

prof. dr inż. Tadeusz MISSALA

Przemysłowy Instytut Automatyki  
i Pomiarów MERA-PIAP

Warszawa

## STAN OBECNY SYSTEMU MAP

(raport na podstawie literatury zagranicznej)

*Wprowadzenie komputerów do wspomagania różnych dziedzin działalności produkcyjnej m.in. projektowania, planowania i sterowania wytwarzaniem spowodowało pojawienie się na terenie fabryk dużej liczby systemów komputerowych pochodzących od różnych wytwórców. Przy próbach kompleksowej automatyzacji produkcji zagadnieniem pierwszoplanowym stało się efektywne rozwiązanie komunikacji między tymi systemami. Firma General Motors Co. (USA) zaproponowała takie rozwiązanie w postaci systemu MAP (Manufacturing Automation Protocol). W artykule przedstawiono podstawowe informacje o tym systemie.*

### 1. WSTĘP

Stale zwiększająca się liczba urządzeń komputerowych stosowanych w informatyce, łączności i przemyśle spowodowała pojawienie się poważnego problemu technicznego rozwiązania efektywnej współpracy systemów pochodzących od różnych wytwórców posługujących się różnymi „językami komputerowymi” – protokołami. Oczywiście dla każdego dwóch systemów problem był banalny, istotą było podanie takiej koncepcji, która po zrealizowaniu umożliwiłaby, w sposób efektywny i ekonomiczny, współpracę dowolnej liczby różnych systemów komputerowych. Sytuacja, jaka się wytworzyła, została scharakteryzowana następująco [14]: „Jeżeli rozejrzeć się po dowolnej, dużej fabryce zbudowanej lub zmodernizowanej w ostatniej dekadzie, zobaczy się ogromną liczbę urządzeń elektronicznych wykonanych przez różnych dostawców. Jeżeli można by usłyszeć sygnały elektroniczne wysyłane przez te urządzenia miałyby się wrażenie Wieży Babel, aby użyć porównania. W dzisiejszej fabryce komunikacja jest jednym z największych i najtrudniejszych zagadnień dla użytkowników i dostawców systemów automatyzacyjnych. Powstała konieczność znormalizowania komunikacji wewnątrz fabryki.”

Propozycja podstawowa została przedstawiona w końcu lat siedemdziesiątych przez

ISO jako tzw. podstawowy model odniesienia dla systemów otwartych [2]. Stanowi on dziś bazę dla wszystkich poczyniń w zakresie współpracy systemów komputerowych stosowanych m.in. w zintegrowanym komputerowo systemie sterowania wytwarzaniem.

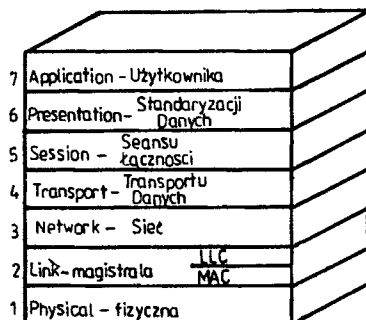
## 2. MODEL ODNIESIENIA OSI/ISO

### 2.1. Zagadnienia ogólne

Systemy komputerowe różnych wytwórców posługują się różnymi konwencjami przedstawiania danych. Różnią się one wewnętrznym przedstawieniem znaków alfanumerycznych, wartości liczbowych, oznaczaniem bitów, sekwencjami sygnałów sterujących urządzeniami peryferyjnymi, strukturą danych itp. Mówi się więc w tym sensie o systemach heterogenicznych. Przeciwnie – systemami homogenicznymi nazywa się systemy posługujące się takimi samymi konwencjami.

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

Można dopasować jeden system do konwencji stosowanych w innym systemie, tak by umożliwić wymianę informacji między nimi; odpowiednie urządzenia przetwarzające (dopasowujące) muszą zapewnić wzajemną konwersję protokołów. W przypadku ogólnym okazuje się, że dla rozwiązania komunikacji pomiędzy  $N$  systemami heterogenicznymi konieczne jest zastosowanie  $\frac{1}{2} N(N-1)$  różnych urządzeń dopasowujących. Przy większej liczbie systemów rozwiązanie takie jest niepraktyczne i nieekonomiczne, szczególnie ze względu na ewentualną rozbudowę sieci i nadzór nad jej pracą i stale pojawiającą się potrzebę budowy wielu nowych urządzeń sprzęgających. Alternatywną drogą rozwiązania zagadnienia jest znormalizowanie protokołów komunikacyjnych; dla każdego systemu należy wówczas opracować tylko jedno urządzenie, przeprowadzające konwersję protokołów własnych systemu na protokoły znormalizowane. Liczba



Rys. 2.1. Siedem warstw modelu odniesienia.

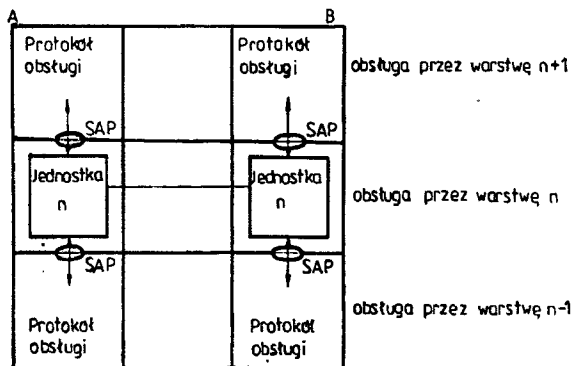
potrzebnych urządzeń dopasowujących będzie więc równa liczbie N różnych systemów, które mają ze sobą współpracować. Rozwiązanie takie minimalizuje liczbę niezbędnych urządzeń dopasowujących i zostało ono przyjęte jako podstawa dla modelu odniesienia ISO/OSI (Open Systems Interconnection). Ustala on, poprzez opis protokołów, w jaki sposób ma być opracowane oprogramowanie, aby była możliwa otwarta (swobodna) komunikacja pomiędzy różnymi obiektami sterowania. **System spełniający normy modelu OSI jest nazywany systemem otwartym.**

Model OSI jest podzielony na 7 warstw w układzie hierarchicznym (rys. 2.1.), każdej z warstw przyporządkowano określone zadania z dziedziny komunikacji. Zdefiniowanie warstw jest arbitralne; byłby oczywiście możliwy inny podział zadań. Złożone zagadnienie przekazywania informacji zostało tym samym zdekomponowane na prostsze zagadnienia częściowe. Model dopuszcza podział każdej z warstw na podwarstwy; jest to celowe wówczas, gdy przy określonej koncepcji sieci protokoły danej warstwy są zbyt obszerne, aby były przedstawione w formie przejrzystej. Odwrotnie, niektóre z warstw mogą być zbiorami pustymi, jeżeli ich funkcje nie są wykorzystywane.

Dla każdej z warstw podano opis funkcji oraz wymagania dla interfejsów z sąsiednimi warstwami, nie sprecyzowano natomiast opisu implementacji poszczególnych warstw. Dlatego też jest możliwe wprowadzenie różnych protokołów dla realizacji zadań każdej z warstw przy zachowaniu zgodności interfejsów. Takie protokoły zostały opracowane np. w CCITT, ECMA i IEEE i przyporządkowane określonym warstwom modelu.

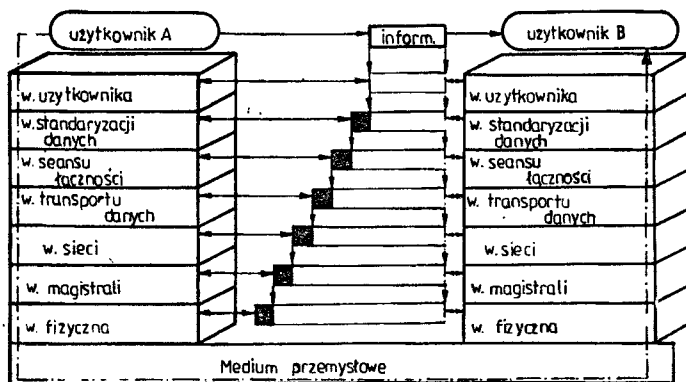
## 2.2. Zasada budowy modelu wielowarstwowego

Zdaniem określonej warstwy jest przygotowanie obsługi warstwy położonej bezpośrednio wyżej 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 o protokołach partnerskich. (peer to peer).

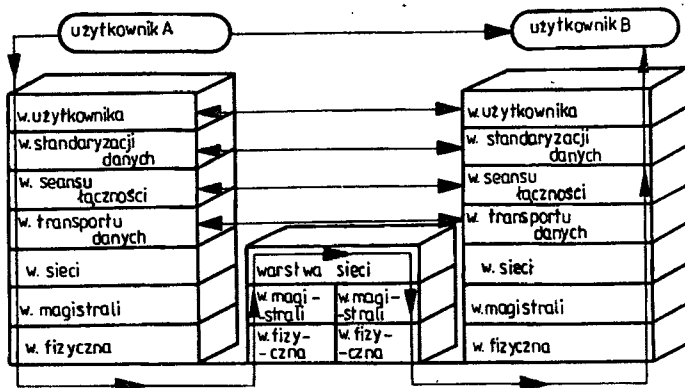


Rys. 2.2. Zasada działania modelu warstwowego.

Reguły komunikacyjne są ustalane w protokołach warstwy n. Na najniższym poziomie znajduje się fizyczne połączenie (komunikacja) z inną maszyną. Zbiory danych wymienione pomiędzy warstwami tego samego komputera nazywają się *jednostkami protokołu danych* (Protocol Data Units – PDU). Interfejs umożliwiający warstwie n + 1 korzystanie z obsługi przez warstwę n nazywa się *punktem dostępu do obsługi* (Service Access Point – SAP). W punktach tych warstwa niższa oferuje warstwie wyższej swoje usługi w postaci tzw. *usług pierwotnych*. Usługi pierwotne pozwalają np. na tworzenie lub odbudowywanie połączeń lub przesyłanie danych. Odbiorca może żądać usług pierwotnych (życzenie—request) i wskazać punkt dostępu dla obsługi u odpowiedniego partnera (wskazanie, zaadresowanie – indication). Wskazany partner musi odpowiedzieć na żądanie usługi (odpowiedź – response), ta odpowiedź musi być potwierdzona (potwierdzenie – confirmation). Schemat tej wymiany podano na rys. 2.2. Wymiana informacji pomiędzy dwiema stacjami użytkownika prze-



Rys. 2.3. Wymiana informacji pomiędzy użytkownikami.



Rys. 2.4. Przenoszenie informacji przez dwa systemy.

biega według następującego obrazu, przedstawionego w uproszczeniu. Informacja, która ma być przekazana, zostaje wprowadzona przez SAP najwyższej warstwy, która uzupełnia ją protokołem ważnym w tej warstwie, informując tym samym odpowiednią warstwę u partnera wymiany informacji, jaka obsługa jest oczekiwana. Tak rozszerzona PDU zostaje przekazana do warstwy bezpośrednio niższej; ta procedura powtarza się aż do warstwy najniższej, która formuje przesyłkę w postaci ciągu bitów i przesyła ją przez medium fizyczne (magistralę danych). U odbiorcy następuje proces odwrotny. Poczynając od dołu, każda z warstw oddziela element protokołu dla niej przeznaczony, wypełnia wynikające z niego czynności obsługi i przekazuje pakiet danych do najbliższej warstwy wyższej. Warstwa najwyższa przekazuje informację użytkownikowi (procesowi) (rys. 2.3.). Model odniesienia ISO przewiduje również możliwość komunikacji przez węzły pośredniczące (Intermediale nodes), jak to pokazano na rys. 2.4.

### 3. ROZWÓJ SYSTEMU MAP

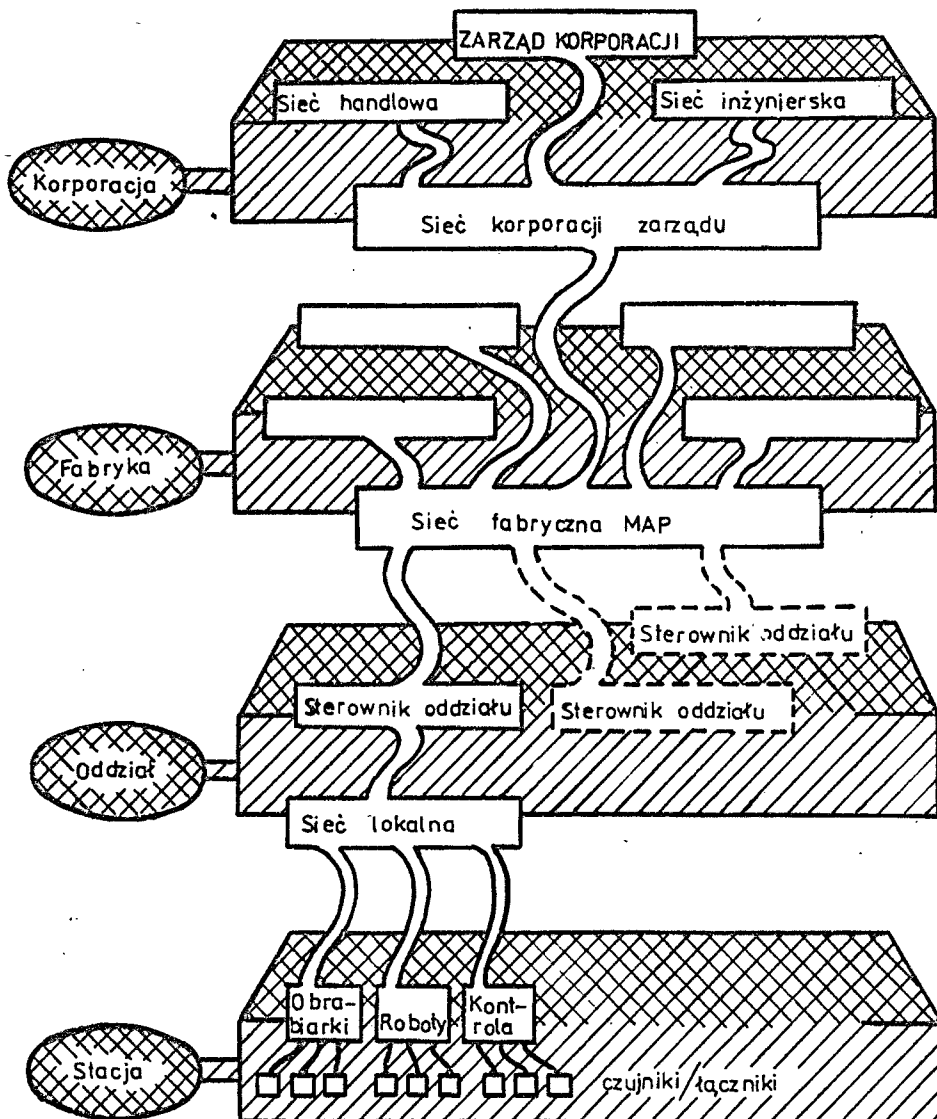
#### 3.1. Ogólna struktura systemu (pierwotna)

System MAP powstał, jak wiadomo, wtedy, gdy w wytwórni samochodów General Motors w Detroit zainstalowano ponad 40 tysięcy urządzeń programowalnych, pochodzących od różnych wytwórców, które na ogół nie komunikowały się ze sobą. Podobna sytuacja była w wielu innych fabrykach. General Motors zaproponował własne rozwiązanie – Protokół Automatyzacji Wytwarzania (MAP – Manufacturing Automation Protocol) – za pomocą którego postanowiono zlikwidować tę „elektroniczną Wieżę Babel”. Podobne oceny są zawarte w [32]. Z technicznego punktu widzenia [14, 24, 32] pierwotna wersja MAP stanowiła normę dla komunikacji bazującej na 7-warstwowym modelu odniesienia ISO/OSI [N1] oraz na szerokopasmowej transmisji z deterministycznym dostępem do medium przesyłowego według zasady wędrującego znacznika (Token Passing Bus) z magistralą o przepływności 10 Mbit/s przeznaczoną do wykorzystania w fabryce. Ta podstawowa wersja MAP, odpowiadająca specyfikacji 2.1., została omówiona w opracowaniu poprzednim [1]. Idea jej realizacji została przedstawiona na rys. 3.1. Była ona w zasadzie przeznaczona do przesyłania danych a nie do pracy w czasie rzeczywistym i miała być siecią „kręgosłupową” (backbone) przebiegającą przez całą instalację, sprzęgając oddziały produkcyjne i inne komórki organizacyjne z komputerami głównymi, dla umożliwienia organizacji zarządzania fabryką i/lub korporacją w pełnej skali.

Pierwszy systemowy pokaz MAP odbył się w 1984 roku, drugi w 1985 i od niego datuje się światowe zainteresowanie systemem. Pokaz ten, zwany AUTOFACT-85, został omówiony w [1].

Równoległe z propozycją General Motors została opracowana druga propozycja normalizacyjna bazująca na modelu ISO/OSI. Jest nią TOP (Technical and Office

Protocol) rozwinięty przez Boeing Computer Service w Seattle. Różni się on od MAP przyjęciem dla warstwy fizycznej i podwarstwy MAC normy Ethernet tj. IEEE 802.3, a więc transmisji z dostępem stochastycznym do medium przesyłowego wg zasady rywalizacji z wykrywaniem kolizji (CSMA/CD), przy magistrali o przepływności binarnej 10 Mbit/s pracującej w paśmie podstawowym.



Rys. 3.1. Ogólna, początkowa struktura MAP.

TOP dobrze nadaje się do rozwiązania komunikacji w zakresie obsługi pomiarów, projektowania, planowania itp. i wykorzystuje bogaty asortyment sprzętu i oprogramowania opracowanego wcześniej dla sieci Ethernet, jednakże stochastyczny dostęp do medium przesyłowego nie jest do przyjęcia w obszarze sterowania. TOP nie stał się więc konkurentem MAP, a raczej uzupełniał i wspomagał go, toteż BCS wziął udział w pokazie AUTOFACT-85, po czym wkrótce doszło do współpracy grup zainteresowanych obydwojma systemami i dziś należy już mówić o systemie MAP/TOP jako podstawie rozwiązywania komunikacji w układach komputerowo zintegrowanego wytwarzania (CIM).

Dla uzupełnienia obrazu różnic pomiędzy systemami MAP i TOP warto omówić różnicę pomiędzy deterministycznym a stochastycznym dostępem do medium przesyłowego [50].

Przy stochastycznej procedurze dostępu CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) stacja chcąc nadawać bada czy medium przesyłowe jest zajęte; jeżeli nie to rozpoczyna nadawanie. Jednakże wskutek opóźnień spowodowanych przez kabel (linię przesyłową) może się zdarzyć, iż kilka stacji rozpocznie nadawanie, co doprowadza do przecięcia (kolizji) i do wzajemnego zakłócania przesyłek. Ponieważ wtedy stacje nadające odbierają własne przesyłki, sytuacja ta jest rozpoznawana i wszystkie stacje zostają o niej poinformowane. Stacje nadające powtarzają nadawanie po pewnym czasie o wartości przypadkowej, indywidualnie wybieranej przez każdą stację, co na ogół pozwala na uniknięcie dalszych kolizji. Przy deterministycznej procedurze dostępu z przekazywaniem uprawnienia do nadawania od stacji do stacji (Token Passing) to uprawnienie do nadawania jest przekazywane w postaci określonego znacznika (Token). Nadawać może tylko ta stacja, która jest aktualnie w posiadaniu znacznika, tym samym wszelkie kolizje są wykluczone. Stacja może nadawać następny raz dopiero po jednokrotnym obiegu znacznika przez wszystkie inne stacje. Procedura gwarantuje, że w ramach jednego obiegu znacznika każda stacja będzie mogła raz nadawać.

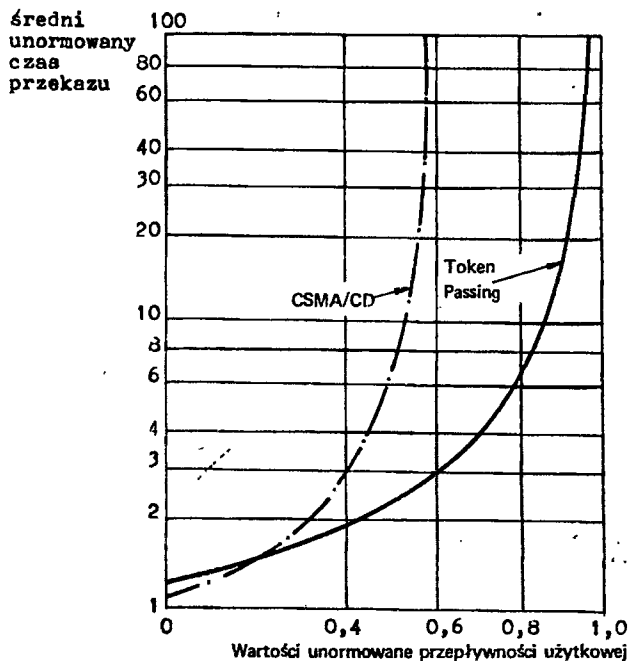
Procedura CSMA/CD nie jest zbyt złożona, jednakże przy zwiększającym się ruchu narasta liczba kolizji, również przy powtórnych próbach nadawania, tak więc nie może być określony maksymalny czas potrzebny do uzyskania dostępu do magistrali.

Natomiast procedura Token Passing jest złożona, gdyż uwzględnia dodatkowe zabiegi związane z włączaniem nowych stacji i zabezpieczające przed zgubieniem lub zdublowaniem znacznika (Token) wskutek błędów transmisji. Można jednak, przy założeniu określonych warunków pracy, gwarantować najdłuższy czas, potrzebny do uzyskania dostępu do medium przesyłowego.

Na rys. 3.2. przedstawiono porównanie wyżej omówionych procedur, przy czym na osi rzędnych podano średni unormowany czas przekazu tj. sumę czasu dostępu i czasu przesyłania odniesioną do czasu nadawania przesyłki, zaś na osi odciętych wartości

unormowane przepływności użytkowej tj. przepływności dla danych odniesionej do przepływności binarnej medium przesyłowego.

Jak widać, dla procedury CSMA/CD znacznie szybciej rośnie czas przekazu, a to wskutek znacznego wzrostu czasu dostępu w miarę wzrostu wartości unormowanej przepływności użytkowej. Teoretycznie wyliczana zdolność przekazywania danych (tj. odpowiadająca wartości „1” przepływności unormowanej) nie może być w ogóle osiągnięta, gdyż czasy dostępu mogą dowolnie wzrastać począwszy od pewnego



Rys. 3.2. Porównanie procedur CSMA/CD i Token-Passing.

obciążenia magistrali. Ze względu na te właściwości procedury CSMA/CD nie została ona przyjęta w systemie MAP, w którym wykorzystuje się jedynie procedurę Token Passing, a to z następujących powodów:

- przy dużym obciążeniu sieci jest ona wydajniejsza,
- oczekuje się, że w przypadku zakłóceń w produkcji i w innych sytuacjach wyjątkowych, w których należy spodziewać się zwiększonej liczby przesyłek po magistrali, czasy dostępu nie będą wzrastać,
- większa wydajność sieci gra szczególną rolę przy dużym ruchu i obsłudze urządzeń pracujących w czasie rzeczywistym,
- czasy odpowiedzi mogą być określone dla zdefiniowanych warunków pracy.



Reasumując, procedura Token Passing jest zdecydowanie korzystniejsza do obsługi procesów produkcyjnych.

W dalszym ciągu raportu będzie już omawiany tylko system MAP.

### 3.2. Krytyka wersji MAP 2.1.

Po pokazie AUTOFACT-85 i opublikowaniu dokumentu MAP Specification 2.1. dały się zaobserwować dwa zjawiska:

- duże poparcie dla koncepcji systemu ze strony producentów sprzętu i oprogramowania, w szczególności dużych systemów, oraz użytkowników zainteresowanych automatyzacją kompleksową,
- znaczna krytyka ze strony mniejszych producentów oraz użytkowników zainteresowanych mniejszymi instalacjami zautomatyzowanymi.

Poparcie dla systemu MAP wyraziło się m.in. akcesem do pokazu AUTOFACT-85 [1] i dalszych pokazów, które będą omówione w p. 5 tego raportu oraz zawiązaniem kilku krajowych i regionalnych Grup Użytkowników MAP, a następnie powstaniem Federacji Światowej Grup Użytkowników MAP/TOP [3], a ponadto pojawieniem się licznych urządzeń sygnowanych przez wytwórców jako zgodne z MAP (w [14] podano, że w 1986 roku około 400 wytwórców zgłosiło akces do produkowania urządzeń zgodnych z MAP).

Ponadto ISO i IEC przystąpiły energicznie do prac normalizacyjnych związanych z MAP. Krytyka systemu MAP zawarta m.in. w wielu publikacjach cytowanych w [1] prowadzona była w następujących kierunkach:

- sieć transmisyjna z magistralą szerokopasmową jest zbyt skomplikowana dla zastosowań lokalnych (gniazdo produkcyjne, linia obróbcza, oddział fabryki) zwłaszcza w przypadku instalacji odosobnionych (islands of automation),
- wymiana informacji wg pełnego modelu 7-warstwowego jest zbyt skomplikowana, droga i zabiera zbyt wiele czasu z punktu widzenia zastosowań odosobnionych i przy obsłudze urządzeń produkcyjnych w czasie rzeczywistym,
- w pełni realizowana zasada dostępu typu wędrującego znacznika (Token Passing) nie pozwala na wykonanie niezbędnych transakcji w czasie wymaganym przez obiekt sterowania.

Te uwagi, omówione w [1] spowodowały:

- opracowanie normy IEC 955 PROWAY-C,
- rozszerzenie koncepcji MAP o rozwiązanie lepiej dopasowane do poziomu oddziały fabryki i poziomów niższych, sprecyzowane kolejno w MAP Specifications 2.2. i 3.0.,
- uzupełnienie systemu MAP o dodatkową warstwę obiektową w postaci różnych propozycji magistrali miejscowej (FIELDBUS).

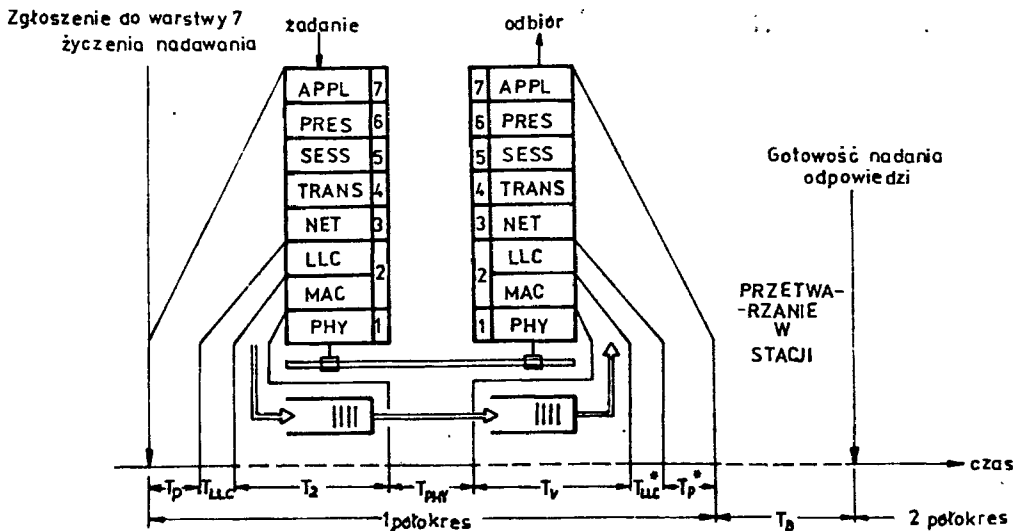
Te uzupełnienia zostaną kolejno omówione.

### 3.3. Rozszerzenia wprowadzone w MAP Specifications 2.2. i 3.0. [2, 20, 50, 27, N16, 34]

#### 3.3.1. CZASY OBIEGU PRZESYŁKI

Dla pełniejszego zrozumienia problemów, związanych z obsługą przez sieć MAP procesów pracujących w czasie rzeczywistym należy rozważyć zależności czasowe związane z realizacją przesyłek i transakcji w sieci.

Typowy obieg komunikacyjny polega na tym, że stacja i wysyła przesyłkę do stacji k i oczekuje odpowiedzi np. danych, które dostarczyć może jedynie stacja k. Ten obieg komunikacyjny przedstawiono na rys. 3.3. Program użytkowy kieruje żądanie do warstwy 7, które zostaje przetworzone zgodnie z protokołem i po czasie  $T_p$  przekazane do warstwy 2.  $T_p$  zależy od skomplikowania protokołu i wybranego rodzaju implementacji. Po przetworzeniu w podwarstwie LLC (czas  $T_{LLC}$ ) przesyłka zostaje skierowana przez podwarstwę MAC do bufora nadawczego. Jeżeli teraz stacja i jest uprawniona do nadawania, to wysyła przesyłki znajdujące się w jej buforze nadawczym, w kolejności ich wpisania (bufor jest typu FIFO). Czas, jaki stacja ma do dyspozycji do nadawania, jest określony przez czas utrzymywania znacznika (Token Hold Time)  $T_{HT}$ . Tym samym czas dostępu  $T_z$ , jaki upływa od chwili przekazania przesyłki do podwarstwy MAC do chwili jej nadania, jest zależny od sytuacji. Dla przypadku, gdy bufor nadawcze są opróżniane całkowicie przy każdym obiegu znacznika, maksymalna wartość  $T_z$  jest określona przez czas jednego obiegu znacznika (Token Rotation Time)  $T_R$ . Pomiedzy czasem  $T_R$  a czasami  $T_{HT}$  poszczególnych stacji istnieje zależność:



Rys. 3.3. Typowy przebieg transmisji.

$$T_R = T_{Rmin} + \sum_{i=1}^N T_{HTi} \quad /1/$$

przy czym  $T_{Rmin}$  jest najkrótszym czasem obiegu znacznika, odpowiadającym obiegowi bez jakiegokolwiek wymiany przesyłek użytkowników. Jeżeli natomiast bufor nadawczy nie zostaje opróżniony w czasie jednego obiegu znacznika, czasy dostępu nie mogą być określone jednoznacznie. Ma to miejsce wówczas, gdy któraś ze stacji przygotowuje przesyłki z dużą częstością; w jej buforze nadawczym znajduje się bowiem wtedy tak dużo przesyłek, że dalsze, przekazywane do MAC, nie mogą być już nadane z okazji najbliższego posiadania przez nią znacznika. Rzeczywista chwila nadania zależy wtedy od liczby przesyłek zgromadzonych w buforze.

Czas  $T_{PHY}$  przeniesienia przesyłki przez medium przesyłowe jest określony przez przepływność binarną medium i długość przesyłki i może być ściśle obliczony. U odbiorcy (stacja k) przesyłka jest przyjmowana przez bufor odbiorczy podwarstwy MAC. Czas  $T_V$  przebywania przesyłki w podwarstwie MAC tej stacji jest zależny od jej obciążenia. Czasy przetwarzania przesyłki przez poszczególne warstwy protokołu są określone czasami  $T_{LLC}$  (podwarstwa LLC) i  $T_p^*$  (warstwy 3–7). Po kolejnym przetworzeniu przez program użytkowy (czas  $T_B$ ) wynik może być nadany jako odpowiedź.

W drugiej połowie cyklu powtarza się opisany ciąg zdarzeń, z tym, że teraz stacja k jest nadawcą, a stacja i – odbiorcą. Należy podkreślić, że gwarantowany czas potrzebny dla pełnego cyklu przesyłania (tj. dwóch podcykli wg opisu powyżej) nie może być krótszy od czasu dwukrotnego obiegu znacznika, przy czym i ta wartość nie może być zagwarantowana bez szczegółowych ustaleń.

Reasumując należy stwierdzić, że:

- gwarantowany czas dostępu  $T_{zmax}$  nie może być krótszy niż czas obiegu znacznika  $T_R$ ,
- aby uzyskać powyższy czas gwarantowany, jest wymagane, aby bufor stacji nadawczej był całkowicie opróżniany w czasie, gdy stacja jest uprawniona do nadawania,
- dla cyklu komunikacji z odpowiedzią należy, przy optymalnych warunkach przesyłki, przewidzieć czas równy dwóm czasom obiegu znacznika.

### 3.3.2. WYMAGANIA DLA OBSŁUGI W CZASIE RZECZYWISTYM

Powstaje pytanie, jaka może być górna granica czasu obiegu znacznika (z punktu widzenia spełnienia wymagań użytkowych) i czy jest ona możliwa do osiągnięcia.

Wychodząc z założenia, że segment sieci MAP obsługujący zadania w czasie rzeczywistym nie będzie miał więcej niż 100 stacji ( $N \leq 100$ ) oraz, że zapotrzebowanie na dostęp do magistrali będzie rozkładać się równomiernie, dla czasu obiegu

znacznika  $T_R = 100$  ms otrzymuje się czas utrzymywania znacznika  $T_{HT} \approx 1$  ms. Wydaje się, że ta wartość nie przekracza granicznych możliwości technologicznych. Jednakże specjaliści od obsługi procesów w czasie rzeczywistym, którzy formułowali Publikację IEC 955 PROWAY-C podali wartość 20 ms dla gwarantowanego czasu dostępu  $T_{zmax}$ . To zaś oznacza, że  $T_R \leq 20$  ms. W podanym wyżej przykładzie dla czasu utrzymywania znacznika otrzymuje się  $T_{HT} \approx 0,2$  ms i powstaje pytanie, czy można zagwarantować, że w tym czasie zdąży nastąpić rozładowanie bufora u nadawcy. Można więc stwierdzić, że przy obecnie dostępnych technologiach sieci MAP wg pierwotnej koncepcji nie mogą zapewnić spełnienia wymagań obsługi procesów w czasie rzeczywistym lub mogą ją spełnić tylko w małych sieciach. To stwierdzenie jest zgodne z głosami krytycznymi, przytoczonymi w p. 2.2. raportu. Opracowano więc modyfikacje, służące polepszeniu obsługi procesów w czasie rzeczywistym. Zostały one wprowadzone w specyfikacjach MAP 2.2. i 3.0., gdzie figurują jako opcje.

Te modyfikacje idą w dwóch kierunkach:

- modyfikacja procedury dostępu do medium przesyłowego, która dla określonych klas przesyłek znacznie polepsza relacje czasowe,
- modyfikacja architektury umożliwiająca bezpośredni dostęp z warstwy 7 do warstwy 2, co nie tylko skraca czasy obsługi, lecz również zmniejsza zakłócenia przez likwidację części protokołów.

Te modyfikacje mają jednak pewne ujemne cechy, które zostaną omówione.

### 3.3.3. MODYFIKACJE PROCEDURY DOSTĘPU DO MEDIUM

Pierwsza modyfikacja polega na wprowadzeniu priorytetów przy dostępie do medium przesyłowego; tylko niektórym przesyłkom, znajdującym się w buforze nadawcy, gwarantuje się, że zostaną nadane w ciągu najbliższego obiegu znacznika. Podwarstwa MAC zarządza oddzielnymi buforami nadawczymi dla czterech priorytetów, które norma określa jako klasy dostępu 6,4,2,0. Te priorytety są przypisane do następujących zastosowań:

- priorytet 6: przesyłki pilne, tylko dla przesyłek o tym priorytecie gwarantuje się maksymalny czas dostępu,
- priorytet 4: przesyłki normalne do sterowania procesami,
- priorytet 2: ujęcie danych o normalnej pracy i wskazania,
- priorytet 0: przesyłanie pakietów danych i programów.

Dla każdego z priorytetów są tworzone oddzielne kolejki w buforze nadawczym i uprawnienie do nadawania (Token) jest realizowane wewnątrz stacji począwszy od priorytetu 6 w dół. Sterowanie priorytetami działa następująco:

- czas zatrzymania znacznika (Token Hold Time) jest najpierw przełożony na wartość  $T_{HTE}$  (High Priority Token Hold Time — czas zatrzymania znacznika dla najwyższego priorytetu). Przyjęto, że czas ten jest tak wybrany dla określonego

zastosowania, aby mogły być nadane wszystkie przesyłki znajdujące się w buforze o priorytecie 6;

- dla każdego z niższych priorytetów definiuje się pożądaną czas obiegu znacznika ( $TRT_4$ ,  $TRT_2$ ,  $TRT_0$ ) oraz ustala się czas, który upłynął od ostatniego przekazania znacznika ( $TTC_4$ ,  $TTC_2$ ,  $TTC_0$ ). Jeżeli więc ma być obsłużony bufor o priorytecie  $i < 6$  i pożądaną dla tego czas obiegu znacznika jest większy niż czas od ostatniego przekazania znacznika, to czas zatrzymania znacznika (Token Hold Time) jest równy różnicy:

$$THT = TRT_i - TTC_i \quad /2/$$

W innym przypadku znacznik zostaje natychmiast przekazany dalej;

- dla przesyłek o różnym priorytecie otrzymuje się różną jakość obsługi, przy czym ważna jest następująca reguła:

$$TRT_4 \geq TRT_2 \geq TRT_0 \quad /3/$$

- na koniec można dojść do stwierdzenia, że gwarantowany czas dostępu dla przesyłki o priorytecie 6 jest dany zależnością

$$T_{v6max} = \max(N, THT_6, TRT_6) \quad /4/$$

-Ta ostatnia zależność nie jest całkiem ścisłą, gdyż uwzględnia tylko sprawdzenie zależności czasowych dla początków przenoszenia przesyłek. Dla długich przesyłek mogą wystąpić odchylenia od obliczonych wg /4/.

**D r u g a m o d y f i k a c j a** w zakresie procedury dostępu do medium polega na przyjęciu, że stacja, gdy uzyska prawo nadawania, najpierw wysyła odpowiedzi na otrzymane przesyłki. Jeżeli się bowiem chce być pewnym, że określona przesyłka dotarła do adresata, to długi czas oczekiwania na odpowiedź jest niedogodny a może być i niebezpieczny. Wprowadzono więc możliwość odpowiedzi natychmiastowej (immediate response LLC 3 type 3). Stacja odpowiada wtedy na otrzymaną przesyłkę z żądaniem odpowiedzi natychmiast, jak tylko stacja zapytana uzyska prawo nadawania. Czas potrzebny na odpowiedź musi być uwzględniony w czasie  $THT$  (Token Hold Time) i może prowadzić do przedłużenia czasu obiegu znacznika  $TR$ . Odpowiedź musi być przygotowana w podwarstwie LLC stacji zapytanej. Procedura dostępu nadaje się więc do odbioru (echo) bezpośrednio wchodzącej przesyłki jako pokwitowania jej odbioru lub w innym zastosowaniu do przepytania zdeponowanych przesyłek i mogłaby także przyspieszyć obsługę transakcji dzielonych.

### 3.3.4. DOSTĘP BEZPOŚREDNI DO WARSTWY 2 (MiniMAP i EPA)

Zmniejszenie całkowitego czasu obsługi przesyłki można uzyskać jeszcze innym sposobem. Na drodze z warstwy 7 do warstwy 2 przesyłka przechodzi przez warstwy 3-6 protokołu i jest przez nie przetwarzana. Czas potrzebny na to przetworze-

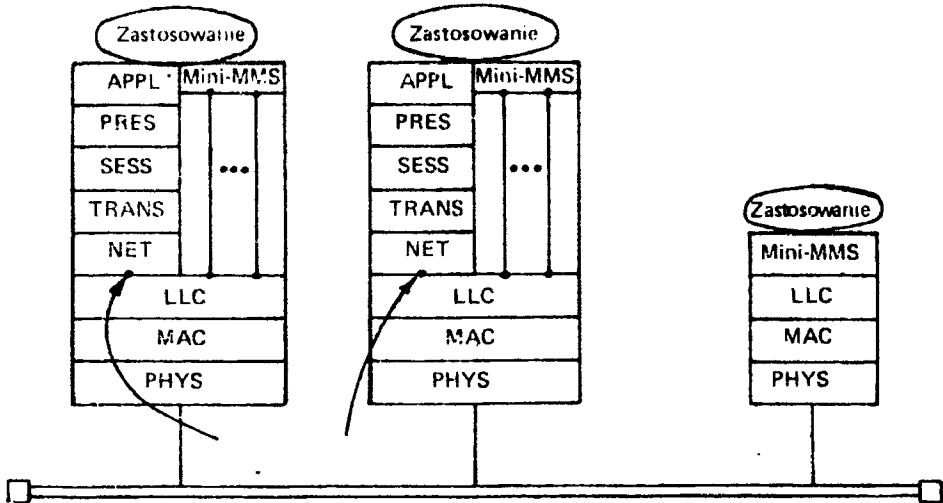
nie jest pomijalnie mały. Zaproponowano więc, aby dla zadań szczególnie krytycznych czasowo umożliwić bezpośredni dostęp z warstwy 7 do warstwy 2; jako wynik powstały architektury EPA (Enhanced Performance Architecture – Architektura o rozszerzonej funkcjonalności) oraz MiniMAP.

Oznacza to, że stacje uczestniczące w wymianie informacji są połączone oddzielną magistralą i nie mogą być adresowane powyżej tego segmentu sieci. Oszczędza się więc nie tylko czasy związane z przetwarzaniem przesyłki przez warstwy 3 do 6, lecz ponadto uzyskuje się redukcję wielkości przesyłki, gdyż nie trzeba przysyłać danych związanych z protokołami tych warstw, co prowadzi do dalszego skrócenia czasu obsługi. Architektury te przedstawiono na rys. 3.4.

Wprowadzenie bezpośredniego dostępu do warstwy 2 powoduje powstanie dwóch rodzajów zagadnień:

- ze względu na brak warstw 3–6 nie mogą być udostępnione programowi użytkownika te wszystkie usługi, jakie daje protokół pełny; użytkownicy muszą być więc podzieleni na pracujących z architekturą 3-warstwową i 7-warstwową.
- może zaistnieć pożądana koegzystencja obu architektur w jednym segmencie sieci.

W specyfikacji MAP 3.0. przewidziano specjalne segmenty do obsługi zadań w czasie rzeczywistym, segmenty te stosują magistralę pasma podstawowego [1]. Stacja MiniMAP zawiera jedynie warstwy 1 i 2 oraz warstwę 7 o ograniczonej funkcjonalności. Ponadto przewidziano stacje o funkcjonalności rozszerzonej (EPA). Mają one kilka interfejsów do podwarstwy LLC, z których jeden jest przeznaczony do dołączania pełnej architektury 7-warstwowej, a pozostałe służą do bezpośredniego dostępu do programu użytkownika przez ograniczoną warstwę 7

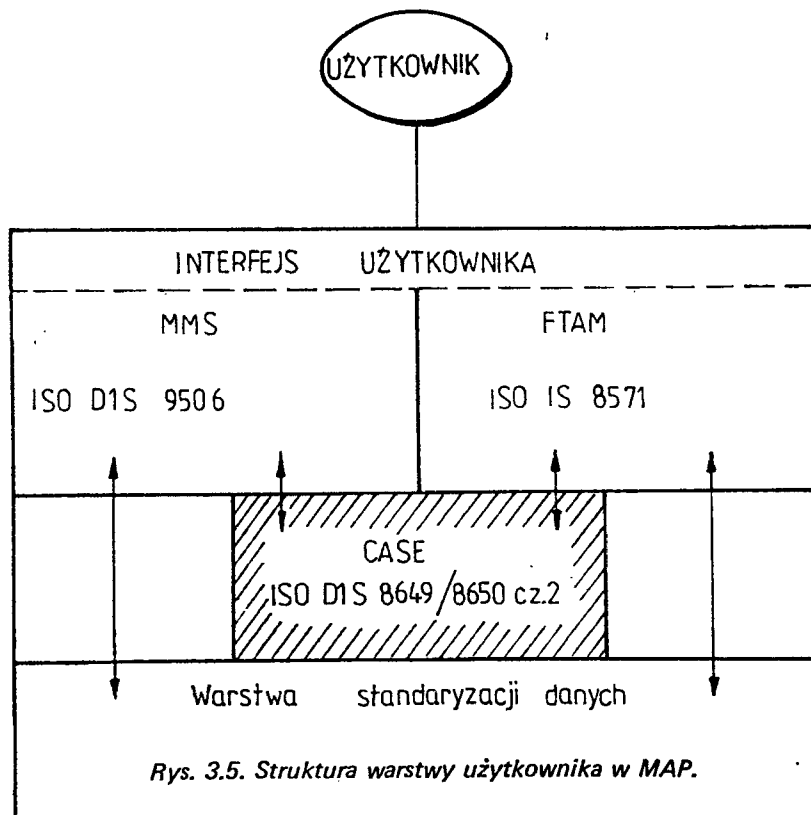


Rys. 3.4. Stacje MiniMAP i EPA.

Stacja MiniMAP może wymieniać przesyłki tylko ze stacją MiniMAP lub ze stacją EPA tego samego segmentu sieci, stacja EPA, dzięki kanałowi o pełnej architekturze, może komunikować się z innymi segmentami sieci.

### 3.3.5. PROTOKÓŁ WARSTWY 7

Jedną z najistotniejszych zmian wprowadzonych przez specyfikację MAP 3.0 jest zastąpienie protokołu użytkownika MMSF (Manufacturing Message Standard Format – znormalizowany format przesyłek dla wytwarzania) podanego w MAP Specification 2.1 p. 6A) przez protokół MMS (Manufacturing Message Specification – specyfikacja przesyłek w wytwarzaniu) zaproponowany przez EIA (Electronic Industries Association) i opublikowany jako norma RS 511, który poddany opiniowaniu w skali światowej uzyskał ostatecznie status normy ISO DIS 9506 w końcu 1988 roku. MMS jest jednym z protokołów dla warstwy 7 modelu OSI, jego miejsce w strukturze warstwy pokazano na rys. 3.5. Jest on przeznaczony do obsługi zadań sterowania procesami przemysłowymi. Wielka ich mnogość spowodowała, że MMS zawiera znaczną liczbę (około 80) różnych usług. Zostaną krótko omówione ważniejsze z nich. Ponieważ rzeczywiste procesy przemysłowe znacznie różnią się między sobą, w MMS



Rys. 3.5. Struktura warstwy użytkownika w MAP.

zdefiniowano pewien model ogólny zwany modelem wirtualnego urządzenia produkcyjnego (Virtual Manufacturing Device – VMD). Przedstawia on sobą funkcjonalność protokołu MMS w otoczeniu OSI (systemów otwartych). Ponadto, dla lepszego zrozumienia usług MMS, zdefiniowano obiekty abstrakcyjne i ich właściwości (atrybuty). Usługi opisują możliwe do wykonania operacje na tych obiektach. Przykładami obiektów są: flagi, zdarzenia i zmienne.

Można wyodrębnić następujące grupy usług.

- Zarządzanie kontekstami.

Usługi dla utworzenia i rozwiązania kontekstu MMS. Po wejściu w kontekst MMS (Service Initiate) mogą być wykorzystywane wszystkie inne usługi protokołu MMS. Definicja kontekstu użytkownika jest w [N2].

- Usługi VMD.

Umożliwiają uzyskanie i przekazanie informacji o rodzaju i statusie urządzenia, jego identyfikację oraz odczytanie adresu i ewentualne przeadresowanie obiektu MMS.

- Zarządzanie domenami (obszarami).

Obejmuje usługi dla przemieszczania domen, ich wymazywania oraz przeglądania ich atrybutów (domena jest podzbiorem zasobów VMD. Jako możliwy przykład takiego obiektu można podać realizowalny kod.).

- Zarządzanie wykonywaniem programów.

Tworzenie realizowalnych programów złożonych z domen, start, restart i zatrzymywanie wykonywania programów, powtórne ładowanie i wymazywanie programów.

- Zarządzanie flagami (semaforami).

Obejmuje usługi dla zdefiniowania, wymazania, rezerwowania i zwalniania flag jak również dla sprawdzania ich statusów.

- Komunikacja ze stacjami obsługiwanymi.

Obejmuje usługi wejścia i wyjścia.

- Zarządzanie zdarzeniami.

Należą tu usługi dla definiowania i kasowania obsługi zdarzeń, definiowania i kasowania przyporządkowanych działań, jakie powinny być wykonane w przypadku wystąpienia zdarzenia, powiadamianie o powstaniu zdarzenia itd. Ogółem ta grupa obejmuje 19 usług.

- Zarządzanie dokumentowaniem (Journal–).

Usługi dla zapisywania i odnajdywania informacji, zdarzeń lub zmiennych związanych ze zdarzeniami. W szczególności są to usługi typu „założenie dziennika”, „odczytanie lub wprowadzenie informacji do dziennika” i „ustalenie liczby aktualnych wpisów”.

Nie wszystkie usługi oferowane przez protokół MMS muszą być zaimplementowane w konkretnym zastosowaniu. Są więc opracowywane tzw. normy stowarzyszone dla grup urządzeń, w których będą ustalone te usługi, których implementacja jest wymagana.



Jednocześnie będą w nich bliżej zdefiniowane niektóre parametry, niezdefiniowane celowo w normie MMS. Normy stowarzyszone były omówione już w [1], a ponieważ nastąpił pewien postęp w ich opracowywaniu, zostaną jeszcze raz omówione w p. 3.2. tego raportu.

### **3.4. FIELDBUS jako uzupełnienie MAP [N14, N18, N17, N19, 4, 6, 16, 19, 40, 41, 42, 45, 46]**

#### **3.4.1. WSTĘP**

Jest rzeczą oczywistą i naturalną, że powstanie zdecentralizowanych systemów automatyki i sieci lokalnych wiążących stacje obiektowe, sterujące, stanowiska operatorskie itp. za pomocą wielodostępnej szeregowej magistrali danych, spowodowało krytyczne spojrzenie na sposób wymiany informacji z/i pomiędzy urządzeniami obiektowymi pobierania informacji pierwotnej (przetwornikami pomiarowymi) i elementami oddziaływującymi bezpośrednio na proces (siłownikami i sterownikami wykonawczymi). Sposób łączenia ich punkt—punkt z regulatorami, stacjami rejestracji i przetwarzania danych itp. stawał się technicznie coraz bardziej przestarzały, materiałochłonny i drogi. Jednocześnie został on zakwalifikowany z punktu widzenia odporności na zakłócenia elektromagnetyczne, występujące w środowisku przemysłowym. W krajach wysoko uprzemysłowionych narodziła się idea łączenia urządzeń obiektowych ze stacjami obiektowymi również za pomocą wielodostępnej szeregowej magistrali danych.

Ani magistrala pasma podstawowego Ethernet ani MiniMAP, ani tym bardziej magistrala szerokopasmowa nie nadawały się do tego celu. Rozpoczęto prace badawcze i projektowe ukierunkowane na rozwiązanie tego zagadnienia, a w 1985 roku zagadnienie opracowania międzynarodowej normy dla tej magistrali (FIELDBUS — magistrala miejscowa) zostało zgłoszone do IEC SC65C.

Magistrala miejscowa jest naturalnym uzupełnieniem sieci MAP i jej przedłużeniem w dół, bezpośrednio do urządzeń montowanych na obiekcie. Początki prac normalizacyjnych dotyczących magistrali miejscowej zostały zreferowane w [1]. Teraz zostanie przedstawiony dalszy bieg prac.

Równolegle do wolno postępujących prac w IEC/SC65/WG6 były prowadzone opracowania normalizacyjne we Francji, RFN, USA, Japonii oraz prace międzynarodowe w programie EWG EUREKA.

#### **3.4.2. PRACE W IEC**

Grupa Robocza IEC SC65C/WG6 wydała w lipcu 1987 roku drugi projekt wymagań funkcjonalnych dla systemu magistrali miejscowej [N17]. Został on skomentowany w [1]. Dalsze dokumenty nie zostały zredagowane. Grupa Robocza 6 pracuje, bazując na projektach krajowych i regionalnych, z których część zostanie omówiona niżej. We wrześniu 1988 roku odbyło się jej 10—dniowe zebranie w Sztokholmie, po którym

propozycje dalszego postępowania były omawiane na zebraniu Podkomite-  
tu IEC 65C [N14, N18].

WG6 powołała ad hoc 3 podgrupy zajmujące się równolegle:

- funkcjami warstwy fizycznej /1/,
- funkcjami warstwy pośredniej /2/,
- funkcjami warstwy wyższej /7/.

WG6 współpracuje z IEC SC65/WG1 [N19] w zakresie opracowania dokumentu  
opisującego warstwę 7 oraz z ISO TC184/SC5/WG2 w zakresie architektury systemów  
czasu rzeczywistego.

Na zebraniu IEC 65C w Sztokholmie (wrzesień 1988) przyjęto następujący harmono-  
gram prac:

Warstwa	Projekt do uwag	Projekt do głosowania
Fizyczna	I kw. 1989	I kw. 1990
Magistrali	II kw. 1989	II kw. 1990
Użytkownika	III kw. 1989	III kw. 1990

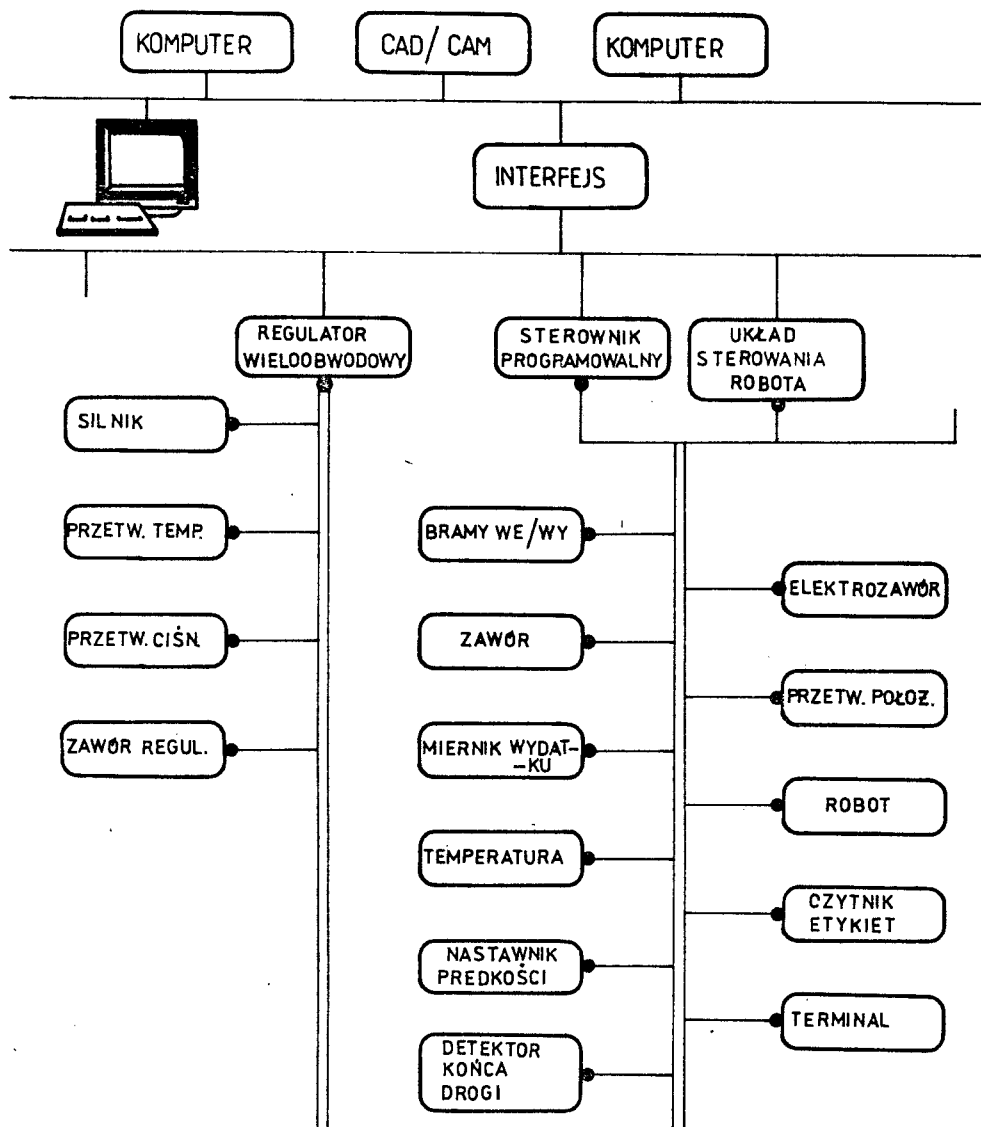
oraz postanowienie, że WG6 opracuje ogólną normę dla magistrali miejscowej oraz jej  
zastosowanie do sterowania i pomiarów w procesach przemysłowych, co należy  
rozumieć jako wyłączenie zagadnienia sterowników programowalnych i automatyzacji  
procesów dyskretnych.

Postanowienie to było wynikiem rysujących się dalszych opóźnień przy zbyt szerokim  
potraktowaniu tematu. Ponieważ zarówno eksperci od automatyzacji procesów  
ciągłych jak i od automatyzacji fabryk (tj. procesów dyskretnych) stwierdzili potrzebę  
powstania jednolitej normy dla obu zastosowań należy spodziewać się, po zakończeniu  
obecnego etapu prac, przystąpienia do realizacji uzupełnienia normy FIELDBUS dla  
procesów ciągłych.

### 3.4.3. PROJEKT FIP (FRANCJA) [6, 46]

Projekt FIP (Flux d'Information Processus — Factory Instrumentation Protocol —  
strumień informacji o procesie) powstał we Francji w latach 1982–1986 z inicjatywy  
Ministerstwa Badań i Technologii (Ministere de la Recherche et de la Technologie) i jest  
nadal rozwijany. Jest to magistrala miejscowa (bus de terrain) dla zrealizowania komuni-  
kacji pomiędzy różnymi elementami układu automatyki dla procesów ciągłych i  
dyskretnych (czujnikami, elementami wykonawczymi, urządzeniami we/wy, regulato-  
rami, automatami, układami sterowania robotów itd.). W znanej piramidzie opisującej  
symbolicznie fabrykę przyszłości FIP pokrywa poziom 0 (przetworniki i elementy  
wykonawcze) oraz poziom 1 (automatyzacja linii). Zastępuje tradycyjne okablowanie  
dla przekazywania sygnałów analogowych 4–20 mA połączeniem magistralowym,  
charakterystycznym dla systemów cyfrowych.

Do magistrali FIP można dołączyć 40 stacji (od 1–100 abonentów na stację) rozłożo-

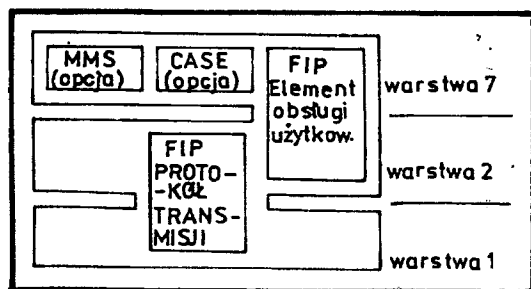


Rys. 3.6. Struktura funkcjonalna sieci FIP.

nych w odległości od 1 km, obsłużyć do 2000 informacji pomiarowych o czasie trwania 100 ms każda lub 3200 informacji dwustanowych o czasie trwania 10 ms każda lub ich dowolną kombinację równoważną.

Z punktu widzenia architektury FIP odpowiada architekturze MiniMAP. Na rys. 3.6. przedstawiono strukturę funkcjonalną sieci FIP zaś na rys. 3.7. jej architekturę. Obejmuje ona warstwę 7 modelu OSI, warstwę 2 i warstwę 1. Początkowo przewidywano jeszcze warstwę 6, lecz z ostatnich publikacji wynika, że została ona opuszczona. Wprowadzono natomiast opcjonalnie protokoły MMS i CASE przyjęte w MAP.

Warstwa fizyczna jest rozwiązana w postaci ekranowanej pary przewodów skręconych. Parametry elektryczne wg RS 485, zaś przepływność binarna wynosi, zależnie od odległości od 5 Mbitów/s przy 12 m do 50 kbitów/s przy 1,2 km. Przesyłane są ramki kodowane wg kodu Manchester.



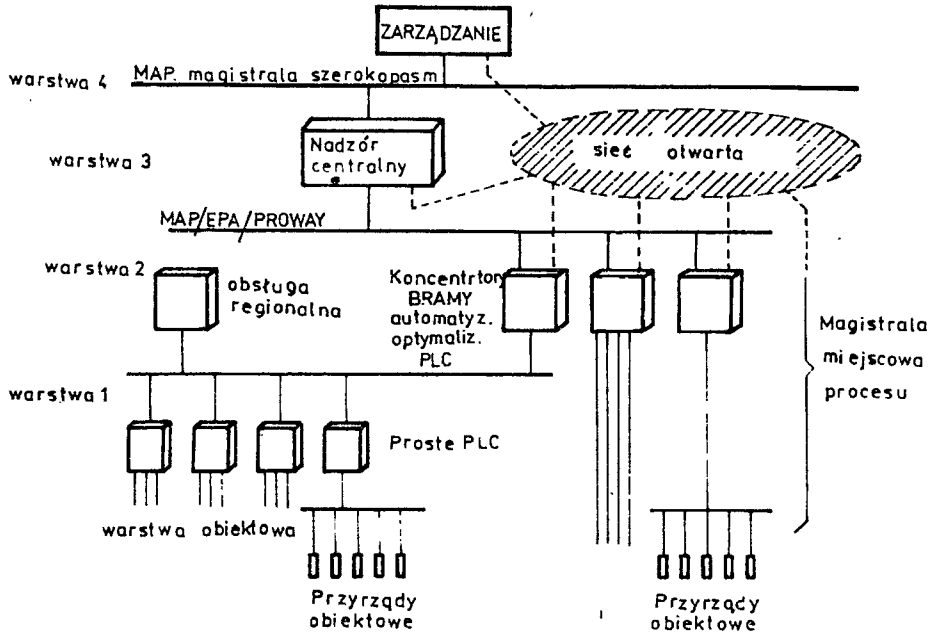
Rys. 3.7. Architektura FIP.

Dla warstwy 2 opracowano specjalny protokół preferujący ruch cykliczny; w przerwach pomiędzy obsługami ruchu cyklicznego mogą być przesyłane informacje acykliczne. Do realizacji tego protokołu opracowano specjalistyczny element VLSI.

FIP był prezentowany w IEC w październiku 1985 roku zaś w ISA (USA) w październiku 1986 roku. Generalna prezentacja jest przewidziana w 1989 roku. Norma FIP jest jednym z materiałów roboczych dla IEC 65C/WG6.

#### 3.4.4. PROJEKT PROFIBUS (RFN) [16, 40, 41, 25, 46]

Projekt PROFIBUS (Process FIELDBUS) powstał w RFN pod auspicjami Federalnego Ministerstwa ds. Rozwoju i Technologii. Zepoili on działania 14. producentów i 5. instytutów i jego celem jest opracowanie i sprawdzenie normy w czasie od września 1987 roku do końca 1989 roku. Pierwszy większy pokaz odbył się w marcu 1989 roku we Frankfurcie n. Menem, zaś zasadniczy pokaz we wrześniu 1989 roku w Hanowerze. Pierwszym etapem było ukazanie się w 1988 roku normy DIN 19245 cz. 1 „PROFIBUS”. Eksperti RFN dążą do uzyskania dla tej normy statusu normy międzynarodowej, przejawiając m.in. bardzo dużą aktywność w pracach IEC 65C/WG6. Przeznaczenie magistrali PROFIBUS jest identyczne jak omówionej wyżej magistrali FIP. Do magistrali PROFIBUS można dołączyć 32 stacje rozłożone w

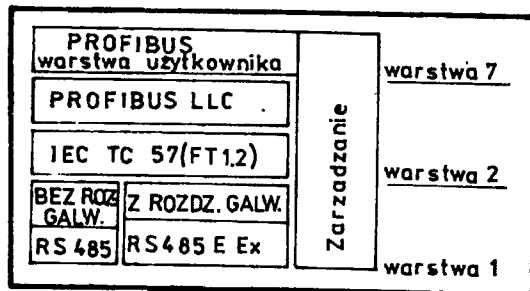


Rys. 3.8. Struktura funkcjonalna sieci PROFIBUS.

odległości 1,2 km z możliwością powiększenia tej odległości przez zastosowanie powtarzaczy.

Z punktu widzenia architektury PROFIBUS odpowiada architekturze MiniMAP. Na rys. 3.8. przedstawiono strukturę funkcjonalną sieci PROFIBUS i jej powiązanie z siecią MAP, zaś na rys. 3.9. architekturę sieci. Organizacja współpracy urządzeń dołączonych do sieci jest w zasadzie typu MASTER-SLAVE, co przedstawiono na rys. 2.10., na którym wskazano również na przewidziane możliwości zredukowania medium przesyłowego.

Z punktu widzenia modelu OSI sieć PROFIBUS obejmuje warstwę 0 (urządzenia obiektowe), warstwę 1 (medium przesyłowe, warstwę 2 (podwarstwa dostępu do),

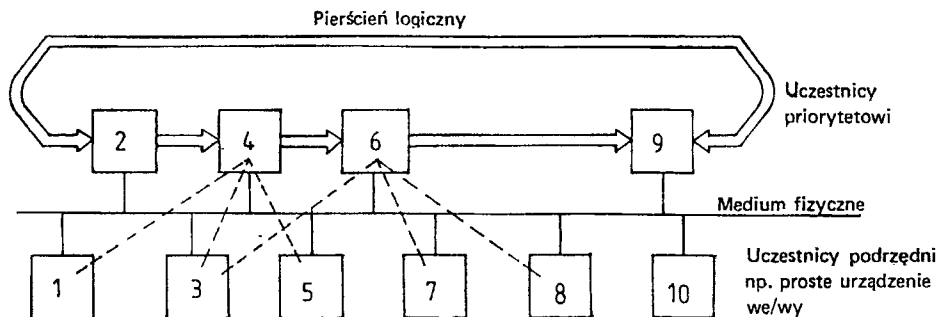


Rys. 3.9. Architektura PROFIBUS.

medium MAC i podwarstwa sprzężeń logicznych LLC) opisane w części 1 normy DIN 19245 oraz warstwę 7 (użytkownika), która jest przedmiotem części 2 tejże normy. Warstwa fizyczna jest wykonana w postaci ekranowanej pary przewodów skręconych.

Przewidziano wariant bez oddzielenia galwanicznego, wariant z oddzieleniem galwanicznym oraz iskrobezpieczny. Przyjęto interfejs komunikacyjny RS-485. Przepływność binarna od 9,6 do 500 kbitów/s nastawiana 5-stopniowo, przy czym przepływność powyżej 90 kbitów/s można osiągnąć dla zmniejszonych odległości przesyłu. Istnieje możliwość zredundowania medium przesyłowego i automatycznego przełączania na linię rezerwową w przypadku wykrycia uszkodzenia linii podstawowej. Warstwa 2, podwarstwa LLC przewiduje przesyłki o długości do 255 bajtów, w tym dla użytkownika 0 do 246 bajtów. Zabezpieczenie przesyłek albo na podstawie badania parzystości ( $H_d = 2$ , podobna do przesyłki FT 1.1. wg IEC TC51(Secretariat)58) albo kodem korekcyjnym  $x^7 + x^6 + x^5 + x^2 + x^1$  ( $H_d = 4$ , wg przesyłki FT2 zgodnie z dokumentem jw.). Do dyspozycji są usługi cykliczne, acykliczne i zarządzanie protokołem.

Protokół dostępu do medium przesyłowego ma hybrydową procedurę dostępu. Umożliwia ona pracę wg procedury MASTER-SLAVE lub też Token Passing (wędrującego znacznika), a ponadto, jak wspomniano wyżej, umożliwia ona łatwe zredundowanie linii przesyłowej oraz wykorzystanie PROFIBUS-a na pośrednim poziomie automatyzacji, na którym wymagana jest praca kilku stacji nadawczych. Zgodnie z tą zasadą w PROFIBUS-ie definiuje się priorytetowych (aktywnych) i podrzędnych (pasywnych) uczestników transmisji (rys. 3.10.). Uczestnik (stacja) priorytetowy (MASTER) może, po otrzymaniu uprawnienia do nadawania (znacznika - Token), z własnej inicjatywy nadać co najmniej jedną przesyłkę o wysokim priorytecie. Stacja podrzędna (SLAVE) może natomiast jedynie potwierdzać odebrane przesyłki lub na nie odpowiadać. Znacznik krąży w pierścieniu logicznym pomiędzy stacjami priorytetowymi. Jeżeli w systemie jest tylko jedna stacja priorytetowa, to nie



Rys. 3.10. Właściwości charakterystyczne protokołu znacznikowego PROFIBUS.

ma miejsca przekazywanie znacznika. Odpowiada to prostej transmisji 1 MASTER i n SLAVE.

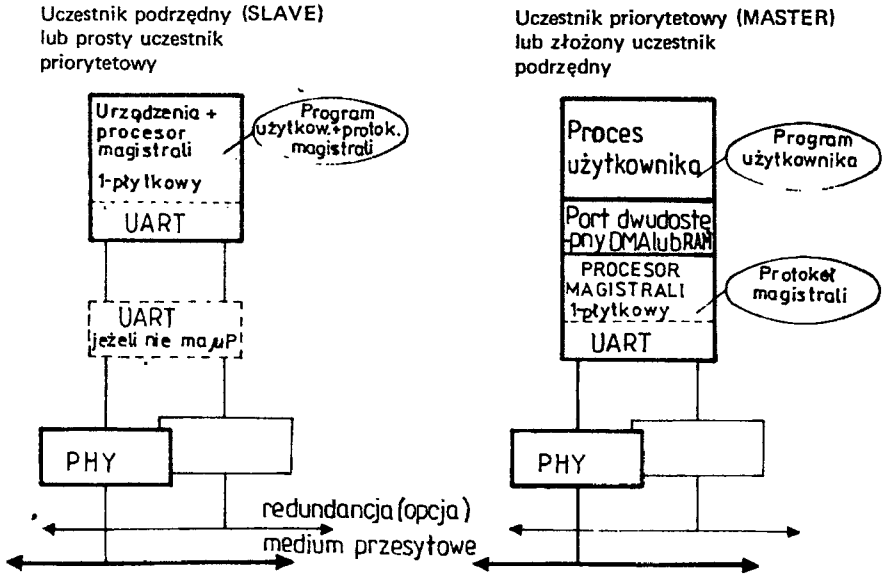
Wspomniana wyżej procedura dostępu do magistrali bazuje na zasadzie wędrującego znacznika (Token Passing) zdefiniowanej w normie IEEE 802.4 (ISO DIS 8802.4) i przyjętej z powodzeniem w MAP i PROWAY-C (IEC Publ. 955), z której zaczerpnięto ponadto obsługę zarządzania i obsługę przesyłu danych, wprowadzając uproszczenia ograniczające funkcjonalność.

Protokół przesyłu danych zaczerpnięto ze wspomnianego wyżej dokumentu IEC TC57(Secretariat)58 p. 5.2., 5.1.

Dla warstwy 7 (użytkownika) opracowuje się specjalny protokół, którego założeniem jest maksymalna prostota. Ze wstępnych badań uzyskano następujące zależności czasowe:

- przy 10 stacjach priorytetowych i przepływności binarnej 500 kbitów/s czas gwarantowany dla uzyskania możliwości nadania przesyłki o wysokim priorytecie wynosi 27 ms,
- przy 30 stacjach podrzędnych, przepływności 100 kbitów/s i 10 bajtów netto w przesyłce, czas reakcji systemu wynosi 120 ms.

Realizacja komunikacji wg normy PROFIBUS nie wymaga nowych specjalizowanych elementów scalonych. Protokół implementuje się na jednopytkowym mikroprocesorze 8051 i elementach scalonych opracowanych już do MAP (rys. 3.11.).



Rys. 3.11. Przykłady implementacji PROFIBUS.

W 1988 roku doszło do spotkania kierownictwa programów PROFIBUS i FIP oraz do spotkania specjalistów [45]. Postanowiono dążyć do opracowania wspólnego dla obu programów protokołu warstwy 7 tj. protokołu użytkownika.

#### 3.4.5. PROJEKT EUREKA—Fieldbus [42, 46]

Projekt EUREKA—Fieldbus został pomyślany jako ogólnoeuropejska odpowiedź na prowadzone w tym zakresie prace w USA (ISA — Instrument Society of America) i Japonii (JEMINA). Projekt jest finansowany i realizowany przez międzynarodowe konsorcjum obejmujące firmy francuskie, brytyjskie, fińskie, włoskie, szwedzkie, norweskie i zachodniemieckie; funkcję kierowniczą pełni firma CGEE Alsthom (Controle Bailey) z Francji. Celem projektu jest opracowanie magistrali miejscowej wg następującego planu:

- specyfikacja i definicja magistrali miejscowej,
- opracowanie normy,
- opracowanie specjalizowanych elementów scalonych VLSI dla realizacji protokołów FIELDBUS w zakresie komunikacji i zastosowań,
- opracowanie urządzeń pracujących na magistrali,
- instalacje pilotowe.

Przyjęto, że projekt ma:

- spełniać wymagania funkcjonalne podane przez IEC IC65C/WG6 [N14],
- spełniać wymagania zarówno automatyzacji procesów ciągłych jak i dyskretnych, w tym wymagania środowiskowe, bezpieczeństwa i iskrobezpieczeństwa, łatwości redundowania i niskich kosztów stosowania,
- nadawać się do stosowania w „świecie MAP” tj. sieć ma współpracować z siecią MiniMAP i MAP/EPA,
- mieć strukturę zgodną z modelem OSI.

Przyjęto następujące założenia ogólne:

#### **T o p o l o g i a**

- magistrala z odprowadzeniami,
- magistrala z odgałęzieniami (struktura drzewiasta),
- magistrala z węzłami gwiazdzistymi,
- odgałęzienia przez powtórzacze.

Wynika to m.in. z dążenia do wykorzystania istniejących instalacji

#### **M e d i a   p r e s y ł o w e**

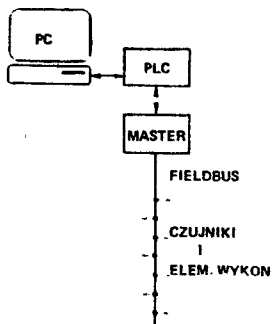
- para skręcana,
- kabel współosiowy,
- światłowód,
- łączność radiowa,

przy czym w instalacjach dla automatyzacji procesów ciągłych ma być preferowane medium „para skręcana”.

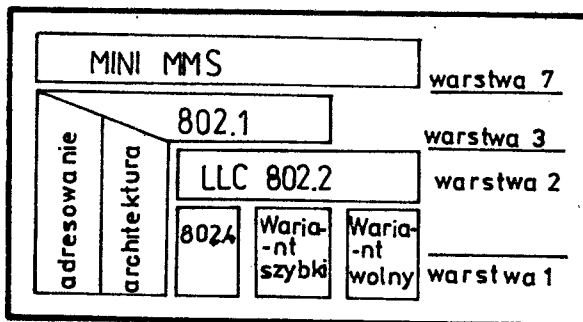


## Inne

- maksymalna długość 1500 m, wliczając odprowadzenia,
- maksymalna długość 50 m przy węzłach gwiazdzystych i 15 m przy strukturze drzewiastej,
- maksimum 30 stacji dołączonych do magistrali bez pośrednictwa wzmacniaczy,
- przepływ danych w systemie z wieloma stacjami priorytetowymi (MASTER),
- opcjonalnie możliwość redundowania medium przesyłowego,
- przepływność binarna: minimum 19,2 kbitów/s, maksimum 1 Mbit/s,
- czas przepływu informacji przez magistralę: minimum 1 ms, maksimum 500 ms,
- modulacja: kodowanie Manchester II,
- zabezpieczenie przesyłek  $H_d = 4$  tj. FT2 wg IEC TC 57 (patrz PROFIBUS),
- opcjonalnie oddzielenie galwaniczne odprowadzeń.



Rys. 3.12. Magistrala miejscowa dla małych instalacji.



Rys. 3.13. Magistrala miejscowa o architekturze MAP.

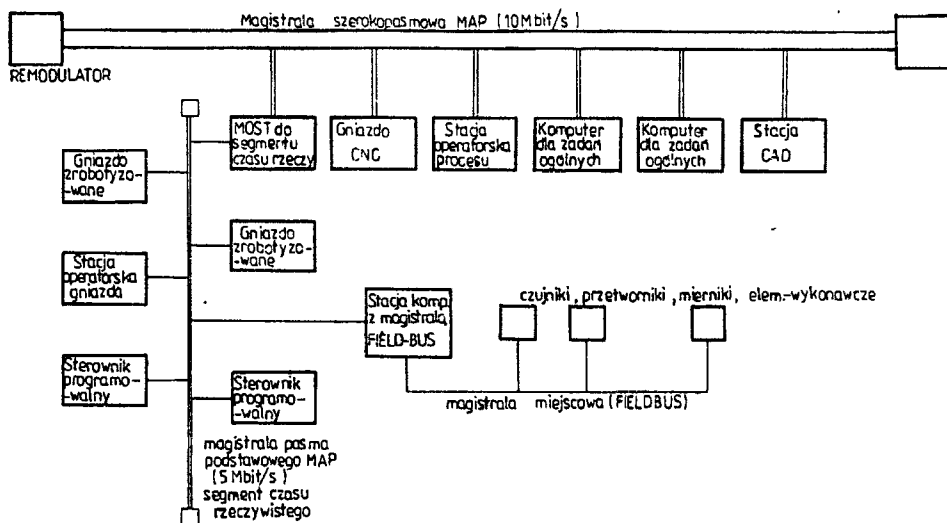
W przypadku małych instalacji przewiduje się możliwość prostego sterowania z komputera osobistego przez sterownik programowalny (rys. 3.12.).

W związku z istnieniem projektów FIP, PROFIBUS, ISA i JEMINA oraz projektem jednej z firm uczestniczących w omawianym projekcie (rys. 3.13. projekt firm Rosemount i Philips) należy się spodziewać, zdaniem komentatorów programu EUREKA-Fieldbus, znacznych trudności przy ustanawianiu normy międzynarodowej.

### 3.5. Rozwinięta struktura sieci MAP [49, 50]

Typową strukturę sieci MAP wg specyfikacji 3.0. przedstawiono na rys. 3.14. Struktura ta uwzględnia uwagi krytyczne i nowo wprowadzone warianty, omówione wyżej.

Komputery, stacje robocze i stanowiska operatorskie (nadzorcze) pracujące jako urządzenia informatyczne oraz całe segmenty (gniazda) automatyzacyjne pracujące w czasie rzeczywistym są dołączone do magistrali szerokopasmowej o przepływności binarnej 10 Mbitów/s, stanowiącej kręgosłup (backbone) o architekturze MAP.



*Rys. 3.14. Typowa struktura sieci MAP.*

Gniazda zrobotyzowane, sterowniki swobodnie programowalne i stacje operatorskie gniazda są połączone magistralą pasma podstawowego o przepływności binarnej 5 Mbitów/s i pracują w architekturze MiniMAP i/lub EPA tworząc sygnały pracujące w czasie rzeczywistym. Połączenie z magistralą szerokopasmową następuje przez most [1]. Do magistrali pasma podstawowego dołączane są ponadto stacje zarządzające magistralą miejscową, do której z kolei dołącza się czujniki i przetworniki pomiarowe, elementy wykonawcze ciągłe i dyskretne oraz urządzenia wskazujące i/lub rejestrujące dane o procesie, wykorzystywane na miejscu.

### 3.6. Diagnostyka w sieci MAP [23]

Sieci lokalne są złożonymi układami urządzeń technicznych oraz oprogramowania i z tego tytułu są podatne na uszkodzenia. Wymaga się natomiast od nich bardzo dużej niezawodności i pewności pracy, co powoduje, że zagadnienia diagnostyki ewentualnych uszkodzeń ma istotne znaczenie. Potrzebne są zarówno mechanizmy automatyczne wykrywające uszkodzenia oraz zabezpieczające przed krążeniem przesyłek fałszywych, jak też proste urządzenia oraz zewnętrzne systemy diagnostyczne umożliwiające szybką lokalizację uszkodzeń.

W szczególności dla diagnostyki sieci lokalnych potrzebne są dwa rodzaje środków:

- specjalne narzędzia wspomagające specjalistę (eksperta) przy diagnozowaniu sieci,
- system wspomagania komputerowego dla użytkownika sieci, umożliwiający mu rozpoznanie uszkodzenia, gdy ekspert nie jest dostępny.

Należy przy tym rozważyć zespół czynników składający się na dwie główne sytuacje:

uruchamianie sieci nowych i eksploatację sieci oddanej do użytku.

Uruchamianie sieci nowych, zwłaszcza nowo opracowanych charakteryzuje się następującym zbiorem sytuacji:

- wiele składników oprogramowania sieci, zarówno oprogramowania komunikacyjnego jak i użytkowego, dopiero powstaje,
- pierwszym zadaniem jest wykrycie błędów w opracowaniu sieci,
- lokalizacja uszkodzenia sprzętu lub błędu programowego jest często trudna, gdyż może się nakładać działanie wielu źródeł błędów,
- typowa jest następująca sytuacja początkowa: nie wiadomo, czy nadajnik nie nadaje, czy sieć nie przenosi, czy też odbiornik nie odbiera,
- typowymi przyczynami błędów są błędy w konfigurowaniu i parametrowaniu składników sprzętu i oprogramowania oraz błędne lub podwójne adresowanie,
- wielokrotne zmiany w sieci,
- nie zainstalowane zarządzanie siecią,
- uczestnikami diagnostyki są przede wszystkim ci, którzy opracowywali składniki sieci.

Natomiast przy eksploatacji sieci wprowadzonych już do ruchu występują poniższe sytuacje charakterystyczne:

- uczestnikami diagnostyki są użytkownicy, nie będący specjalistami w dziedzinie sieci lokalnych,
- konieczne jest zachowanie dużej niezawodności i dostępności podstawowych funkcji komunikacyjnych,
- w małych sieciach homogenicznych o prostej topologii i funkcjonalności diagnostyka jest najczęściej stosunkowo prosta,
- w dużych sieciach heterogenicznych niektóre uszkodzenia są zaledwie widoczne,
- błędy są często spowodowane obejściami i rozszerzeniami w sieci,
- lokalizacja błędów jest utrudniona, gdyż realizacja określonej przesyłki i związane z tym zależności nie są znane,
- typowymi błędami są: uszkodzenia elementu sprzętu (np. zluzowanie złącza wtykowego), wstawienie niewłaściwego adresu, błędy obsługi, błędy wtórne, gdy uszkodzony składnik sieci blokuje jej funkcje bezpośrednio z nim nie związane, duże protokoły komunikacyjne nie są w pełni przestrzegane lub implementowane.

Ten wielki zakres problemów, związanych z diagnostyką sieci, prowadzi do wniosku, że ich rozwiązanie należy poszukiwać przez zastosowanie systemów ekspertowych. Takie systemy, nakierowane na diagnostykę sieci lokalnych, są już opracowywane m.in. w firmie Siemens.

#### 4. AKTUALNY STAN NORMALIZACJI

##### 4.1. Normy podstawowe [49, 50, 34]

Specyfikacja MAP 3.0. ustaliła aktualny zestaw norm podstawowych do realizacji sieci MAP we wszystkich wariantach. Normy te wyliczono w tabl. 4.1. i zestawiono w tabl. 4.2. z podaniem ich statusu (IS, DIS, DP) wg stanu na 20.02.1989 na podstawie informacji z Centralnego Ośrodka Informacji Normalizacyjnej w Warszawie. Tablica 4.2. zawiera dwie normy uzupełniające, nie objęte zestawieniem norm podanych w tabl. 4.1.

Przegląd norm wg specyfikacji MAP 3.0. i TOP 3.0.

TABLICA 4.1.

	MAP 3.0		TOP 3.0	
	FTAM ISO IS 8571	MMS ISO DIS 9506	FTAM ISO IS 8571	MHS CCITX.400
Warstwa 7 użytkownika	CASE ISO DIS 8649/2 ISO DIS 8650/2		CASE ISO DIS 8649/2 ISO DIS 8650/2	
	ISO IS 8822 ISO IS 8823		ISO IS 8822 ISO IS 8823	
	ISO IS 8326 ISO IS 8327		ISO IS 8326 ISO IS 8327	
Warstwa 4 transport danych	ISO IS 8072 ISO IS 8073 Klasa 4		ISO IS 8072 ISO IS 8073 Klasa 4	
	ISO IS 8348 ISO DIS 8473 bezłączeniowa		ISO IS 8348 ISO DIS 8473 bezłączeniowa	
Warstwa 2 magistrala	IEEE 802.2 LLC ISO DIS 8802/2		IEEE 802.2 LLC ISO DIS 8802/2	
	IEEE 802.4 ISO DIS 8802/4		IEEE 802.3 ISO DIS 8802/3	
Warstwa 1 fizyczna	Token Passing Szerokopasmowa 10 Mbit/s Pasma podstawowego 5 Mbit/s		CSMA/CD Pasma podstawowego 10 Mbit/s	

Uwagi do tablicy 4.1.

1. DIS 8649 i DIS 8650 – ważne teoretycznie do 87–42
2. IS 8326: DAD 1 do 90.01
3. IS 8327: DAD 1 do 89.03

4. IS 8073: Revision ISO 8073, 1986 – DP 8073  
     DAD 1 (do 88.10.): Network connection management subprotocol  
     DAD 2 (do 89.03.): Class four operation over connectionless network service  
     DP DAD 3 (do 91.05.) – pro forma
5. DIS 8802.2 – 11: DIS do 88.10. DAD 1 do 90.01.
6. DIS 8801.3 – 11: DIS do 88.08. DAD 1 do 88.01. DAD 2 do 89.03.
7. DIS 8802.4: ważny do 87.10. (brak informacji o ustanowieniu normy)

**Wykaz norm ISO dla MAP 3.0 i TOP 3.0**

TABLICA 4.2.

Lp.	Numer	Nazwa
1.	ISO DIS 9506	Manufacturing Message Specification, Part 1 Service Specification; Part 2: Protocol Specification (1989 r.)
2.	ISO IS 8571	File Transfer, Access and Management (1987 r.)
3.	ISO DIS 8649	Service Definition for Common Application Service Elements, Part 2: Association Control
4.	ISO DIS 8650	Protocol Specification for Common Application Service Elements, Part 2: Association Control
5.	ISO IS 8822	Connection Oriented Presentation, Service Definition, (1988 r.)
6.	ISO IS 8823	Connection Oriented Presentation, Protocol Specification (1988 r.)
7.	ISO IS 8824	Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1)
8.	ISO IS 8825	Encoding Rules for Abstract Syntax Notation One
9.	ISO IS 8326	Basic Connection Oriented Session Service Definition (1987 r.)
10.	ISO IS 8327	Basic Connection Oriented Session Protocol Definition (1987 r.)
11.	ISO IS 8072	Transport Service Definition (1986) + DAD 1 (1986)
12.	ISO IS 8073	Connection Oriented Transport Protocol Specification (1986 r.)
13.	ISO IS 8348	Network Service Definition
14.	ISO DIS 8473	Data Communications Protocol for Providing the Connectionless-mode Network Service
15.	ISO DIS 8802/2	Logical Link Control
16.	ISO DIS 8802/2	Token Passing Bus Access Method and Physical Layer Specification
17.	ISO DIS 8802/3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection Method and Physical Layer Specification

#### 4.2. Normy stowarzyszone z ISO DIS 9506 [N11, N6, N4, N5, N20, N21, N10]

Jak zaznaczono w p. 2.3.7. norma ISO DIS 9506 (Manufacturing Message Specification, MMS) przewiduje duży asortyment usług, które nie we wszystkich zastosowaniach będą wykorzystywane. Powstała więc potrzeba sformułowania pewnych zawężonych specyfikacji usług oraz wyboru dopuszczalnych opcji dla implementacji tej normy w konkretnych przypadkach. W [1] omówiono projekt prac normalizacyjnych w tym zakresie tj. projekt zakresu opracowania tzw. norm stowarzyszonych (Companion Standards) do normy ISO 9506. Koordynatorem jest ISO TC/84/SC5/WG2.

Obecnie:

- ISO TC 184/SC2 opracowuje normę stowarzyszoną do ISO 9506 w zakresie robotów przemysłowych, na podstawie akceptacji w głosowaniu przez Komitety Narodowe. Projektu dotąd nie otrzymano.
- ISO TC 184/SC1 opracowuje normę stowarzyszoną do ISO 9506 *Numerical Control Semantics for the Manufacturing Message System Service and Protocol Standard* obejmującą sterowanie obrabiarkami, na podstawie akceptacji w głosowaniu przez Komitety Narodowe. Projektu dotąd nie otrzymano.
- ISO TC 184/SC5 zgłosił do opracowania normę stowarzyszoną do ISO 9506 *Production Management Companion Standard for DIS 9506*. Zgłoszenie to było poddane głosowaniu przez Komitety Narodowe. Polska poparła projekt. Dalszych informacji nie otrzymano.
- IEC SC 65A/WG6 opracowuje normę *Programmable Controller Companion Standard to the Manufacturing Message Service (MMS – ISO 9506) – PCMS* na bazie decyzji zebrania SC 65A w Pradze (1987 r.) i dalszych decyzji jego Przewodniczącego oraz Komitetu Sterującego (SCIA). Zachowywana jest współpraca z IEC SC 65C/WG1 oraz TC 184/SC5. SCIA (Steering Committee on Industrial Automation) decyzją Nr 42 zaakceptował ten kierunek prac i polecił, aby materiały robocze WG6 były kierowane do ISO TC 184/SC5 i tam odpowiednio rozesłane do konsultacji.
- IEC SC 65C/WG1 opracowuje normę stowarzyszoną do ISO 9506 *Processing Messaging Service – PMS*, zgodnie z decyzjami SCIA. Prace podzielono pomiędzy amerykańskich i europejskich członków grupy roboczej i są one prowadzone we współpracy z ISO TC 184/SC5/WG2. Ponieważ SC 65C/WG1 współpracowała aktywnie przy opracowywaniu normy ISO 9506, więc współpracy z ISO TC 184/SC5/WG2 przy opracowywaniu normy PMS ma już przetartą drogę. Projektu jeszcze nie otrzymano.

Zgodnie z decyzją SCIA Nr 43 normy stowarzyszone do ISO 9506 będą głosowane zarówno w ramach procedury ISO jak i IEC, niezależnie od ich autorstwa.

Otwarta jest jeszcze sprawa numeracji norm stowarzyszonych opracowywanych w IEC. W ISO postanowiono, że normy te będą miały kolejne numery części normy ISO 9506

Rys. 4.1.  
Pożądana  
struktura  
norm  
stowarzyszonych.

Modelowanie funkcji użytkownika i struktura danych
Przebieg komunikacji
Nazwy i ich kodowanie
Zastosowanie usług MMS
Zastosowanie usług uzupełniających
Klasy zgodności

i to jest decyzja odnośnie norm opracowywanych w ISO. Odnośnie norm opracowanych w IEC nie wypracowano jeszcze sposobu numeracji podwójnej, wskazującej na autorstwo IEC. Sekretariaty ISO i IEC pracują nad tą sprawą.

Pożądana struktura norm stowarzyszonych została przedstawiona na rys. 4.1.

#### 4.3. Normy funkcjonalne (Functional Standards) [N10, N11, N22, N19]

Trwają prace w zakresie norm funkcjonalnych, których główne założenia przedstawiono w [1]. Prace te odbywają się pod kierownictwem Specjalnej grupy dla normalizacji funkcjonalnej, powołanej przez Wspólny Komitet Techniczny ISO /IEC /JTC1/SG-FS/, która w marcu 1988 roku opracowała dokument *Information Processing Systems – International Standardized Profiles – Taxonomy Framework and Directory of Profiles* [N22], który był rozesłany do zaopiniowania.

JTC1/SG-FS uważa, że procedura ustanawiania Norm Funkcjonalnych (Profiles – IPS) powinna być 2-stopniowa: pierwszy stopień obejmujący definicje techniczne, przygotowanie i ogólne uzgodnienie powinien być zrealizowany poza ISO/IEC przez jeden z trzech zespołów roboczych (Workshops) działających w zakresie systemów otwartych, stopień drugi obejmujący przejrzanie, zatwierdzenie i publikację powinien się odbyć w JTC1.

Jednym z tych zespołów roboczych jest Zespół Europejski (European Workshop on Open Systems – EWOS) grupujący osiem organizacji:

- CEN (European Committee for Standardization – Europejski Komitet Normalizacyjny),
- CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization – Komitet Europejski Normalizacji Elektrotechnicznej),
- SPAG (Standards Promotion and Application Group – Grupa Promocji i Stosowania Norm),
- ECMA (European Computer Manufacturers Association – Europejskie Stowarzyszenie Wytwórców Komputerów),
- OSI TOP (Open Systems Interconnection Technical and Office Protocol – Połączenia w Systemach Otwartych Protokół Techniczny i Biurowy),

- RAFE (Reseaux Associes pour la Recherche Europeenne — Sieci Stowarzyszone do Badań Europejskich),
- COSINE (Cooperation for Open Systems Interconnection Networking in Europe — Stowarzyszenie do Budowy Sieci wg Modelu Połączenia Systemów Otwartych w Europie),
- EMUG (European MAP Users Group — Europejska Grupa Użytkowników MAP).

Ta propozycja przedstawiona na zebraniu SCIA w Genewie, w marcu 1988 roku spotkała się ze sprzeciwem przewodniczących ISO TC 184 i IEC TC 184, którzy uważali, że IPS powinny powstawać w Komitetach Technicznych ISO i IEC i tam być zatwierdzane. Ponieważ nie wypracowano wspólnego poglądu, dyskusję kontynuowano w czasie zebrania JTC1/SG-FS w Tokio w maju 1988 roku i na zebraniu SCIA w Paryżu w czerwcu 1988 roku. Przewodniczący TC 184 i TC 65 zostali upoważnieni do prowadzenia rozmów w tej sprawie, a ponadto uznano za konieczną ścisłą współpracę z JTC1/SG-FS oraz zaproszenie Światowej Federacji Grup Użytkowników MAP/TOP do udziału w tych pracach, jako członka stowarzyszonego z ISO TC 184.

Tymczasem napłynęły uwagi do dokumentu rozesłanego przez JTC1/SG-FS, który ma być opracowany jako raport techniczny ISO/IEC TR 100. Kolejne posiedzenie poświęcone temu dokumentowi odbyło się na przełomie stycznia i lutego 1989 roku lecz jego wyników nie znamy. Niezależnie od powyższych dyskusji wiadomo, że IEC SC 65C/WG1 zgłosiło gotowość opracowania IPS w zakresie sterowania procesami przemysłowymi (IPS on Process Control Industry), co zostało zatwierdzone przez SC 65C i TC 65 na zebraniach w Sztokholmie. Podobny IPS w zakresie magistrali miejscowej (FIELDBUS) ma opracować SC 65C/WG6. Plan prac ISO TC 184 w tej mierze nie jest autorowi znany.

#### 4.4. PROWAY-C a MAP [N11, N12, N13, N14, N18]

Relacje pomiędzy PROWAY-C a MAP przedstawiono w [1]. Należy jednak zwrócić uwagę na dwie sprawy, które są jeszcze w toku załatwiania.

##### 4.4.1. UZUPEŁNIENIE PROWAY-C

W trakcie głosowania nad przyjęciem IEC Publ. 955 trzy kraje: Francja, RFN i Wielka Brytania zgłosiły stanowcze żądanie, aby publikacja została uzupełniona o medium przesyłowe i modulację FSK ze spójną fazą, o przepływności binarnej 5 lub 10 Mbitów/s, tak by uzyskać zgodność z wersją MAP o magistrali pasma podstawowego (MiniMAP i EPA). Ta sprawa została przekazana autorom publikacji 955 tj. SC 65C/WG6. Odpowiedni projekt uzupełnienia został opracowany i rozesłany do zaopiniowania, jest on całkowicie zgodny z najnowszą wersją normy IEEE 802/4 projekt K (właściwie ją przytacza).

Do zebrania SC 65C w Sztokholmie uwagi i opinie nadeszły z Kanady, USA, Polski i NRD, wszystkie popierające ten projekt, przy czym NRD i Polska zwróciły uwagę na



pewne niedopasowania między częściami 1–7 PROWAY–C i nowo proponowanymi częściami 8 i 9; niedopasowania te wymagają przestudiowania i uzgodnienia. Na zebraniu SC 65C zaakceptowano ten kierunek pracy i zobowiązano przewodniczącego i sekretarza SC 65C do zbadania obecnego statusu dokumentu IEEE 802.4 Draft K w ISO. Przywołanie w IEC Publ. 955 będzie mogło nastąpić dopiero, gdy rozważany projekt K stanie się co najmniej projektem ISO.

Należy tu zauważyć, że wobec zupełnego braku zainteresowania przemysłu wersją transmisji 1 Mbit/s z fazą ciągłą (tak jak jest obecnie w PROWAY–C) należy ją uznać za chybioną. PROWAY–C może wejść do stosowania tylko w wersji zgodnej z MAP tj. z transmisją 5 Mbitów/s, FSK z fazą spójną i ewentualnie stanowić opcję w stosunku do ISO 8802/4 przez zaoferowanie pewnych usług, tam nie przewidzianych.

4.4.2. ARCHITEKTURA KOMUNIKACJI DLA PROCESÓW KRYTYCZNYCH CZASOWO  
Jak wspomniano w p. 2.3. tego raportu, jednym z istotnych mankamentów MAP specification 2.1 było nierozwiązanie zagadnienia obsługi procesów krytycznych czasowo tj. takich, w których nie może być przekroczony czas (np. 20 ms) między nadaniem przesyłki a odpowiedzią na nią. Jak to wykazano w [1] PROWAY–C był opracowywany z intencją dopasowania do obsługi tego rodzaju procesów. Modyfikacje MAP doprowadziły do znacznego usprawnienia obsługi procesów krytycznych czasowo. Jednakże nie wszystkie propozycje autorów PROWAY–C zostały wprowadzone do normy ISO IS 7702/2 /LLC3/, a mianowicie pominięto dwie bezpieczne transakcje potwierdzane:

- SDA: Send Data with Acknowledge,
- DR: Direct Response,

które jeszcze dodatkowo ulepszą obsługę procesów krytycznych czasowo. Rozważania i rozmowy w tej sprawie trwają. Została powołana wspólna grupa ISO/IEC, która ma doprowadzić do rozwiązania problemu. W pracach tej grupy biorą udział specjaliści ISO TC 184/SC5/WG2 i IEC SC 65C/WG1. SCIA wydała decyzję Nr 45 z lipca 1988 roku regulującą postępowanie i dającą podstawę prawną współdziałania specjalistów.

Należy spodziewać się satysfakcjonującego uzgodnienia poglądów przy rozwiązywaniu problemów automatyzacyjnych.

#### 4.5. Światłowody [N15]

W grudniu 1989 roku został wydany i rozesłany do skomentowania dokument Komitetu Technicznego 83 IEC dotyczący wymagań dla linii światłowodowych nierozgałęzionych, umożliwiających łączenie bezpośrednie powtarzaczy (repeaters) dla magistrali wg normy ISO 8802/3 tj. dla zastosowania w TOP 3.0.

Dalszych dokumentów brak. Cytowany dokument opisuje:

- charakterystyki funkcjonalne, optyczne, elektryczne i mechaniczne medium

przesyłowego światłowodowego, przeznaczonego do łączenia powtarzaczy w przypadku, gdy powtarzacz stanowi urządzenie scalone ze światłowodem, bądź też są one połączone mechanicznie;

○ różne rodzaje światłowodów dostosowanych do łączenia tylko dwóch urządzeń.

Należy zaznaczyć, że tego typu połączenia światłowodowe są oferowane przez różne firmy m.in. Siemens.

#### **4.6. Workshop on ALS, Londyn 1988 r. [N2, N3]**

Zagadnieniom normalizacji warstwy użytkownika dla systemów otwartych była poświęcona narada specjalistów „Workshop on Application Layer Standardization”, która odbyła się w Londynie w dniach od 26 do 30 września 1988 roku. Narada zgromadziła 50 osób z 12 krajów reprezentujących 10 organizacji normalizacyjnych krajowych oraz 3 międzynarodowe (IEC, ISO, CCITT). Przedmiotem obrad był przegląd 30 tematów normalizacyjnych przeprowadzony po ich zreferowaniu na bazie 23 dodatkowych opinii zbiorowych i indywidualnych. Wynikiem dyskusji było 9 dokumentów końcowych wskazujących na konieczność przeprowadzenia istotnych uzgodnień.

Z dokumentów wymienionych w tabl. 3.2., a nie definiujących komunikacji w MAP, omawiane były ISO 8824, ISO 8822, ISO 8571, nie było jednak uwag na ich temat. Rozpatrywana była natomiast sprawa nowo opracowanego przez JTC1/SC21/WG7 modelu odniesienia dla systemów zdecentralizowanych (ODP — Open Distributed Process), który ma być też systemem otwartym podobnie jak OSI. Te sprawy są jednakże dopiero zapoczątkowane, tym niemniej należy śledzić dalszy bieg wydarzeń i ewentualny wpływ modelu ODP na MAP.

### **5. ORGANIZACJE UŻYTKOWNIKÓW MAP/TOP [30]**

#### **5.1. Federacja światowa**

W [1] omówiono powstanie i zasady organizacji Europejskiej Grupy Użytkowników MAP. Jak wiadomo, powstała ona dla promowania idei i rozwiązań systemu na terenie krajów EWG.

Na bazie pierwszych regionalnych Grup Użytkowników powstała Światowa Federacja Grup Użytkowników MAP/TOP (World Federation of MAP/TOP Users Groups) z siedzibą w Dearborn, Michigan (USA).

Kierując się wielkością produktu narodowego (GNP) poszczególnych krajów oraz powiązaniem językowymi, politycznymi i kulturowymi Federacja przyjęła podział na następujące regiony:

1. Amerykański (USA i Kanada),
2. Azjatycki,
3. Australijski i Południowo-wschodni Azjatycki,

4. Zachodnioeuropejski,
5. Wschodnioeuropejski,
6. Afrykański i Bliskowschodni,
7. Środkowo i Południowoamerykański.

Pierwsze cztery mają już utworzone regionalne Grupy Użytkowników i przystąpiły do Federacji Światowej. Federacja nie narzuca poszczególnym organizacjom regionalnym ich struktury. Tak np. Grupa Amerykańska składa się z Grupy Użytkowników MAP/TOP w USA i Kanadyjskiej Grupy Użytkowników MAP/TOP, które są dwiema oddzielnymi organizacjami, pracującymi wspólnie na rzecz Federacji. Grupa Zachodnioeuropejska (EMUG) ma wprawdzie podgrupy krajowe, lecz jest przede wszystkim organizacją regionalną, której członkami są poszczególne organizacje gospodarcze (koncerny, korporacje, przedsiębiorstwa).

Federacja Światowa organizuje spotkania Grup Regionalnych oraz patronuje licznym imprezom prezentującym dorobek producentów i użytkowników oraz promującym stosowanie rozwiązań MAP/TOP.

## **5.2. Wschodnioeuropejska Grupa Użytkowników MAP/TOP**

W 1987 i 1988 roku zainteresowanie przystąpieniem do organizacji użytkowników MAP/TOP wyraziły Węgry, Czechosłowacja, Polska i ZSRR. Pozytywna odpowiedź Sekretariatu Federacji Światowej stworzyła warunki do powołania Wschodnioeuropejskiej Grupy Użytkowników MAP/TOP. Pismem [26] ZSRR powiadomił uczestników porozumienia RWPG w zakresie techniki obliczeniowej i informatyki, o przyjęciu decyzji dotyczących opracowania nowej generacji sprzętowych i programowych środków technicznych dla sieci lokalnych, bazującej na międzynarodowym projekcie MAP/TOP. Opracowano krajowy program badań i opracowania sieci lokalnych wg modelu ISO/OSI, przyjęto postanowienie o bezpośrednim wprowadzeniu w ZSRR w 1988 roku około 50 norm międzynarodowych związanych z architekturą ISO/OSI, w tym norm wynikających ze specyfikacji MAP/TOP. Powstaje, na bazie Instytutu Techniki Obliczeniowej (IWT) Akademii Nauk Republiki Łotewskiej, krajowe centrum testowania i certyfikacji produktów dla sieci lokalnych, które będzie sprawdzać zgodność z normami międzynarodowymi. Przewiduje się udział około 60 organizacji naukowych i przemysłowych w realizacji tego programu. ZSRR powiadomił Federację Światową Grup Użytkowników MAP/TOP o poparciu dla tego projektu i otrzymał od niej w kwietniu 1988 roku, propozycję zorganizowania Wschodnioeuropejskiej Grupy Użytkowników. ZSRR podjął również działania dla zaktywizowania udziału swoich specjalistów w pracach międzynarodowych gremiów normalizacyjnych zajmujących się środkami informatyki, działających w ramach powołanego w 1987 roku wspólnego Komitetu ISO/IEC „Informatyka”. Obecnie delegowano do tych prac około 300 specjalistów. Pismem [26] zostali także zaproszeni przedstawiciele krajów RWPG do udziału w pracach organizowanej Wschodnioeuropejskiej Grupy Użytkowni-

ków MAP/TOP. W tej sprawie odbyło się zebranie w Budapeszcie na przełomie stycznia i lutego 1988 roku. Sprawy organizacyjne są w toku, ze strony polskiej prowadzi je Centralny Badawczy Ośrodek Normalizacji przy PKNMiJ.

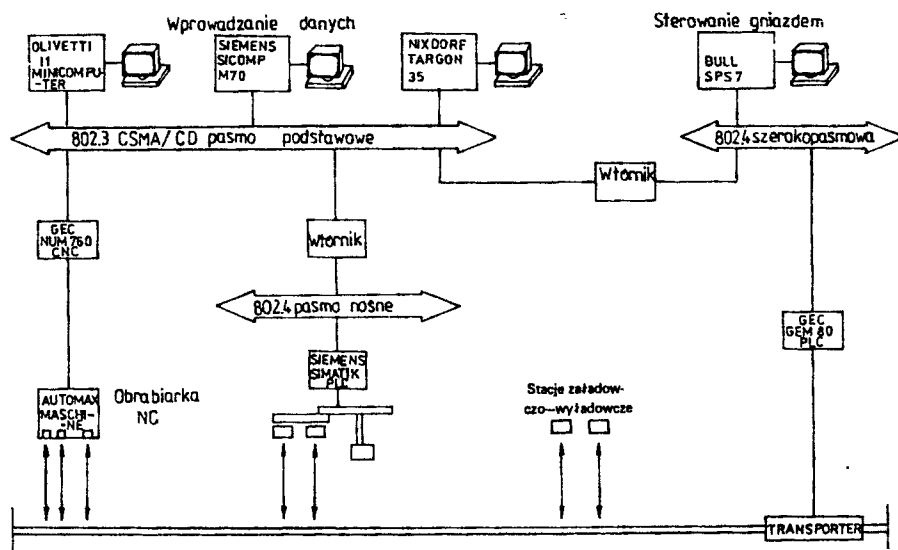
## 6. IMPREZY MAP/TOP

### 6.1. Targi Hanowerskie „Industrie 1987” [9, 10, 11]

#### 6.1.1. POKAZ CNMA

CNMA (Communications Network for Manufacturing Applications – Sieć komunikacyjna dla zastosowań w produkcji) jest inicjatywą europejską uzupełniającą program MAP/TOP, wspomagana przez Program ESPRIT (European Strategic Programme of Research and Development in Information Technology – Europejski program strategiczny badań i rozwoju w technice informatycznej).

Konsorcjum składające się z 10 wielkich firm europejskich postawiło sobie za zadanie promocje norm dla komunikacji w systemach automatyki. Pokaz obejmował minikomputery, sterowniki, obrabiarki NC, robota i układ transportowy zestawione w strukturę gniazda produkcyjnego (rys. 6.1.). Ta struktura została zastosowana w dostawach dla British Aerospace i BMW. Gniazdo pracuje z oprogramowaniem opracowanym w CNMA. Gniazdo zrealizowane dla British Aerospace było przeznaczone również do pokazu na imprezie ENE'88i w Detroit, o której będzie mowa dalej.



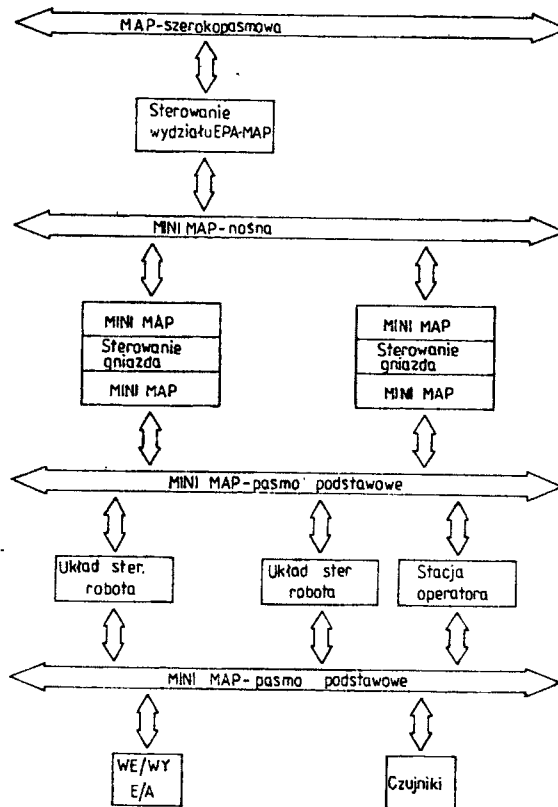
Rys. 6.1. Pokaz CNMA „Struktura gniazda”.

### 6.1.2. SYMPOZJUM

W trakcie sympozjum technicznego zostały wygłoszone referaty związane tematycznie z systemem MAP/TOP m.in.:

- Sieci lokalne – właściwości i produkty (dr. inż. K. Zwall, Norsk Data),
- MAP – znaczenie techniczne i strategiczne (dypl. inż. G. Waibel, Siemens),
- MAP i roboty przemysłowe (dr inż. H. Worn, Kuka).

W tym ostatnim referacie podano koncepcje włączenia robotów przemysłowych w sieć MAP, którą przedstawiono na rys. 6.2. Ta struktura jest, zdaniem autora niniejszego raportu, dyskusyjna.



Rys. 6.2. Koncepcja sterowania MAP dla wydziałów, gniazd i robotów.

### 6.2. Targi Hanowerskie „Industrie 1988” [52]

W zakresie pokazów sieci MAP/TOP nie odnotowano nowości w porównaniu z targami z 1987 roku.

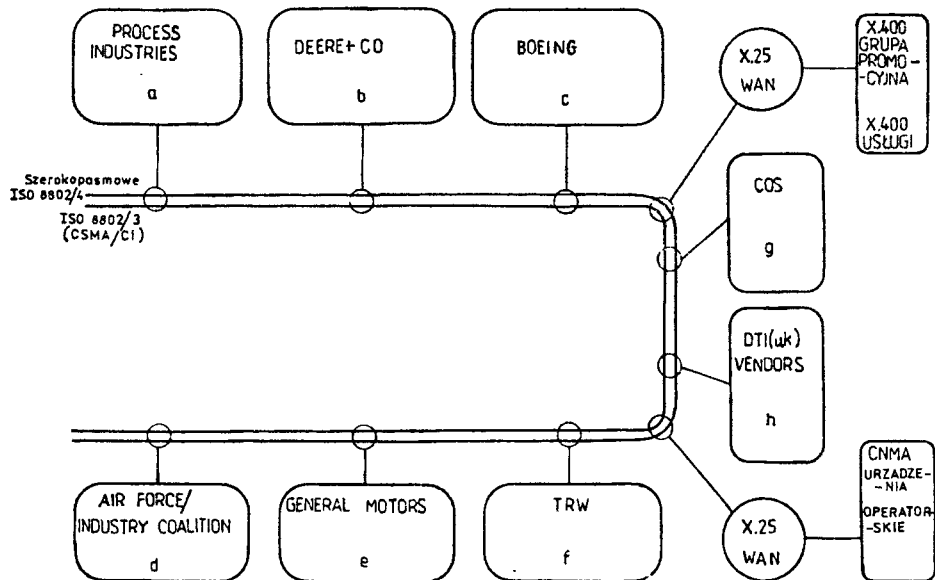
### 6.3. ENE'88i (Enterprise Networking Event'88 International) [28, 49, 50]

Impreza ta, której patronowała Światowa Federacja Grup Użytkowników MAP/TOP odbyła się w Baltimore (USA) w okresie od 6 do 8 lipca 1988 roku. Impreza obejmowała sympozjum (sesje kierowania, zarządzania i techniczne) oraz wystawę i związane z nią obrady robocze a także sesje szkoleniowe.

#### 6.3.1. POKAZ „Staging Areas”

Jego strukturę pokazano na rys. 6.3. Wzięło w nim udział 8 firm amerykańskich (organizatorów), których urządzenia były zgrupowane w Baltimore oraz CNMA, której centrum w Samlesbury było połączone z siecią pokazu przez sieć WAN (Wide Area Network – Sieć dalekiego zasięgu). W ramach pokazu były zrealizowane: sieć TOP (CSMA/CD) oraz sieci MAP (szerokopasmowa i pasma podstawowego). Wystawa obejmowała następujące zagadnienia techniczne:

- planowanie zużycia energii i gospodarkę materiałową, nadzór i sterowanie zasilania w energię,
- sterowanie produkcją w czasie rzeczywistym, projektowanie,
- funkcje korporacji, bazy danych,
- projektowanie wytwarzania, sterowanie obrabiarkami NC, projektowanie inżynierskie, wytwarzanie,
- urządzenia końcowe, centrum nadzorowania sieci, gospodarka materiałowa,



Rys. 6.3. Struktura pokazu „Staging Areas” na ENE'88j

- planowanie zestawów produkcyjnych,
- funkcje korporacji,
- zagadnienia dostaw i współpracy z dostawcami.

Do wymiany informacji stosowano oprogramowanie:

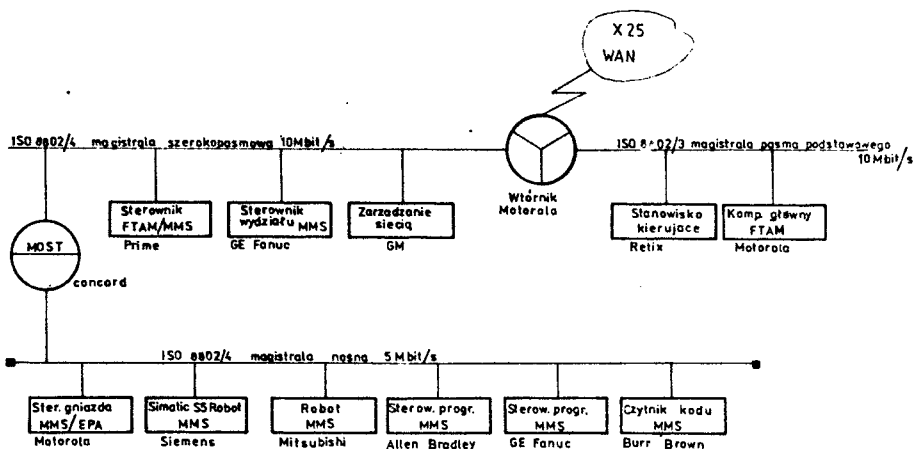
- FTAM wg ISO IS 8371 (vide tabl. 4.2.),
- MMS wg ISO DIS 9506 (vide tabl. 4.2.),
- Message Handling System (MHS) wg CCITT X.400,
- Virtual Terminal Protocol wg ISO DIS 9041.

W poszczególnych, przedstawionych na rys. 6.3. obszarach zastosowań, były eksponowane produkty różnych firm, np.

- w obszarze General Motors jako urządzenie końcowe pracowały roboty Mitsubischi i Siemens,
- w obszarze Boeninga brały udział: Xerox, NCR, Micom—Interlan, Toch, Apple, Retix, 3COM, Digital i Wang,
- w obszarze Deere i Co wystawiały firmy: Deere, Micross, ASEA,
- w obszarze CNMA pracowały urządzenia firm: Bull, Gec, Nixdorf, Olivetti i Siemens.

Pokaz na ENE'88i należy więc uznać za wielki światowy pokaz systemu MAP/TOP.

Strukturę obszaru General Motors przedstawiono na rys. 6.4.



Rys. 6.4. Struktura pokazu GM na ENE'88i

### 6.3.2. WYSTAWY POSZCZEGÓLNYCH FIRM

- Firma Concord wystawiła mosty serii 4200 do łączenia sieci CSMA/CD i Token Passing. Szeroka oferta obejmuje wyroby od płyt do komputerów osobistych serii PC i PS/2 do dołączania ich do sieci o magistrali szerokopasmowej i z częstotliwością nośną,

poprzez pakiety do systemów VMEBUS i MULTIBUS, aż do remodulatorów i terminali.

- Siemens informował zwiedzających o nowym scalonym modemie do magistrali z częstotliwością nośną, który znacznie obniża koszty dołączania do takiej magistrali. Ponadto wystawiono most SINEC400 umożliwiający połączenie sieci SINECH1 z siecią magistrali szerokopasmowej – dwa zestawy sterujące SIMATIC S5 przemieszczały dane przez dwa mosty po magistrali SINECH2B (szerokopasmowa magistrala MAP).

- Motorola wystawiła pakiet MUM 372/373 do swoich komputerów z magistralą VMEBUS; będą na nim implementowane, począwszy od 1989 roku protokoły MAP30 (pod nazwą MieroMAP 3.0).

- Hewlett-Packard wystawił urządzenie dołączające rodzinę komputerów HP do magistrali z częstotliwością nośną wg MAP 3.0.

- Retix przedstawił urządzenia do zarządzania siecią i realizacji usług w zakresie kierowania. Urządzenia te mają oprogramowanie z usługami wg FTAM, MMS i MHS (X.400).

- SPAG—CCT (Standards Promotion and Application Group – CNMA Conformance Testing) wystawiła urządzenia do sprawdzania zgodności ze specyfikacjami MAP/TOP, powstałe w wyniku realizacji Programu ESPRIT, m.in. w Instytucie Fraunhofera w Karlsruhe (zgodność z protokołem MMS, zarządzanie siecią i usługi w zakresie kierowania). Te urządzenia były oddane do dyspozycji wystawców ENE i stanowią istotny wkład Europy w system MAP/TOP.

## 7. WYROBY DLA MAP

Niektóre z wyrobów, przeznaczone do sieci MAP, zostały wymienione w p. 5 z okazji omawiania imprez MAP. Niżej podano kilka znalezionych informacji szczegółowych:

- Siemens wprowadził na rynek dwa elementy scalone do realizacji sieci MAP [31, 38]:

- sterownik „Token Bus Controller” SAB 82510,

- modem „Token Bus Modem” SAB 82511,

- Element SAB 82511 jest modemem pracującym z przepływnością binarną 5 lub 10 Mbitów/s na częstotliwości nośnej i dającym modulację FSK z fazą spójną (koherentną). Jest on zgodny zarówno z normą IEEE 802.4 jak i ze specyfikacją MAP 3.0. Ma on interfejs do podłączenia do dowolnego sterownika magistrali (Token Bus Controller), które odpowiada IEEE 802.4G. Pracuje z wewnętrzną częstotliwością 160 MHz i nie wymaga żadnych innych zewnętrznych elementów czynnych.

- Element SAB 82510 realizuje podwarstwę MAC warstwy 2 modelu OSI. Służy on do połączenia mikroprocesora realizującego podwarstwę LLC z modemem i realizuje dostęp do magistrali wg normy IEEE 802.4, specyfikacji MAP i normy IEC Publ. 955 PROWAY—C.



- Network Systems Corp. opracowała „hiperkanal” przesyłowy pracujący z przepływnością binarną 50 Mbitów/s, przeznaczony do łączenia odległych odcinków sieci TOP [22].
- Mikrokomputer IBM 6150 jest wyposażony w kanał MAP, umożliwiającą zastosowanie tego mikrokomputera jako sterownika gniazda [9].
- Hewlett-Packard zrealizował na własnym sprzęcie komunikację pomiędzy komputerami do sterowania serii HP 1000 i serii HP 800 z komputerami RISC serii HP 9000 poprzez sieć MAP 3.0 [9, 32].
- Gould Electronics oferuje moduł interfejsowy Modbus II zgodny z MiniMAP, który służy do łączenia sterowników programowalnych tejże firmy do gniazd produkcyjnych z siecią MAP [20].
- Foxboro wprowadziła do produkcji urządzenia serii I/A, służące do automatyzacji inteligentnej. Urządzenia tej najnowszej serii mają komunikację rozwiązana na bazie modelu OSI, zgodną z MAP [48].

## 8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- System MAP/TOP, jako norma do realizacji instalacji komputerowo zintegrowanego wytwarzania, przyjął się w całym świecie, na co wskazuje nie tylko powstanie Światowej Federacji Grup Użytkowników MAP/TOP, ale przede wszystkim ogromny rozmach wystawy ENE'88i jak i duży zakres związanych z nim prac normalizacyjnych na terenie ISO i IEC.
- Jako ogólnie zaakceptowaną można uznać strukturę złożoną z:
  - magistrali szerokopasmowej Token Bus (jednej lub kilku) stanowiącej kręgosłup sieci,
  - magistrali typu Token Bus pasma podstawowego (Baseband) lub pracujących z częstotliwością nośną (Carrierband) łączących na poziomie gniazd i/lub mniejszych wytwórni urządzenia automatyzacji produkcji pracujące w reżimie krytycznym czasowo,
  - magistral CSMA/CD pasma podstawowego łączących urządzenia CAD, CAP i inne nie wymagające pracy w czasie rzeczywistym,
  - magistral miejscowych typu FIELDBUS do łączenia urządzeń obiektowych (przetworniki, siłowniki, sterowniki lokalne).
- Ogólnie zaakceptowano architektury MAP, EPA i MiniMAP.

### Wykaz norm i materiałów normalizacyjnych

- [N1] ISO IS 7498: Information processing systems – Open systems interconnection – Basic Reference Model.

- [N2] ISO DIS 9545: Information processing systems — Open systems interconnection — Application Layer Structure.
- [N3] ISO TC 184 N143: ISO/IEC JTC1. Information Technology. Report of the Workshop on Application Layer Standardization, London, 26–30 September 1988.
- [N4] ISO TC 184 N141: Proposal for a new work item: Production Management Companion Standard for DIS 9506.
- [N5] ISO TC 184 N85: Proposal of the new work item: Numerical Control Semantics for the Manufacturing Message System Service and Protocol Standard.
- [N6] ISO TC 184 N123: Companion Standard for ISO DIS 9506. Manufacturing Message Specification.
- [N7] ISO TC 184 N87 SCIA — Decisions taken at the second meeting on 3/4 December 1986 at Frankfurt/M.
- [N8] ISO TC 184 N98 SCIA — Decisions taken at the third meeting held in Paris 6 April 1987.
- [N9] IEC 44(Secretariat)113 — Minutes of the fourth meeting of the SCIA held in Paris on 3 December 1987.
- [N10] IEC 65(Secretariat)123 — SCIA — Minutes of the fifth meeting held in Geneva on 3 March 1988.
- [N11] IEC 65/Stockholm(Secretariat)3 — SCIA — Minutes of the sixth meeting held in Paris on 30 June and 1 July 1988.
- [N12] IEC 65(Secretariat)67. Draft. Addendum to Publication 955 (PROWAY—C): Phase—Coherent—FSK 5 and 10 Mb/s physical layer and medium specification.
- [N13] IEC 65C/Kista (Secretariat)2. Collation of comments received on document 65C(Secretariat)67.
- [N14] IEC 65C(Secretariat)68. Report on the work of Working Group 6. Industrial—process computer inter—subsystem communication.
- [N15] IEC 83(Secretariat)54 Draft: Medium attachment unit and baseband medium specification for a vendor independent fiber optic inter repeater link.
- [N16] ISO IS 9506: Manufacturing Message Specification. Part 1: Service Specification, Part 2: Protocol Specification.
- [N17] IEC 65C(Secretariat)62 Second Draft — FIELDBUS Standard for use in industrial control systems — Functional Requirements.
- [N18] IEC 65C/Kista(Secretariat)7. Report from SC 65C Digital data communications for measurement and control systems.
- [N19] IEC 65C(Secretariat)66: Report on the work of Working Group 1: Message data format for information transferred on process and data highways.

- [N20] IEC 65A(Secretariat)87: Report from Working Group 6. Programmable Control Systems for discontinuous industrial processes.
- [N21] IEC 65/Kista(Secretariat)6. Report from 65A: Systems Considerations.
- [N22] IEC 65(Secretariat)119: Functional Standarization for Industrial Applications.

## Literatura

- [1] Koncepcja systemu MAP wg modelu OSI/ISO wraz z magistralą światłowodową. Opracowanie zbiorowe pod redakcją T. Missali MERA-PIAP nr rej. 5899, 1987 r.
- [2] Hollingum J.: The MAP Report. Manufacturing Automation Protocol. IFS (Publications) Ltd. 1986 Springer Verlag.
- [3] Manufacturing Automation Protocol. Technical and Office Protocol MAP/TOP. Users Group Summary. 1986 Vol. 1, nr 3.
- [4] Eifert G., Keuthen K.: Feldbus in Chemieanlagen. Automatisierungstechnische Praxis 1987, T. 29, zes. 5 s. 209-213.
- [5] Vernay J. P.: Le point sur MAP. Mesure, 1987 T. 52, nr 6, s. 33, 35-37, 39, 41.
- [6] Peyrucat J. F.: FIP Cest bien parti. Mesure. 1987 T. 52, nr 6, s. 11-13.
- [7] Reseaux locaux industriels: Factor devance MAP. Mesure, 1987, T. 52, nr 6, s. 51, 53, 55-57.
- [8] Büssing W.: MAP für die Prozessleittechnik. Messen Prüfen Automatisieren 1987, zes. 9, s. 523-529.
- [9] Schmid J.: CIM und anderes: Wege zur automatisierten Fertigung. Bericht von der Hannover Messe INDUSTRIE 1987. Automatisierungstechnische Praxis 1987, zes. 9, s. 401-415.
- [10] Büssing W.: MAP für die Prozessleittechnik. Die Herausforderung bleibt. Automatisierungstechnische Praxis 1987, zes. 10, s. 457-462.
- [11] Bärnreuter B.: Mit LAN über MAP zu integrierten Produktionssystemen. Automatisierungstechnische Praxis 1987, zes. 10, s. 462-470.
- [12] Reseaux locaux "branches" oui, mais comment? Mesures 1987, T. 52, nr 9, s. 55-58.
- [13] Reseaux locaux industriels: Telway 7 gagne du terrain. Electronique Industrielle 1986, zes. 109, s. 90-98.
- [14] Bairstow J.: G.M's Automation Protocol helping machines communicate. High Technology 1986, zes. 10, s. 38-42.
- [15] Hofmann W., Jansen R.: Eine Unternehmensstrategie zur "Offene Kommunikation", Automatisierungstechnische Praxis 1988, zes. 1, s. 30-36.

- [16] Offene Kommunikation jetzt auch im Feldbereich. PROFIBUS – ein wichtiger Schritt zur Evolution der Automatisierungstechnik. *Automatisierungstechnische Praxis* 1988, zesz. 1, s. 50.
- [17] Dermla A., Glöckl-Frohnholzer J., Marcus O. W.: Analyse der Protokolle in lokalen Netzen bis OSI-Ebene 4. *Automatisierungstechnische Praxis* 1988, zesz. 3, s. 144–146.
- [18] Schwab R., Sommer R.: Bridge bietet Einstieg in die Welt von MAP und TOP. *Automatisierungstechnische Praxis*, 1987, zesz. 12, s. 576–581.
- [19] Pfeifer T., Heiler K. U.: Ziele und Anwendungen von Feldbussystemen. *Automatisierungstechnische Praxis*, 1987, zesz. 12, s. 549–557.
- [20] Shapiro S. F.: Industrial networks wrestle with standards. *Computer Design* 1987, zesz. August 1, s. 42–49.
- [21] Brombacher M., Polke M.: Perspektiven der Prozessleittechnik. *Automatisierungstechnische Praxis*, 1987, zesz. 11, s. 501–509 i zesz. 12, s. 558–561.
- [22] Iversen W. R.: Hyperchannel net is plugged into the open-systems world. *Electronics* 1987, October 1, s. 96–97.
- [23] Bathelt P., Kerndlmaier M., Zink T.: Ein Expertensystem für die Diagnose in lokalen Rechnernetzen. *Messen Prüfen Automatisieren* 1987, zesz. 11, s. 635–640.
- [24] Vom personal Computer zur computergesteuerten Fabrik. *Computer Persönlich* 1987, zesz. 11, s. 177–178.
- [25] Schwaier A.: The way to open systems interconnection in industrial automation. *Materiały sympozjum IFAC, Warszawa* 1988.
- [26] Pismo Komitetu Narodowego ZSRR w KS GK MPK w WT3 (RWPG).
- [27] RS-511: un/Futur/ langage de commande pour MAP. *Mesure* 1987, zesz. 6, s. 101–106.
- [28] Enterprise Networking Event'88 International. Sponsored by MAP/TOP Users Group and the Corporation for Open Systems (COS) 1988. [Broszura].
- [29] Serial Bus Control INTERBUS. Katalog firmy Phoenix Contact.
- [30] World Federation of MAP/TOP Users Groups. [Pismo z dn. 31.03.88 r.]
- [31] MAP Modem on a single chip. [Notka informacyjna firmy Siemens umieszczona w EPN 1988 r.]
- [32] Schatz W.: Enterprise Networking: MAP/TOP clears its biggest hurdle. *Datamation* 1988, June 1, s. 18–21.
- [33] Heiner V.: CIM – Die rechneruntergestützte Integration der Produktionsfunktionen ist nur schrittweise möglich. *Messen Prüfen Automatisieren* 1987, zesz. 10, s. 598–604 i zesz. 11.

- [34] Brill M.: Die anwendernnahen Schichten in ISO/OSI-Modell. Elektronik 1988, zesz. 5, s. 77–82, zesz. 6, s. 76–82, zesz. 8, s. 93–96, 124–128.
- [35] Eschermann K. H., Heinemann R., Hohol R.: Automatisierte Autofabrik. Elektronik 1988 zesz. 15, s. 78–81, zesz. 16 s. 58–64, zesz. 17, s. 83–88.
- [36] Eichelburg H., Bruckner L.: Die "Arbeitsteilung" bringt mehr Leistung. Prozessdaten, Vorverarbeitung auf intelligenter LAN-Adapter Karte. Elektronik 1988, zesz. 10, s. 154–160.
- [37] Früh K. F.: 50-NAMUR-Hauptsitzung im Rückblick. ATP 1988, zesz. 1, s. 7–10.
- [38] Peter K.: MAP-Modem auf einem Chip. Elektronik 1988, zesz. 10, s. 100–103.
- [39] Netze und Protokolle. Chip Plus 6 1988, s. 8–13.
- [40] Breithaupt R.: PROFIBUS, die Lösung für offene Kommunikation mit Feldgeräten. Messen Prüfen Automatisieren 1988, zesz. 6, s. 304–308 i zesz. 7/8, s. 381–386.
- [41] Hofmann E. D.: Auf dem Weg zur offenen Kommunikation in der Produktions-Automatisierung. Messen Prüfen Automatisieren 1988, zesz. 6, s. 275.
- [42] Erste Ergebnisse im EUREKA-Fieldbus-Projekt. Elektronik 1988, zesz. 8, s. 41.
- [43] Catier E.: Les réseaux pour la CFAD. Elektronique Industrielle 1988, zesz. 139, s. 48–52.
- [44] Thane H.: ASEA Master 200/1. ATP 1988, zesz. 7, s. 351–353.
- [45] PROFIBUS und FIP Kommunizieren. ATP 1988, zesz. 8, s. 404.
- [46] Borst W., Lindner K. P.: Der EUREKA-Fieldbus für die Instrumentierungstechnik der 90er Jahre. ATP 1988, zesz. 9, s. 430–534.
- [47] Beutler K.: Zentrales Thema: Anwendung wissenbasierter Systeme in der Automatisierungstechnik. ATP 1988, zesz. 8, s. 379–387.
- [48] Litz L., Valentin H. W.: Prozessleitsysteme 1988 – eine ACHEMA-Nachlese. ATP 1988, zesz. 10, s. 473–483.
- [49] Laforsch H.: ENE'88: Mit MAP und TOP zur offenen Kommunikation. ATP 1988, zesz. 10, s. 483–487.
- [50] Rzehak H.: Die Abwicklung von Realzeit-Aufträgen im MAP-Netzen. ATP 1988, zesz. 10 s. 488–495.
- [51] Von CAE bis CAI und CAHM. Hannover-Messe Cebit bis Hannover-Messe Industrie. Messen Prüfen Automatisieren 1988, zesz. 4, s. 156–158.
- [52] Schmid J.: Tendenz: Konsolidierung und Marketbereinigung. Die Hannover-Messe INDUSTRIE 1988 im Rückblick. ATP 1988, zesz. 10, s. 496–507.