pl

## **WYMAGANIA ODPORNOŚCIOWE DO OCENY ZGODNOŚCI KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW ENERGOELEKTRONICZNYCH**

**STRESZCZENIE:** W referacie przedstawiono wymagania dotyczące odporności sprzętu na działanie typowych wielkości wpływających i zakłóceń jakie występują w środowisku przemysłowym. Wymagania te są jedną z podstaw analizy zagrożeń i poziomu ryzyka układów realizujących funkcje związane z bezpieczeństwem w procesie oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego i ustalania kategorii bezpieczeństwa tych układów oraz opracowania programu badań końcowych wyrobów.

Spełnienie tych wymagań jest warunkiem, aby producent mógł zadeklarować zgodność z wymaganiami bezpieczeństwa obowiązującymi w UE i oznaczyć wyroby znakiem CE.

### 1. Wstęp

Postępy w budowie i obniżka cen uniwersalnych komputerów klasy PC spowodowały, że zastępują one coraz częściej sterowniki programowalne, zwłaszcza na wyższych poziomach w hierarchii sterowania. Coraz częściej też komputery te są łączone między sobą i z urządzeniami podporządkowanymi za pomocą przemysłowych sieci komputerowych. Takie układy noszą wszelkie znamiona implementacji systemu komputerowego i powinny być oceniane wg obowiązujących tu zasad oceny zgodności.

Badanie zgodności obejmuje nie tylko szczegółowe sprawdzenie, czy oceniana implementacja realizuje wszystkie usługi zastosowanych protokółów i badania współpracy, lecz także ocenę odporności na warunki środowiskowe (klimatyczne, mechaniczne i elektromagnetyczne), jakie panują w przewidywanym miejscu użytkowania.

Komputerowe systemy energoelektroniczne są przeznaczone do pracy w ciężkich warunkach przemysłowych i niejednokrotnie realizują funkcje związane z bezpieczeństwem w maszynach i robotach przemysłowych; warunkiem sine qua non ich poprawnej pracy jest odporność na wpływy zagrożeń wynikających z oddziaływania otoczenia.

Metodyka badania zgodności [22] podaje, że badanie zgodności z normami składa się z dwu cykli prób:

- właściwego badania zgodności;
- badań uzupełniających.

Właściwe badania zgodności, tak jak są rozumiane przez opisujące je normy obejmują:

- podstawowe badanie połączeń ;
- badanie zdolności;
- badanie zachowania ;
- badanie zgodności metodą rezolucji (rozbicia na składowe).

Badania uzupełniające w rozumieniu tej metodyki to:

- badanie współpracy ;
- sprawdzenie osiągnięć;
- badanie odporności .

W przypadku nowych produktów efektywna sekwencja badań to:

badanie zgodności ⇒ badanie współpracy ⇒ badanie osiągnięć ⇒ badanie odporności

Tematem referatu są wymagania odporności, zapewniające bezpieczeństwo urządzeń. Minimalne wymagania wynikają z Dyrektyw UE [1,2,3].

## 2. Bezpieczeństwo

O urządzeniu mówimy, że jest bezpieczne kiedy nie zagraża człowiekowi ani środowisku gdy:

- pracuje normalnie
- przypadkiem się z nim źle obejdziemy - może się popsuć, ale np. nie wybuchnie;
- ulegnie samoczynnemu uszkodzeniu - może przestać działać, ale nie będzie zagrażać człowiekowi.

Stosuje się tu uogólnione prawo robotyki Asimowa: urządzenie nie ma prawa uczynić krzywdy człowiekowi.

Rozróżnia się dwa rodzaje bezpieczeństwa: użytkowania i funkcjonalne.

Atrybuty bezpieczeństwa użytkowania to:

- sprawdzenie bezpieczeństwa pracy urządzenia w stanie normalnym, np. stanu izolacji, prądu upływu, poziomu emisji promieniowania (tu komputery);
- sprawdzenie bezpieczeństwa działania w stanie pojedynczego uszkodzenia;
- sprawdzenie bezpieczeństwa działania w warunkach nienormalnego użytkowania, np. po zakleszczeniu się wirnika silnika elektrycznego;
- sprawdzenie odporności na wpływy środowiska:
  - ◊ klimatyczne,
  - ◊ mechaniczne,
  - ◊ elektromagnetyczne,
  - ◊ oddziaływania specjalne, np. promieniowanie jądrowe.

Ocena bazuje na wykonaniu prób i sprawdzeń - jest to ocena deterministyczna.

Atrybuty bezpieczeństwa funkcjonalnego (bf) to:

- pojęcie jest stosowane do systemów i funkcji związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa działania urządzeń i systemów
- bezpieczeństwo funkcjonalne uzyskuje się przez eliminowanie, metodami zapobiegawczymi, przyczyn mogących wywołać uszkodzenia systematyczne (tj. jakby „wrodzone wady konstrukcji”)
- miarą bezpieczeństwa funkcjonalnego są wskaźniki probabilistyczne
- drogą do uzyskania bezpieczeństwa funkcjonalnego jest stosowanie odpowiednich procedur postępowania przez odpowiednio biegły personel
- drogą do upewnienia się o osiągnięciu wymaganego poziomu bezpieczeństwa funkcjonalnego jest systematyczne auditowanie i ocenianie grup czynności

Ocena bezpieczeństwa urządzenia jest to systematyczne badanie podjęte w celu dojścia do stwierdzenia, popartego dowodami, o osiągnięciu wymaganego poziomu bezpieczeństwa, to jest o zredukowaniu do wymaganego minimum ryzyka, że urządzenie uczyni krzywdę człowiekowi.

Audit bezpieczeństwa jest to systematyczne i niezależne sprawdzanie w celu stwierdzenia, czy procedury wyraźnie adresowane do wymagań bezpieczeństwa są zgodne z zaplanowanymi działaniami, czy są efektywnie wdrożone oraz czy są odpowiednie do osiągnięcia zamierzonych celów.

Pojęcie bezpieczeństwa funkcjonalnego jest odnoszone, w szczególności, do programowalnych urządzeń elektronicznych.

Przytoczone poniżej wymagania powinny być jedną z podstaw analizy wpływu zagrożeń i poziomu ryzyka w procesie oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego. Ja też programu badań końcowych urządzeń.

### 3. Wymagania klimatyczne i mechaniczne

Wymagania dotyczące sprzętu automatyki są podane, w sposób ogólny w [4, 5], zaś szczególne wymagania do sterowników programowalnych znajdują się w [13], i zostały przytoczone w tablicach 1 do 5.

Tablica 1. Wymagania klimatyczne wg [13]

lp.	Rodzaj narażenia	Urządzenie obudowane	Urządzenie do wmontowania
1	Temperatura otoczenia w czasie pracy (°C)	5 do 40	5 do 55
2	Wilgotność względna otoczenia w czasie pracy (do wyboru)	50% do 95% 5% do 95%	50% do 95% 5% do 95%
3	Temperatura w czasie transportu (°C)	-25 do 70	-25 do 70
4	Wilgotność względna w czasie transportu	5% do 95%	5% do 95%
5	Wysokość (m n.p.m.) w czasie pracy	2000	2000
6	Ciśnienie atmosferyczne w czasie transportu (kPa)	nie mniej niż 70	nie mniej niż 70

Tablica 2. Wymagania dotyczące wibracji sinusoidalnych wg [13]

lp.	Zakres częstotliwości (Hz)	Ciągłe	Sporadyczne
1	$10 \leq f < 57$	Amplituda przemieszczenia 0,0375 mm	Amplituda przemieszczenia 0,075 mm
2	$57 \leq f \leq 150$	Przyspieszenie stałe 0,5 g	Przyspieszenie stałe 1,0 g
3	$150 < f$	Do uzgodnienia	Do uzgodnienia

Stosuje się w każdej z trzech wzajemnie prostopadłych osi.

Tablica 3. Wymagania dotyczące udarów wg [13]

Kształt impulsu	Przyspieszenie szczytowe	Czas trwania
półsinusoidea	15 g	11 ms

W każdej z trzech prostopadłych osi

Tablica 4. Wymagania dotyczące spadków swobodnych w czasie pracy wg [13]

Rodzaj narażenia	Przenośne i ręczne - dowolne masy - wytrzymałość	Ręczne - 'dowolne masy - odporność
Przypadkowe upadki	-	1000 mm; 2 próby
Płaskie upadki	100 mm; 2 próby	-
Upuszczenie z podparcia	30° lub 100 mm; 2 próby	-

Spadki na podłoże betonowe; dotyczy urządzeń przenośnych i przenośnych ręcznych

Tablica 5. Wymagania dotyczące spadków swobodnych w czasie transportu wg [13]

Masa transportowa bez opakowania (kg)	Przypadkowe spadki z wysokości (mm)	Liczba spadków
< 10	1000	5
10 do 40	500	5
> 40	250	5

Urządzenia w oryginalnym opakowaniu transportowym.

## 4. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej

Kompatybilnością elektromagnetyczną (KEM) nazywa się zdolność urządzenia do poprawnej pracy w określonym środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania zaburzeń elektromagnetycznych do tego środowiska lub innego urządzenia przez nie tolerowanych.

Podstawowymi źródłami zaburzeń elektromagnetycznych jakie występują w środowisku przemysłowym są:

- urządzenia stosowane w fabrykach np.: przełączniki, styczniki, przekaźniki, spawarki, silniki elektryczne komutatorowe, nadajniki radiowe i telewizyjne, radiotelefony przenośne, prostowniki, zasilacze impulsowe, elektryzujące się produkty (papier, tekstylia);
- urządzenia zewnętrzne względem fabryki np. tramwaje, metro, pociągi elektryczne, nadajniki radiowe i telewizyjne sieci publicznych, nadajniki radiowe pojazdów;
- zjawiska towarzyszące normalnej pracy wymienionych wyżej urządzeń np.: pole elektromagnetyczne przewodników z prądem, pole promieniowane, przetężenia i przepięcia wynikające z rozruchu silników i innych urządzeń, wyładowania iskrowe i łukowe na przelączanych stykach i na komutatorach;
- zjawiska fizyczne towarzyszące obecności człowieka;
- zjawiska towarzyszące pracy sieci energetycznej: okresowe wahania napięcia i częstotliwości w granicach dopuszczalnych tolerancji oraz dynamiczne zaniki, obniżki i podskoki napięcia przekraczające te tolerancje;
- zjawiska fizyczne zewnętrzne do urządzeń i instalacji, np. wyładowania atmosferyczne.

Konieczne jest tak ograniczanie zaburzeń emitowanych do środowiska, jak i budowanie urządzeń odpornych na dostatecznie ostre narażenia. Obie te kwestie są przedmiotem Dyrektywy [1] oraz norm z nią zharmonizowanych [17, 18, 19, 20]. Niektóre aspekty zostały szerzej przedstawione w [21], tu będą wymienione tylko podstawowe wymagania związane z badaniem odporności.

Odpornością urządzenia na zakłócenia nazywa się zdolność pracującego urządzenia do zachowania swoich właściwości poprawnego działania, przy oddziaływaniu na nie określonych zaburzeń elektromagnetycznych lub umownego sygnału zakłócającego.

Wybrane wymagania zestawiono w tablicach 6 do 9, przy czym normy serii IEC 1000-4 wymieniono w [4-12]

Tablica 6. Wymagania dotyczące sprzętu pomiarowego, sterowania i laboratoryjnego [14]

Brama	Zakłócenie	Norma bazowa	Wartość pro-biercza mini-malna [10]	Wartość pro-biercza pod-wyższona [11]	Wartość pro-biercza złago-dzona [12]
Obudowa	ESD	IEC 1000-4-2	4kV/4kV styk/pow	4 kV/4 kV styk/pow	4kV/4kV styk/pow
	RFI-promien.	IEC 1000-4-3	3 V/m	10 V/m	1 V/m
	Pole mag.n.cz.	IEC 1000-4-8	nie wymagane	30 A/m <sup>5</sup>	nie wymagane
Zasilanie ac	DZNNZ-przerwy	IEC 1000-4-11	1 cykl/100%	1 cykl/100%	1 cykl/100%
	EFT/B	IEC 1000-4-4	1 kV	2 kV	1 kV
	Udary	IEC 1000-4-5	0,5 kV <sup>1</sup> /1 kV <sup>2</sup> )	1 kV <sup>1</sup> /2 kV <sup>2</sup> )	0,5 kV <sup>1</sup> /1 kV <sup>2</sup> )
	RFI-przewodz.	IEC 1000-4-6	3 V	3 V	1 V

Brama	Zakłócenie	Norma bazowa	Wartość probiercza minimalna [10]	Wartość probiercza podwyższona [11]	Wartość probiercza złagodzona [12]
Zasilanie dc	EFT/B Udary RFI-przewodz.	IEC 1000-4-4 IEC 1000-4-5 IEC 1000-4-6	1 kV 0,5 kV <sup>1)</sup> /1 kV <sup>2)</sup> 3 V	2 kV 1 kV <sup>1)</sup> /2 kV <sup>2)</sup> 3 V	1 kV nie wymagane 1 V
WE/WY sygnalizacja i sterowanie	EFT/B Udary RFI-przewodz.	IEC 1000-4-4 IEC 1000-4-5 IEC 1000-4-6	1 kV 1 kV <sup>2)3)</sup> 3 V	1 kV 1 kV <sup>2)3)</sup> 3 V	0,5 kV <sup>4)</sup> nie wymagane 1 V
WE/WY jw. dołączone bezpośrednio do sieci	EFT/B Udary RFI-przewodz.	IEC 1000-4-4 IEC 1000-4-5 IEC 1000-4-6	1 kV 0,5 kV <sup>1)</sup> /1 kV <sup>2)</sup> 3 V <sup>4)</sup>	2 kV 1 kV <sup>1)</sup> /2 kV <sup>2)</sup> 3 V	WE/WY pomiarowe wg norm przedmiotowych.

<sup>1)</sup> linia do linii. <sup>2)</sup> linia do ziemi. <sup>3)</sup> tylko w przypadku linii dłuższej. <sup>4)</sup> tylko w przypadku linii dłuższej niż 3 m.

Tablica 7. Wymagania dotyczące sprzętu medycznego [15]

lp.	Numer normy	Wymaganie
1	IEC 1000-4-2	8 kV metodą powietrzną; 6kV metodą stykową
2	IEC 1000-4-3	3 V/m 80 MHz do 2 GHz w przypadku urządzeń nie związanych z podtrzymaniem życia
3	IEC 1000-4-3	3 V/m 80 MHz do 800 MHz oraz 10V/m 800 MHz do 2 GHz w przypadku urządzeń związanych z podtrzymaniem życia
4	IEC 1000 4-6	3 V 150 kHz do 80 MHz
5	IEC 1000-4-4	2kV w przypadku obwodów sieciowych oraz 1 kV w przypadku obwodów WE/WY połączonych z pacjentem
6	IEC 1000-4-5	2 kV linia-ziemia oraz 1 kV linia-linia
7	IEC 1000-4-8	pole magnetyczne 10 V/m
8	IEC 1000-4-11	zanik 100% , 5 s , urządzenie jest bezpieczne, żadnych uszkodzeń, regenerowalne

Tablica 8. Wymagania dotyczące sprzętu informatycznego [16]

lp.	Numer normy	Wymaganie
1	IEC 1000-4-2	8 kV metodą powietrzną, 4 kV metodą stykową
2	IEC 1000-4-3	3 V/m 80 MHz do 1 GHz
3	IEC 1000-4-6	3 V 150 kHz do 80 MHz
4	IEC 1000-4-4	1 kV w przypadku obwodów sieciowych oraz 0,5 kV w przypadku portów sygnałowych, telekomunikacyjnych i prądu stałego
5	IEC 1000-4-5	sieć: 2 kV linia-ziemia oraz 1 kV linia-linia; porty prądu stałego: 0,5 kV; porty telekomunikacyjne 1,5 kV i 4 kV, wg norm przedmiotowych
6	IEC 1000-4-8	1 A/m przy 50 Hz
7	IEC 1000-4-11	Zaniki i przerwy napięcia tylko na portach sieciowych

Tablica 9. Wymagania dotyczące sterowników programowalnych i indywidualnych urządzeń peryferyjnych [13]

Badania wpływu zakłóceń elektrycznych	Poziomy ostrości zakłóceń elektrycznych		
	wszystkie zasilacze	cyfrowe WE/WY U $\geq$ 24 V	cyfrowe WE/WY U<24 V, WE/WY analogowe, WE/WY komunikacyjne
ESD [3]- poziom RH-1	8 kV	8 kV	8 kV
- poziom RH-2	15 kV	15 kV	15 kV
Pole elektromagnetyczne promieniowane [4]	10 V/m	10 V/m	10 V/m
EFT/B [5]- normalne	2 kV	1 kV	0,5 kV
- podwyższone	4 kV	2 kV	0,5 kV
udary [6] - normalny	1 kV	1 kV	nie wymagane
- podwyższony	2 kV	2 kV	nie wymagane

Spełnienie powyższych wymagań jest jednym z warunków uzyskania prawa do oznaczania wyrobu znakiem „CE”.

## Literatura

- 89/336/EEC: Dyrektywa Rady z 3 maja 1989 r. w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej, ze zmianami: \* z 1992 r. - Dyrektywa 92/31/EEC; \* z 1993 r. - Dyrektywa 93/68/EEC.
- 89/392/EEC: Dyrektywa Rady z 14 czerwca 1989 r. w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących maszyn, ze zmianami: \* z 1991 r. - Dyrektywa 91/368/EEC; \* z 1993 r. - Dyrektywa 93/68/EEC.
- 73/23/EEC: Dyrektywa Rady z 19 lutego 1973 r. w sprawie harmonizacji przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących urządzeń elektrycznych zaprojektowanych do stosowania w określonych przedziałach napięć, ze zmianami z 1993 r. - Dyrektywa 93/68/EEC.
- PN-EN 60504-1: 1996 Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi -- Warunki klimatyczne.
- IEC 654-3:1983 (EN 60654-3:1996) Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment - Part 3: Mechanical influences. Wersja polska: prPN-EN 60504-3: Warunki pracy urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi - Wpływy czynników środowiskowych mechanicznych. (w opracowaniu)
- IEC 1000-4-2:1995: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 2: Electrostatic discharge immunity test. Polski odpowiednik: PN-IEC 801-2.1994
- IEC 1000-4-3:1995: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.
- IEC 1000-4-4:1995: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Polski odpowiednik PN-IEC 802-4.1994
- IEC 1000-4-5:1995: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test.
- IEC 1000-4-6:1996: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields.
- IEC 1000-4-8:1993: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 8: Power frequency magnetic field immunity test.
- IEC 1000-4-11:1994: Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: testing and measurement techniques - Section 11: Voltage clips, short interruptions and voltage variations immunity test.
- PN-IEC 1131-2: 1996: Sterowniki programowalne. Wymagania i badania sprzętu.

14. IEC 1326-1:1997 (EN 61326: 1997) EMC requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use:- Part 1: General requirements + A1:1998 - Particular requirements for equipment used in industrial locations; particular requirements for equipment used in laboratories or test and measurement areas with a controlled electromagnetic environment, particular requirements for equipment that is powered by battery or from the circuit being measured.
15. IEC CD 601-1-2: Wymagania dotyczące sprzętu medycznego.
16. Draft CISPR 24 (prEN 55024): Limits and methods of measurement of immunity characteristics of Information Technology Equipment (ITE).
17. EN 50081-1: 1992 - Electromagnetic compatibility - Generic emission standard. Part 1: Residential, commercial and light industry. Wersja polska PN-EN 50081-1: 1996 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące emisyjności - Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko przemysłowe
18. EN 50081-2: 1993 - Electromagnetic compatibility - Generic emission standard Part 2: Industrial environment. Wersja polska PN-EN 50081-2:1996 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące emisyjności - Środowisko przemysłowe.
19. EN 50082-1: 1994 - Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Part 1: Residential, commercial and light industry. Wersja polska PN-EN 50082-1 Kompatybilność elektromagnetyczna - Wymagania ogólne dotyczące odporności na zakłócenia - Środowisko mieszkalne, handlowe i lekko przemysłowe.
20. EN 50082-2: 1995 - Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Part 2: Industrial environment + Corr. 1:1995.
21. Missala T.: Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń energoelektroniki. Wymagania dotyczące odporności na zakłócenia elektromagnetyczne. Przegląd Elektrotechniczny, nr 7, str. 169-173, 1997.
22. PBZ-31-05: *Systemy sieciowe integrujące automatyzację wytwarzania*. Raport z realizacji zadania 6. Opracowanie zbiorowe. PIAP 1997 r.

## IMMUNITY REQUIREMENTS FOR CONFORMITY ASSESSMENT OF THE COMPUTER ELECTRONIC POWER SYSTEMS

Tadeusz Missala, professor, Ph.D. M.Sc.(Eng)  
Industrial Research Institute for Automation and Measurements,  
Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa, Poland  
Phone: (+22)8740 402, Fax: (+22)8740 220, e-mail: tmissala@sg.piap.waw.pl

**ABSTRACT** The paper deals with the requirements concerning the equipment immunity to typical influence quantities and hazards, specific for the industrial environment. There are listed the climatic, mechanical and electromagnetic requirements concerning the automation, measurements, computer and medical equipment as well as programmable controllers systems. These requirements shall be used as one of the basis to hazard and risk analysis in the process of the functional safety assessment and safety category establishment. Moreover they are also the basis of the immunity testing, according the conformity assessment procedure.

The compliance with these requirements is the condition for the to manufacturers declaration on the conformity with the safety requirements, done by the EC Regulations and to mark their products with „CE” marking.