

BIULETYN

INFORMACYJNY

INSTYTUTU

ŁĄCZNOŚCI



1992
1-2

**BIULETYN
INFORMACYJNY
INSTYTUTU
ŁĄCZNOŚCI**

ROK 32

WARSZAWA 1992

NR 1-2(294-295)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Komitet Redakcyjny
Redaktor Naczelny: dr inż. Krystyn Plewko
Z-ca Redaktora Naczelnego: dr inż. Stanisław Sońta
Redaktorzy Działowi:
doc. dr inż. Włodzimierz Barjaś
doc. dr inż. Alina Karwowska-Lamparska
inż. Maria Łopuszniak

© Copyright by Instytut Łączności, Warszawa 1992

ISSN 0209-1046

Redaktor: mgr Krystyna Juskiewicz

Skład komputerowy: techn. Grażyna Woźnica

Instytut Łączności, Dział Ogólnotechniczny
ul. Szachowa 1, 04-894 Warszawa

Dariusz Gacoń, Eryk Rosiak,
Agnieszka Ruścicka, Wiesław Szymański

KONCEPCJA SIECI ZARZĄDZANIA TELEKOMUNIKACJĄ
JAKO SYSTEMU OTWARTEGO

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Sieć zarządzania telekomunikacją	2
3. Zarządzanie w środowisku OSI	7
3.1. Model zarządzania systemami otwartymi	9
3.2. Model elementu sieci zarządzania	12
4. Specyfikacja styku Q2	16
4.1. Struktura styku Q2	16
4.2. Warstwa fizyczna styku Q2	17
4.3. Warstwa liniowa	19
4.3.1. Struktura ramki	22
4.3.2. Komendy i odpowiedzi	25
4.3.3. Stany logiczne stacji (modes)	29
4.3.4. Pozostałe parametry warstwy liniowej	31
4.4. Warstwa sieciowa	31
4.4.1. Protokół nieaktywnej warstwy sieciowej	32
4.4.2. Protokół warstwy sieciowej bez segmentacji	33
4.5. Funkcja odwzorowania (mapping function)	34
4.6. Warstwa zastosowań	35
5. Specyfikacja styku F	39
5.1. Warstwa fizyczna styku F	40
5.2. Warstwa liniowa	41
5.3. Warstwa aplikacji	42
6. Przykład realizacji modelu elementu sieci zarządzania	44
6.1. Struktura funkcjonalna urządzenia	44
6.1.1. Zespół współpracy z nadzorowanym obiektem	45
6.1.2. Zespół komunikacyjny	45

	Str.
6.2. Założenia technologiczno-konstrukcyjne	45
6.3. Koncepcja rozwiązań sprzętowych	46
6.3.1. Założenia wstępne	46
6.3.2. Koncepcja zespołu komunikacyjnego	47
6.3.3. Koncepcja zespołu współpracy z obiektem	49
6.3.4. Koncepcja magistrali transmisyjnej	51
6.4. Koncepcja rozwiązań programowych	51
6.4.1. Wprowadzenie	51
6.4.2. Koncepcja rozwiązania oprogramowania zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem	54
6.5. Podsumowanie wyników pracy	57
Wykaz literatury	58

KONCEPCJA SIECI ZARZĄDZANIA TELEKOMUNIKACJĄ JAKO SYSTEMU OTWARTEGO

1. WSTĘP

Gwałtowny rozwój sieciowych systemów telekomunikacyjnych, zachodzący w ostatnich latach, nakłada na operatorów tych systemów obowiązek szczególnego zainteresowania się systemami ich automatycznego nadzoru i utrzymania. Problem scentralizowanego systemu zarządzania siecią telekomunikacyjną staje się szczególnie ważny, a jednocześnie trudny do rozwiązania, kiedy urządzenia tworzące sieć telekomunikacyjną są lub były dostarczane przez różnych producentów i ponadto charakteryzują się różnym poziomem nowoczesności (np. w tej samej sieci pracują urządzenia kilkunastoletnie oraz urządzenia oparte na najnowocześniejszej technice i technologii). Dlatego od kilku lat w CCITT i ISO są prowadzone intensywne prace nad zdefiniowaniem standardu systemu sieci zarządzania telekomunikacją oraz uściśleniem wymagań dotyczących poszczególnych jej elementów.

W naszych polskich warunkach, problem scentralizowanego systemu zarządzania siecią telekomunikacyjną jawi się jako szczególnie złożony i skomplikowany. Albowiem, o ile wszystkie nowe systemy telekomunikacyjne, zarówno telekomutacyjne jak i teletransmisyjne, są już wyposażone lokalnie w odpowiednie systemy ich zarządzania i utrzymania oraz posiadają styki do współpracy z podobnymi systemami, to zdecydowana większość eksploatowanych w Polsce systemów telekomunikacyjnych nie ma ani autonomicznych systemów zarządzania i utrzymania, ani nawet odpowiednich styków do współpracy z takimi systemami. Dlatego autorzy niniejszego opracowania uznali, że koncepcję budowy scentralizowanego systemu zarządzania, w naszych

polских warunkach, należy tworzyć od najniższego poziomu jego struktury, przy czym z płaszczyzny systemu zarządzającego, specyfika obiektu zarządzanego powinna znaleźć odzwierciedlenie dopiero w warstwie aplikacji. Bazą tworzenia takiej koncepcji systemu zarządzania powinien stać się zatem model elementu sieci zarządzania, spełniający wymagania dla systemów otwartych i umożliwiający tworzenie struktur hierarchicznych.

W niniejszym opracowaniu, obok definicji sieci zarządzania telekomunikacją i obowiązujących aktualnie standardów dotyczących jej elementów, przedstawiono również koncepcję sieci zarządzania jako systemu otwartego. Zaproponowano przykładową strukturę hierarchicznego systemu zarządzania, opartego na zdefiniowanym w pracy modelu elementu sieci. Zaprezentowano także specyfikację styków Q2 i F.

2. SIEĆ ZARZĄDZANIA TELEKOMUNIKACJĄ

Definicję sieci zarządzania telekomunikacją (ang. Telecommunication Management Network - TMN) oraz ogólne zasady jej tworzenia opisano w zaleceniu CCITT M.30 [1].

Sieć zarządzania telekomunikacją (TMN) umożliwia zbieranie, przesyłanie i przetwarzanie szczegółowych danych dotyczących administrowania, utrzymania i operowania zasobami sieci telekomunikacyjnej.

Sieć TMN powinna realizować następujące funkcje:

- ciągłe zbieranie i przetwarzanie danych dotyczących jakości pracy poszczególnych elementów sieci telekomunikacyjnej;
- nadzór ruchu i - w razie konieczności - rekonfiguracja sieci telekomunikacyjnej;
- obserwacja jakości usług, kontrola i zapis parametrów połączeń;
- prowadzenie rozliczeń za usługi;
- wykrywanie uszkodzeń elementów sieci i ich lokalizacja;
- sterowanie (na żądanie) takimi funkcjami jak uruchamianie testów diagnostycznych i blokowanie uszkodzonych urządzeń;

- ograniczanie zaburzeń powstających w czasie wprowadzania zmian w sieci (np. przy dołączaniu nowych urządzeń).

Sieć TMN powinna obejmować swoim zasięgiem:

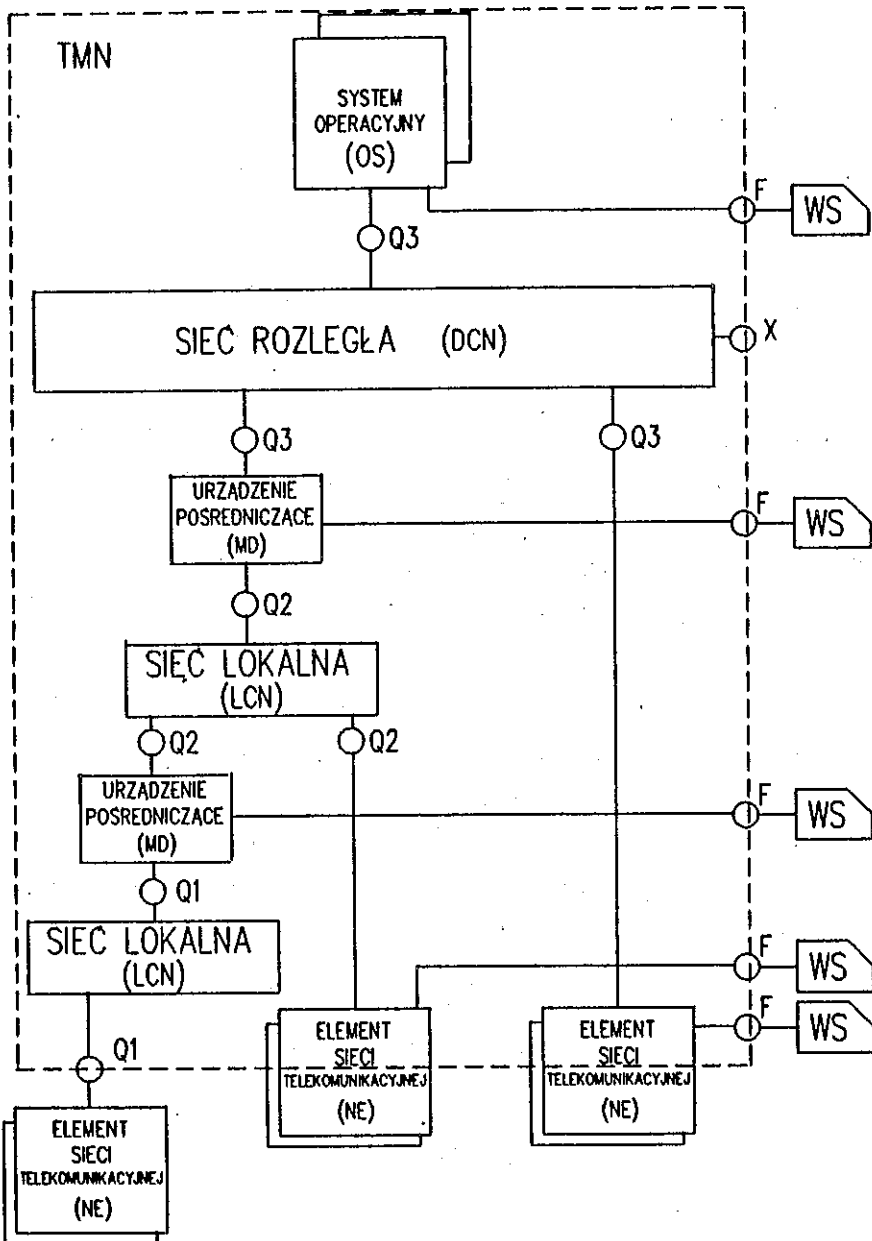
- urządzenia teletransmisyjnych systemów cyfrowych i analogowych;
- centrale cyfrowe wraz z koncentratorami;
- centrale analogowe;
- urządzenia pomocnicze (np. stacje zasilające).

Podstawowym elementem sieci TMN jest nadzorowane urządzenie telekomunikacyjne (NE - Network Element). Informacje z NE i do NE przesyła się przez lokalną sieć transmisji danych (LCN - Local Communication Network). Informacje te są zbierane i przetwarzane w urządzeniu pośredniczącym (MD - Mediation Device). Urządzenie pośredniczące komunikuje się z najwyższym poziomem sieci TMN - systemami operacyjnymi (OS) przez sieć transmisji danych (DCN - Data Communication Network). Do poszczególnych części sieci (NE, MD, OS) można dołączać stanowiska operatora (WS - Workstation). Mogą one być urządzeniami stacjonarnymi, dołączonymi na stałe (np. do urządzenia pośredniczącego), lub urządzeniami przenośnymi - dołączanymi do wybranych urządzeń (np. do stojaka, w którym jest usuwane uszkodzenie).

Przykładową strukturę sieci TMN przedstawiono została na rys. 1.

Poszczególne fizyczne urządzenia, stanowiące elementy struktury sieci TMN, komunikują się między sobą za pomocą następujących styków zdefiniowanych w zaleceniu G.771 [2]:

- M styk wewnątrz NE, nie jest obecnie standaryzowany;
- F styk pomiędzy stanowiskiem operatora (WS) a innymi elementami sieci;
- Q1 styk pomiędzy NE a LCN;
- Q2 styk pomiędzy NE realizującym funkcje pośredniczące (MF - mediation functions) a LCN i LCN a MD;
- Q3 styk pomiędzy MD a DCN i DCN a OS;
- X styk pomiędzy różnymi TMN; nie jest obecnie standaryzowany.



Rys. 1. Struktura sieci TMN

Elementem sieci (NE) jest urządzenie umożliwiające sieci TMN nadzór i sterowanie zasobami sieci telekomunikacyjnej, które komunikuje się z siecią zarządzania przez standardowy styk lub styki Q (Q1, Q2, Q3). Można wyróżnić trzy zasadnicze typy funkcji elementów sieci.

- Funkcje związane z zasadniczymi zadaniami elementów sieci - procesem telekomunikacyjnym (np. multipleksacja kanałów, transmisja, komutacja). Sieć TMN nie narzuca żadnych warunków na te funkcje, dlatego powinny one zostać określone w wymaganiach na poszczególne urządzenia sieci telekomunikacyjnej.
- Funkcje pomocnicze, związane z obsługą urządzenia lub procesu telekomunikacyjnego (np. nadzór nad prawidłowością pracy, lokalizacja uszkodzeń, przełączenie trybu pracy, zaliczanie). Powinny one zostać tak dobrane, aby sieć TMN mogła jak najpełniej realizować nałożone na nią zadania.
- Funkcje związane z obsługą punktu styku z siecią TMN. Umożliwiają one przekazywanie danych pomiędzy urządzeniami zarządzanymi a siecią TMN i obsługą. Ze względu na konieczność umożliwienia rozszerzania zakresu zadań sieci TMN powinna być zapewniona możliwość zmiany tych funkcji bez wyłączenia urządzeń zarządzanych z ruchu.

Lokalna sieć transmisji danych (LCN) jest przeznaczona do przesyłania informacji pomiędzy elementami sieci (NE) a urządzeniem pośredniczącym (MD). Dostęp elementów do sieci LCN zapewniają standardowe styki Q1 i Q2.

Urządzenie pośredniczące (MD) realizuje funkcje wymiany informacji między urządzeniami zarządzanymi - elementami sieci (NE) a stanowiskiem operatora (WS) i wyższymi szczeblami hierarchii sieci - systemami operacyjnymi (OS). Urządzenie pośredniczące (MD) komunikuje się z elementami sieci (NE) i innymi urządzeniami pośredniczącymi poprzez sieć lokalną (LCN) za pomocą styków Q1 lub Q2, poprzez sieć transmisji danych (DCN) - za pomocą styku Q3, a ze stanowiskiem obsługi (WS) za pomocą styku F.

Stanowisko operatora (WS) jest urządzeniem umożliwiającym obsłudze komunikowanie się z siecią zarządzania. Stanowisko to powinno mieć moż-

liwość dołączenia do elementu sieci urządzenia pośredniczącego lub systemu operacyjnego.

Sieć transmisji danych (DCN) jest przeznaczona do przesyłania informacji pomiędzy systemami operacyjnymi (OS) a urządzeniami pośredniczącymi i elementami sieci zawierającymi funkcje pośrednictwa. Dostęp do sieci DCN zapewniają standardowe styki Q3.

System operacyjny (OS) zapewnia pełny nadzór i kontrolę nad siecią telekomunikacyjną. Wyróżniono dotychczas trzy typy systemów operacyjnych:

- podstawowe OS - wykonują funkcje użytkowe dla elementów sieci umieszczonych w określonych regionach.
- sieciowe OS - wykonują funkcje użytkowe odnoszące się do całej sieci telekomunikacyjnej poprzez komunikację z podstawowymi OS.
- usługowe OS - wykonują specyficzne funkcje użytkowe związane z zarządzaniem pojedynczymi usługami.

Do podstawowych funkcji OS należą:

- wykonywanie programów użytkowych,
- organizacja struktury i wykorzystania baz danych,
- obsługa terminala użytkownika,
- formatowanie danych i organizacja raportów.

System operacyjny wspomagający utrzymywanie sieci musi zapewnić dwa typy komunikacji z dowolnym elementem sieci:

- przyjęcie raportów z NE o nadzwyczajnym stanie, w jakim znalazło się nadzorowane urządzenie telekomunikacyjne;
- dwukierunkowy dialog, w którym OS może uzyskać dodatkowe informacje z NE oraz przesyłać polecenia do NE.

Definicje funkcji systemów operacyjnych (OS) w sieci TMN i sposoby ich realizacji nie zostały jeszcze do końca określone, trwają odpowiednie prace w CCITT.

3. ZARZĄDZANIE W ŚRODOWISKU OSI

Bazę pojęciową dla systemów otwartych tworzy tzw. model odniesienia ISO-OSI ustalony w zaleceniu ISO 7498 [3, 4].

Standaryzacja w dziedzinie zarządzania w środowisku OSI nie jest jeszcze zakończona. Za podstawę można uznać standard ISO/IEC 7498-4 [5], który ustala obszary standaryzacji i definiuje bazowy model zarządzania w środowisku OSI. Definiowanie modelu obejmuje:

- nakreślenie struktury zarządzania,
- określenie źródła informacji dla potrzeb zarządzania,
- określenie warunków, jakie muszą być spełnione w systemie otwartym do wprowadzenia funkcji zarządzania.

Zarządzanie w środowisku OSI jest zbiorem procesów zarządzających i obejmuje wszystkie działania prowadzące do nadzoru i utrzymania zasobów komunikacyjnych OSI. Zasoby te są modelowane jako obiekty zarządzane (MO - Managed Object) ze zdefiniowanymi właściwościami. Procesy zarządzające nie muszą być umiejscowione w jednym systemie otwartym, ale mogą być rozproszone. Kiedy procesy zarządzające nie będące w jednym systemie muszą komunikować się ze sobą w środowisku OSI, komunikacja odbywa się przy użyciu protokołów zarządzania OSI.

W strukturze zarządzania OSI można wyróżnić trzy następujące stopnie hierarchii:

- zarządzanie systemami (systems management),
- zarządzanie warstwą (N-layer management),
- elementy operacji w warstwie, spełniające funkcje zarządzania (N-layer operation).

Zarządzanie systemami odbywa się w warstwie aplikacji, przy użyciu specjalnych protokołów określonych standardami, które dotyczą:

- określania funkcji zarządzania systemami,
- specyfikacji obiektów zarządzanych,
- usług aplikacyjnych i protokołów definiujących komunikację wymaganą do realizacji funkcji zarządzania.

Wymagania, które powinno spełniać zarządzanie systemami, można podzielić na pięć obszarów funkcjonalnych, z których każdy stanowi źródło dla jednego lub więcej standardów obejmujących jedną lub więcej funkcji. Obszarami tymi są:

- kontrola i zarządzanie usterkami,
- kontrola i zarządzanie konfiguracją,
- kontrola i zarządzanie kosztami eksploatacji,
- kontrola i zarządzanie sprawnością,
- kontrola i zarządzanie bezpieczeństwem.

Kontrola i zarządzanie usterkami obejmuje zagadnienia dotyczące identyfikowania, diagnozowania oraz szybkiego likwidowania powstających w systemie problemów, monitorowania statusów i alarmów.

Kontrola i zarządzanie konfiguracją umożliwia obserwację i oddziaływanie na konfigurację systemu.

Kontrola i zarządzanie kosztami eksploatacji zapewnia dostarczanie operatorowi systemu informacji o wykorzystaniu systemu oraz zapewnia rozliczenia z użytkownikami.

Kontrola i zarządzanie sprawnością umożliwia optymalizację sprawności poprzez gromadzenie i analizę danych o sprawności urządzeń.

Kontrola i zarządzanie bezpieczeństwem poszczególnych urządzeń ma na celu ochronę systemu przed nieautoryzowanym dostępem i oddziaływaniem.

Wprowadzenie funkcji zarządzania systemami jest możliwe, jeśli zostały dostarczone usługi komunikacyjne w niższych warstwach (1-6) modelu OSI [3, 4].

Zarządzanie warstwą odbywa się przy użyciu specjalnego protokołu, działającego niezależnie od podstawowego protokołu komunikacyjnego warstwy. Może występować w dowolnej warstwie i wymaga dostarczenia usług komunikacyjnych przez warstwy niższe.

Operacje w warstwie, w ramach protokołu warstwy, mogą również spełniać funkcje zarządzające. Przykładem są informacje o przyczynach rozłączenia połączenia przekazywane w protokole X.25.

Źródłem informacji dla procesów zarządzania jest Baza Informacji Zarządzania (MIB - Management Information Base). Jest to informacja w systemie otwartym, przenoszona i dostępna poprzez protokoły zarządzania. Tworzą ją obiekty zarządzane w systemie otwartym i ich atrybuty.

3.1. Model zarządzania systemami otwartymi

Zarządzanie środowiskiem komunikacyjnym w systemach otwartych jest aplikacją specyficznego typu. Wykorzystuje ona zbiór usług oferowanych innym aplikacjom oraz inne usługi niezbędne do realizacji funkcji zarządzania.

Funkcją zarządzania systemami nazywamy grupę usług zarządzania, która spełnia zestaw logicznie powiązanych wymagań użytkownika. Środowisko podlegające zarządzaniu jest rozproszone, dlatego również aplikacje zarządzania są aplikacjami rozproszonymi, pomiędzy którymi mogą zachodzić interakcje. Interakcje te, w sposób abstrakcyjny, są określane jako operacje i zawiadomienia emitowane przez jeden obiekt aplikacyjny do innego obiektu aplikacyjnego.

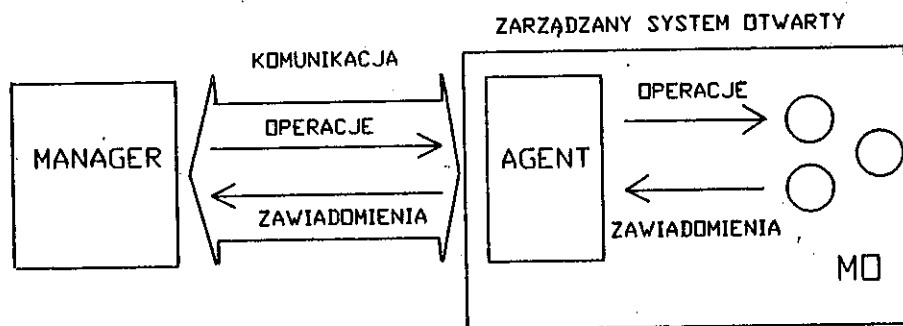
Aplikacje (obiekty aplikacyjne) korzystające z usług zarządzania są określone dalej jako użytkownicy MIS (Management Information Service Users). W określonej interakcji użytkownik MIS może przyjmować jedną z dwóch ról - rolę agenta lub menagera.

Agentem jest ta część rozproszonej aplikacji, która zarządza związanymi z nią obiektami zarządzanymi (MO). Agent może wykonywać operacje na

obiektach zarządzanych oraz przekazywać zawiadomienia emitowane przez zarządzane obiekty.

Managerem jest ta część rozproszonej aplikacji, która odpowiada za jedno lub więcej działań zarządzania systemami. Manager może wywoływać wykonanie przez agenta operacji na zarządzanych obiektach oraz odbierać zawiadomienia wysyłane przez te obiekty (poprzez agenta). Manager jest więc odpowiedzialny za realizację określonych, wymaganych przez użytkownika, funkcji zarządzania poprzez interakcje z agentem, który z kolei reprezentuje usługi zarządzania oferowane przez zarządzany obiekt.

Role managera i agenta nie muszą być na stałe przypisane użytkownikom MIS. Niektórzy użytkownicy MIS mogą odgrywać wyłącznie rolę agenta, inni wyłącznie rolę managera, a jeszcze inni mogą w jednej interakcji pełnić rolę managera, a w innej - agenta. Omówione interakcje pomiędzy managerem, agentem i obiektami zarządzanymi przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Model zarządzania systemem otwartym

Z modelem zarządzania systemami związane są zaprezentowane poniżej aspekty zarządzania systemami.

Aspekty informacyjne przedstawionego modelu zarządzania dotyczą obiektów zarządzanych, ich atrybutów, operacji, jakie mogą być na nich wykonywane oraz zawiadomień, jakie mogą emitować.

Aspekty funkcjonalne modelu zarządzania opisują wymagania dla poszczególnych obszarów funkcjonalnych. Dotyczą również sposobu spełniania tych wymagań poprzez zdefiniowanie informacji zarządzania oraz działań związanych z zarządzaniem. Wymagania są realizowane przez funkcje zarządzania, przy czym każde wymaganie jest spełniane przez jedną lub więcej funkcji, a każda funkcja może spełniać więcej niż jedno wymaganie. Specyfikacja funkcji zarządzania definiuje działania dotyczące zarządzania oraz informacje niezbędne do realizacji wymagań. Wymagania definiuje się dla poszczególnych obszarów funkcjonalnych omówionych wcześniej. Wymagania te prowadzą do sformułowania standardów ogólnych, definiujących wspólne dla tych obszarów działania i informacje.

Aspekty komunikacyjne dotyczą interakcji pomiędzy użytkownikami MIS pełniącymi rolę managera i agenta, podczas których następuje wymiana informacji zarządzania. Komunikacja odbywa się zgodnie z protokołami OSI. Ogólną usługą komunikacyjną OSI do zarządzania systemami jest CMIS (Common Management Information Service), chociaż mogą być wykorzystywane dla specyficznych celów także inne usługi.

Aspekty organizacyjne opisują rozproszoną naturę zarządzania OSI. Środowisko zarządzania OSI, składające się z zasobów jednego lub większej liczby rzeczywistych systemów otwartych, dzieli się na szereg części, zwanych funkcjonalnymi domenami zarządzania. W każdej z takich domen zarządza się jednym z wcześniej wymienionych obszarów funkcjonalnych (np. bezpieczeństwem, kosztami). Każda funkcjonalna domena zarządzania jest kontrolowana przez własne "władze". Zestaw jednego lub więcej rzeczywistych systemów otwartych i funkcjonalnych domen zarządzania pozostający pod nadzorem władzy administracyjnej jest nazywany administracyjną domeną zarządzania.

Pojęcie domen zarządzania nie podlega standaryzacji. Administracja może wykorzystywać różne sposoby kontroli rzeczywistych systemów otwartych.

i funkcjonalnych domen zarządzania, które znajdują się w jej domenie administracyjnej. Standaryzacji podlegają natomiast interakcje pomiędzy funkcjonalnymi domenami zarządzania.

3.2. Model elementu sieci zarządzania

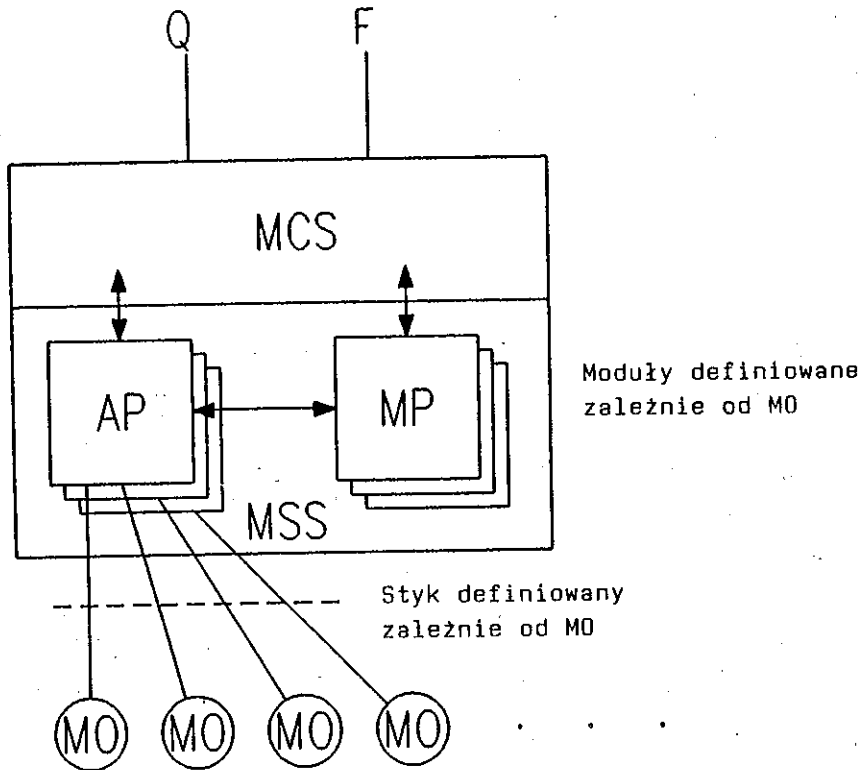
Zalecenia CCITT dotyczące sieci TMN nie określają sposobu realizacji poszczególnych funkcji zarządzania. Pod pojęciem elementu sieci (NE) może być rozumiane dowolne urządzenie telekomunikacyjne poddawane procesowi zarządzania.

Na rys. 3 przedstawiono strukturę modelu elementu sieci TMN spełniającego wymagania do zarządzania systemami otwartymi.

Podsystem zarządzania (MSS) obejmuje procesy współpracy z obiektem zarządzanym (AP) i procesy zarządzania (MP). Każdy element sieci (NE) i systemy operacyjne (OS) lub urządzenia pośredniczące (MD) muszą współpracować z podsystemem zarządzania. Podsystem zarządzania tworzą procesy aplikacyjne biorące udział w zarządzaniu systemem. MSS zawiera co najmniej jeden proces współpracy z obiektem. MSS jest źródłem i ujściem wiadomości związanych z elementem sieci (NE).

Proces zarządzania (MP) jest częścią podsystemu zarządzania realizującą operacje zarządzania elementem sieci telekomunikacyjnej (np. podającym stany alarmów, ustawiającym progi) i odbierającym informacje o zaistniałych zdarzeniach (np. alarmy). Element sieci (NE) może, ale nie musi realizować proces zarządzania, podczas gdy urządzenie pośredniczące (MD) musi realizować co najmniej jeden proces zarządzania.

Proces współpracy z obiektem (AP) jest częścią MSS realizującą operacje procesu zarządzania na obiekcie zarządzanym (MO). Odpowiada on na rozkazy z MP i przekazuje do MP informacje o zdarzeniach zachodzących w MO. MO może być bezpośrednio związany z MSS albo może współpracować z odległym AP przez lokalny AP. Wszystkie elementy sieci (NE) muszą realizować funkcje AP.



Rys. 3. Model elementu sieci TMN

AP - Agent Process - współpraca z obiektem, MP - Managing Process - proces zarządzania, MSS - Management Subsystem - podsystem zarządzania, MCS - Message Communication Subsystem - podsystem komunikacyjny, MO - obiekt zarządzany, Q - styk Q z zestawem protokołów (z siecią TMN), F - styk F (z terminalem operatorskim)

Podsystem komunikacyjny (MCS) realizuje funkcje transportu wiadomości generowanych przez MSS. MCS transportuje wiadomości z MSS wewnątrz samego NE lub OS albo MD, jak również tranzytuje wiadomości. MCS nie jest źródłem ani ujściem wiadomości.

Obiekt zarządzany (MO) jest elementem zasobów środowiska telekomunikacyjnego, który może być zarządzany za pośrednictwem AP. Przykładami

obiektów zarządzanych są: urządzenie telekomunikacyjne, port odbiorczy, port nadawczy, urządzenie zasilające, fragment krotnicy, fragment regeneratora. Obiekty zarządzane MO o tych samych charakterystykach tworzą klasę MO.

Z obiektem zarządzanym związane są:

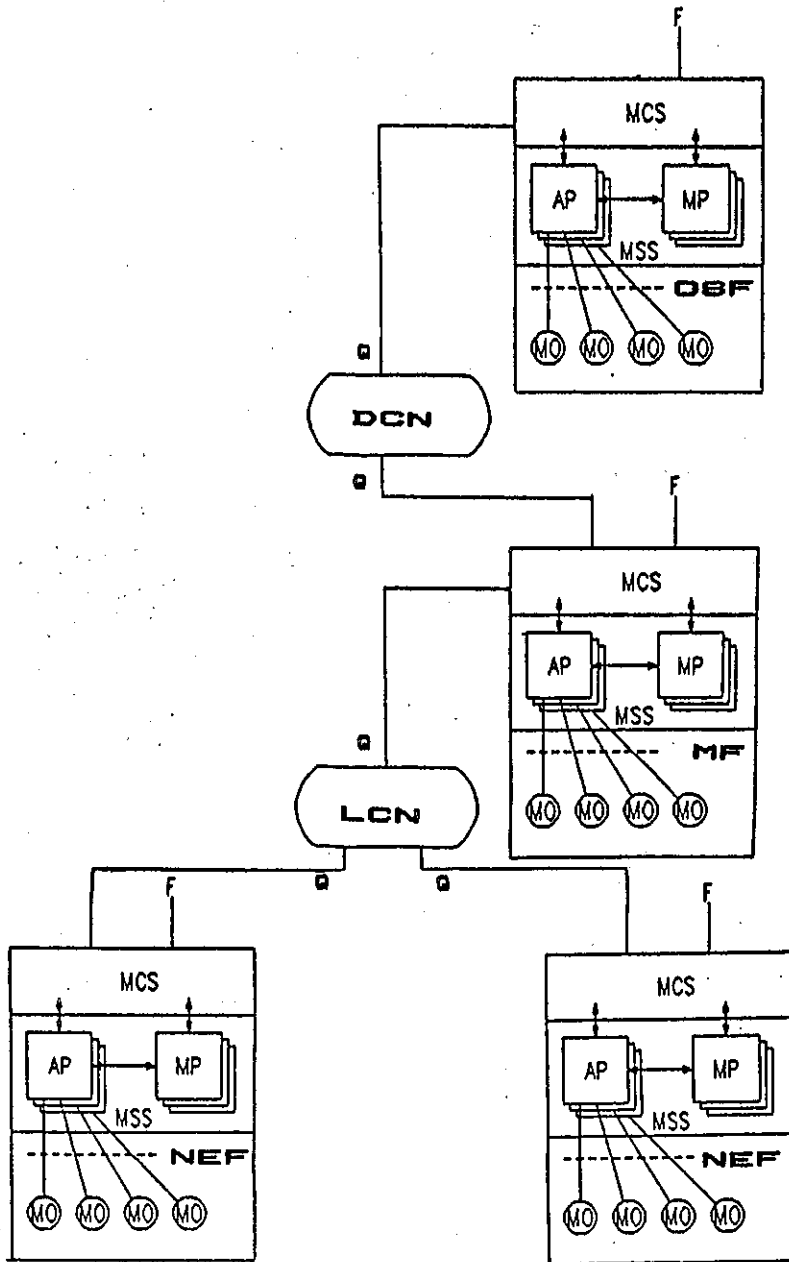
- atrybuty - określające właściwości MO; z atrybutami związane są wartości o strukturze prostej lub złożonej;
- operacje, jakie mogą być wykonywane na obiekcie jako całości i/lub na atrybutach obiektów;
- zawiadomienia, jakie może emitować MO, gdy zajdą określone zdarzenia w tym obiekcie.

Obiekty zarządzane mogą rezydować razem z podsystemem zarządzania (MSS) lub w innym systemie. Obiekty zarządzane rezydujące w innym systemie mogą być zarządzane przez lokalny proces zarządzania (MP) za pośrednictwem zdalnego procesu współpracy.

Komunikacja pomiędzy procesami MP i AP jest realizowana za pośrednictwem protokołów aplikacyjnych zarządzania OSI. Ogólną usługą komunikacyjną OSI dla celów zarządzania jest CMIS (Common Management Information Service), chociaż mogą być używane także inne usługi komunikacyjne (np. FTAM - File Transfer and Management).

Z komunikacją tą związane są dwa aspekty:

- Aspekt komunikacyjny - CMIS zapewnia przekazywanie operacji zarządzania i zawiadomień pomiędzy procesami MP i AP.
- Aspekt kontrolny - wykonywanie operacji na obiektach zarządzanych oraz przekazywanie emitowanych przez nie zawiadomień może być uwarunkowane. Specjalne dyskryminatory kontrolują dostęp procesów zarządzania do obiektów zarządzanych (i mogą zabronić lub zezwolić na wykonanie określonej operacji zarządzania na określonym obiekcie) oraz kontrolują rozsiewanie emitowanych przez obiekty zarządzane zawiadomień (identyfikują przeznaczenie dla zawiadomienia oraz sprawdzają, czy spełnione są warunki, które zawiadomienie musi spełnić).



Rys. 4. Przykładowa struktura hierarchicznego systemu zarządzania

Informacje przekazywane w przedstawionym wielopoziomowym modelu organizacyjnym systemu zarządzania powinny mieć taką samą strukturę, niezależnie od poziomu, a każdy poziom dostarcza dodatkowych możliwości sterowania. Proces zarządzania w MD może np. zlikwidować alarmy generowane przez jeden lub więcej zarządzanych przez niego elementów sieci, będące wynikiem wspólnej usterki i zastąpić je nową wiadomością alarmową, którą skieruje do systemu eksploatacyjnego i która identyfikuje źródło występującego problemu. Struktura tej wiadomości alarmowej jest zgodna ze strukturą innych wiadomości alarmowych.

Na rys. 4 przedstawiono przykładową strukturę hierarchiczną systemu zarządzania opartego na modelu elementu sieci. System składa się z urządzenia pośredniczącego MD, zawierającego podsystemy zarządzania (MP) i podsystemy współpracy (AP), oraz elementów sieci (NE), zawierających procesy współpracy (AP) i obiekty zarządzane (MO). Komunikacja pomiędzy podsystemami zarządzania i podsystemami współpracy z obiektem jest realizowana przez styki Q2 i lokalną sieć transmisji danych LCN.

4. SPECYFIKACJA STYKU Q2

Definicja styku Q2 określa zasady transmisji danych poprzez lokalną sieć transmisji danych (LCN) pomiędzy urządzeniem pośredniczącym (MD) a nadzorowanymi elementami sieci (NE) [1,2]. Należy przypuszczać, że styk ten - elektryczny i proceduralny - będzie jednym z najważniejszych elementów sieci TMN, nakładającym określone wymagania na urządzenia dla sieci TMN na najniższym poziomie jej hierarchii.

4.1. Struktura styku Q2

Warstwy funkcjonalne składające się na styk Q2 i odpowiadające im protokoły przedstawiono w tabl. 1.

Zdefiniowane usługi komunikacyjne i protokoły są zgodne z siedmiowarstwowym modelem odniesienia ISO-OSI [3,4]. Protokoły warstw fizycznej, liniowej, sieciowej i zastosowań bazują na standardach zdefiniowanych przez ISO. Ponieważ styk Q2 nie zawiera warstw transportowej, sesji i prezentacji została zdefiniowana funkcja odwzorowania (mapping function) zapewniająca współpracę warstwy zastosowań z warstwą sieciową.

Tablica 1

Struktura styku Q2

Warstwy funkcjonalne	Protokoły
Warstwa zastosowań	X.711/ISO DIS 9596 [18, 19], X.229/ISO 9072/2 [26, 27]
	funkcja odwzorowania (mapping)
Warstwa sieciowa	ISO 8348/ADD1 [13], ISO 8473 [14]
Warstwa liniowa	ISO 3309 [10, 11], ISO 7809 [12]
Warstwa fizyczna	X.211/ISO/IEC 10022 [5]

4.2. Warstwa fizyczna styku Q2

Warstwa fizyczna jest pierwszą (najniższą) warstwą siedmiowarstwowego modelu odniesienia ISO-OSI. Usługi udostępnione przez warstwę fizyczną obejmują przesłanie sekwencji bitów pomiędzy stacjami sprzężonymi bezpośrednio za pomocą łączy. Warstwa zapewnia wykrywanie nieprawidłowości transmisji na poziomie bitu oraz wykrywanie stanów specjalnych łączy.

Definicja usług warstwy fizycznej jest zgodna z zaleceniem X.211/ISO/IEC 10022 [6, 7]. Usługi warstwy fizycznej powinny być realizowane na podstawie następujących założeń:

- rodzaj transmisji - synchroniczna,
- tryb pracy - półdupleks,
- konfiguracja - wielopunkt z wyróżnioną stacją nadrzędną (pierwotną).

Usługi warstwy fizycznej zdefiniowano za pomocą operacji elementarnych i związanych z nimi parametrów zgodnie z tablicą 2.

Usługi PhC-Activation i PhC-Deactivation są przeznaczone dla podsystemu zarządzania warstwy fizycznej (ang. LME - Layer Management Entity).

Tablica 2

Usługi warstwy fizycznej

Usługa	Operacja elementarna	Parametry
Uaktywnienie fizycznego sterownika (ang. PhC-Activation)	żądanie fizycznego uaktywnienia (ang. Ph-ACTIVATE-request)	
	zawiadomienie o fizycznym uaktywnieniu (ang. Ph-ACTIVATE-indication)	
Przesyłanie danych (ang. Data Transfer)	żądanie przesłania danych (ang. Ph-DATA-request)	dane użytkownika usług warstwy fizycznej (ang. PhS-User Data)
	zawiadomienie o nadejściu danych (ang. Ph-DATA-indication)	
Unieaktywnienie fizycznego sterownika (ang. PhC-Deactivation)	żądanie fizycznego unieaktywnienia (ang. Ph-DEACTIVATE-request)	
	zawiadomienie o fizycznym unieaktywnieniu (ang. Ph-DEACTIVATE-indication)	

Stacje pełniące funkcje urządzenia pośredniczącego (MD - Mediation Device) i nadzorowanych urządzeń telekomunikacyjnych (NE - Network Element) powinny być połączone magistralą umożliwiającą transmisję szeregową w trybie półduplexowym, zrealizowaną zgodnie z zaleceniem ISO 8482 [8]. Liczba dołączonych do magistrali elementów sieci jest ograniczona do 32.

Linie transmisyjne powinny stanowić dwie symetryczne, ekranowane pary - po jednej dla każdego kierunku transmisji. Linie powinny składać się z odcinków łączących sąsiednie elementy sieci.

Przed transmisją dane powinny być przekształcone na format NRZI. W formacie tym logiczna jedynka jest reprezentowana przez brak zmiany polaryzacji przebiegu sygnału, a logiczne zero - przez zmianę tej polaryzacji.

Szczegółowe wymagania dotyczące parametrów elektrycznych nadajnika i odbiornika omówiono dokładnie w WWTE [9].

4.3. Warstwa liniowa

Warstwa liniowa umożliwia prawidłową transmisję informacji pomiędzy stacjami połączonymi bezpośrednio łączem fizycznym. W szczególności zapewnia ona wykrywanie, a często również korygowanie błędów powstałych w warstwie fizycznej oraz bezkolizyjny dostęp stacji do łącza.

Warstwa liniowa wykorzystuje usługi komunikacyjne warstwy fizycznej i oferuje wzbogacone usługi komunikacyjne warstwie sieciowej. Definicja usług warstwy liniowej jest zgodna z zaleceniem X.212/ISO 8886 [10, 11]. Warstwa liniowa powinna realizować usługi w trybie połączeniowym. Usługi te obejmują nawiązywanie i rozłączanie połączeń pomiędzy parą punktów udostępniania usług warstwy liniowej, transmisję danych z eliminacją przekłamań, zagubień i powtórzeń oraz sterowanie przepływem danych.

Warstwa liniowa wykorzystuje oferowaną przez warstwę fizyczną usługę "Przesyłanie danych".

Warstwa liniowa powinna dostarczać warstwie sieciowej oraz podsystemowi zarządzania warstwą następujące usługi:

- nawiązywanie i rozłączenie połączenia w warstwie liniowej,
- transmisję jednostek danych usług warstwy liniowej.

Usługi te definiuje się za pomocą operacji elementarnych (ang. primitives): żądanie (request), zawiadomienie (indication), odpowiedź (response), potwierdzenie (confirmation) i związanych z nimi parametrów. Definicje poszczególnych usług przedstawiono w tablicach: 3, 4, 5.

Tablica 3

Nawiązywanie połączenia liniowego
(DCL-Establishment)

Nazwa parametru	Operacja elementarna	
	żądanie/ zawiadomienie	odpowieź/ potwierdzenie
Adres wywoływanego (Called Address)	M	-
Adres wywołującego (Calling Address)	M	-
Adres odpowiadającego (Responding Address)	-	M
Jakość usługi (QDS)	M	M
Oznaczenia: M - parametr obowiązkowy, - - parametr nie jest stosowany w interakcji opisywanej przez operację elementarną		

Tablica 4

Rozłączenie połączenia liniowego (DLC-Release)

Nazwa parametru	Operacja elementarna	
	żądanie	zawiadomienie
Inicjujący (Originator)	-	M
Powód (Reason)	M	M
Oznaczenia: jak w tabl. 3.		

Tablica 5

Przesyłanie danych (Normal data transfer)

Nazwa parametru	Operacja elementarna	
	żądanie	zawiadomienie
Dane użytkowe usług warstwy liniowej (DLS User-data)	M	M
Oznaczenia: jak w tabl. 3.		

Protokół warstwy liniowej jest oparty na standardzie HDLC [12]. Procedury zdefiniowane w HDLC umożliwiają synchroniczną, kodowo przezroczystą transmisję danych pomiędzy stacjami tworzącymi konfiguracje dwupunktowe i wielopunktowe, połączonymi łączami półdupleksowymi lub duplexowymi. Stacja zawierająca źródło danych wysyła ramki informacyjne do stacji zawierającej ujście danych. W kierunku odwrotnym są przesyłane ramki potwierdzające. Wysłane ramki informacyjne powinny być przechowywane przez źródło do momentu ich potwierdzenia przez ujście. Stacje mogą współpracować ze sobą w dwóch układach logicznych - niezrównoważonym (unbalanced) i zrównoważonym (balanced). W układzie niezrównoważonym występują stacje logicznie nierównorzędne: jedna stacja pierwotna, sterująca wymianą danych, i jedna lub więcej stacji podporządkowanych - wtórnych. Układ zrównoważony jest połączeniem dwóch stacji logicznie równorzędnych, zwanych stacjami kombinowanymi. Dla układu niezrównoważonego są możliwe dwa tryby współpracy stacji: tryb z odpowiedzią normalną (NRM) i tryb z odpowiedzią asynchroniczną (ARM). W układzie zrównoważonym występuje tylko jeden tryb współpracy - z odpowiedzią asynchroniczną (ABM). Urządzenie pośredniczące (MD), nadzorowane urządzenia telekomunikacyjne (NE) oraz łącząca je lokalna sieć telekomunikacyjna (LCN) tworzą wielopunktowy układ niezrównoważony, w którym stacją pierwotną jest MD, a stacjami wtórnymi - elementy NE.

Struktura standardu HDLC umożliwia zdefiniowanie różnych klas procedur. Z każdą klasą procedury jest związany podstawowy zestaw komend i odpowiedzi. Dla styku Q2 zdefiniowano klasę UNC (Unbalanced Normal Response Class) [13], dotyczącą układu niezrównoważonego pracującego w trybie z odpowiedzią normalną. Stacja pierwotna nadaje ramki komend i odbiera ramki odpowiedzi od stacji wtórnych. Stacja pierwotna może nadawać (odbierać) informacje do (od) każdej stacji wtórnej. Stacja wtórna nadaje ramki odpowiedzi i odbiera ramki komend od stacji pierwotnej. Stacja wtórna może nadawać (odbierać) informacje tylko do (od) stacji pierwotnej. Stacja pierwotna odpowiedzialna jest za:

- inicjowanie łącza danych (uaktywnienie stacji wtórnych),
- sterowanie przepływem danych do (od) stacji wtórnych,
- przeprowadzanie działań naprawczych (recovery) w przypadku wystąpienia błędów nienaprawialnych przez retransmisję,
- rozłączanie łącza danych (logiczne odłączanie stacji wtórnych).

Tryb odpowiedzi normalnej (NRM) oznacza, że stacja wtórna może zainicjować transmisję wyłącznie po uzyskaniu zezwolenia od stacji pierwotnej. Transmisja taka może składać się z jednej lub wielu ramek. Ostatnia ramka transmisji powinna być przez stację wtórną oznaczona. Po nadaniu ostatniej ramki stacja wtórna powinna zatrzymać transmisję aż do momentu uzyskania następnego zezwolenia od stacji pierwotnej.

4.3.1. Struktura ramki

Strukturę ramki zdefiniowaną w zaleceniu ISO 3309 [12] przedstawiono w tabl. 6.

Tablica 6

Struktura ramki

Kolejność nadawania bitów	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8		od 16 do 1	1 2 3 4 5 6 7 8
Struktura ramki	Flaga	Adres	Sterowanie	informacja	FCS	Flaga
	0 1 1 1 1 1 1 0	8 bitów	8 bitów	N-bitów	16 bitów	0 1 1 1 1 1 1 0

Każda ramka zawiera na początku i na końcu sekwencję flagową (flagę) o ustalonej strukturze, używaną do synchronizacji ramki. W każdej ramce występują pola adresowe (adres), sterujące (sterowanie) i ciąg kontrolny ramki (FCS). W ramkach używanych do przesyłania danych występuje dodatkowo pole informacyjne (informacja). W polu adresowym umieszczono adres stacji wtórnej, dla której ramka jest przeznaczona (komenda) lub od której pochodzi (odpowieź).

Pole sterujące wskazuje typ komendy lub odpowiedzi. Budowę pola sterującego przedstawiono w tabl. 7.

Budowa pola sterującego

Typ ramki	Nr bitu (kolejność przesyłania)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ramka informacyjna I	0	N(S)			P/F	N(R)		
Ramka nadzorcza S	1	0	SS		P/F	N(R)		
Ramka nienumerowana U	1	1	MM		P/F	MMM		
Oznaczenia:								
N(S)	- numer sekwencyjny nadawczy (bit 2 - bit o najniższej wadze),							
N(R)	- numer sekwencyjny odbiorczy (bit 6 - bit o najniższej wadze),							
SS	- kod funkcji nadzorczej (komendy, odpowiedzi),							
MM MMM	- kod dodatkowej funkcji nadzorczej (tzw. bity modyfikujące),							
P/F	- w ramach komend bit ten nosi nazwę P (poll), - w ramach odpowiedzi bit ten nosi nazwę F (final).							

- Zdefiniowano trzy formaty pola sterującego wykorzystywanego w ramach:
- informacyjnych (I), używanych do transmisji danych z potwierdzeniami;
 - nadzorczych (S), używanych do sterowania przepływem danych;
 - nienumerowanych (U), używanych do realizacji funkcji sterujących (np. nawiązywanie i rozłączanie połączeń) i do transmisji danych bez potwierżeń.

Nadawane przez stację ramki informacyjne I są numerowane cyklicznie modulo 8 - od 0 do 7. Numer nadawanej ramki I znajduje się w polu N(S). W polu N(R) stacja umieszcza numer ramki I, na którą oczekuje, potwierdzając jednocześnie odbiór ramki o numerze N(R)-1 i ramek wcześniejszych. Istotną rolę odgrywa bit P/F. Bit ten, w ramach komend nadawanych przez stację pierwotną, nosi nazwę P (poll). Wartość 1 bitu P oznacza żądanie ramki odpowiedzi od stacji wtórnej (przekazanie stacji wtórnej prawa do nadawania odpowiedzi). W ramach odpowiedzi, nadawanych przez stację wtórną, bit ten

nosi nazwę F (final). Wartość 1 bitu F oznacza, że dana ramka jest ostatnią ramką odpowiedzi stacji wtórnej.

Pole informacyjne może mieć długość równą całkowitej liczbie oktetów i służy do przesyłania danych. Maksymalna długość pola informacyjnego wynosi 256 oktetów.

Ciąg kontrolny ramki (FCS) jest szesnastobitową sekwencją wynikającą z zastosowania kodu cyklicznego o wielomianie generacyjnym $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

Sekwencja flagowa oznaczająca początek i koniec ramki nie może wystąpić wewnątrz ramki. Aby zapewnić przezroczystość kodową dla wszystkich pozostałych (poza flagą) pól ramki, stosuje się zasadę wtrącania i usuwania "0". W nadajniku, po pięciu kolejnych bitach "1" następuje wtrącanie dodatkowego bitu "0". Z kolei, w odbiorniku następuje usuwanie bitu "0" występującego po pięciu kolejnych bitach "1".

Adresy, komendy, odpowiedzi i numery sekwencyjne powinny być transmitowane, poczynając od bitu najmniej znaczącego (np. pierwszym transmitowanym bitem numeru sekwencyjnego powinien być bit o wadze 2^0). Kolejność transmitowania bitów pola informacyjnego nie jest określona przez standard HDLC. Sekwencja kontrolna ramki powinna być transmitowana w linię, zaczynając od współczynnika przy najwyższej potędze (x^{16}).

W tabl. 6 przedstawiono strukturę ramki, jaka jest przesyłana w warunkach idealnych. W rzeczywistości mogą wystąpić następujące sytuacje wymagające właściwej interpretacji ramek nietypowych:

- **Unieważnienie ramki (abort)** - stacja nadająca może w trakcie transmisji unieważnić nadawaną ramkę, wtrącając w nadawany ciąg w dowolnym miejscu sekwencję siedmiu kolejnych bitów "1" (bez wtrącanego zera). Stacja odbierająca uzna ramkę zawierającą ciąg siedmiu kolejnych "1" za nieważną.

- **Wypełniacz międzyramkowy** - stacja pierwotna nieprzerwanie nadaje, jeśli nie ma danych do nadania, sekwencje flagowe, które oprócz synchronizacji podtrzymują stan aktywny kanału.
- **Ramka nieprawidłowa** - ramka nieograniczona na początku i na końcu sekwencjami flagowymi lub ramka zbyt krótka, zawierająca mniej niż 32 bity pomiędzy flagami. Ramki nieprawidłowe powinny być ignorowane.
- **Stan jałowy (idle state)** - odebranie co najmniej piętnastu kolejnych bitów "1" powinno być interpretowane jako ciągły stan "1" w kanale. Wykrycie stanu jałowego w kanale należy traktować jako rezygnację z prawa do transmisji przez drugą (zdalną) stację.

4.3.2. Komendy i odpowiedzi

Stacja pierwotna powinna nadawać do stacji wtórnej, oprócz ramek informacyjnych, następujące komendy:

- w ramach U - **SNRM**: ustaw tryb odpowiedzi normalnej,
 - **DISC**: rozłącz,
- w ramach S - **RR** : gotowość odbioru,
 - **RNR** : brak gotowości do odbioru,

Stacja wtórna powinna nadawać do stacji pierwotnej, oprócz ramek informacyjnych, następujące odpowiedzi:

- w ramach U - **FRMR**: odrzucenie ramki,
 - **DM** : stan rozłączenia,
 - **UA** : nienumerowane potwierdzenie,
- w ramach S - **RR** : gotowość odbioru,
 - **RNR** : brak gotowości do odbioru,

Dodatkowo powinny być uwzględnione następujące funkcje opcjonalne [10,

11]:

- informacje nienumerowane (opcja nr 4) - zezwolenie na przekazywanie informacji w ramach nienumerowanych (ramki UI);
- test łącza danych (opcja nr 12) - umożliwienie przeprowadzanie testów podstawowych funkcji warstwy liniowej w drugiej (zdalnej) stacji. W tym celu wykorzystuje się komendę / odpowiedź TEST.

Strukturę pola sterującego ramek dla wszystkich wymienionych komend i odpowiedzi przedstawiono w tabl. 8.

Ramka zawierająca komendę gotowości odbioru RR powinna być nadawana przez stację w celu:

- wskazania, że stacja jest gotowa do odbioru ramek informacyjnych I;
- potwierdzenia odbioru ramek informacyjnych I o numerach aż do N(R)-1 włącznie.

Nadanie ramki RR wskazuje również zakończenie stanu zajętości sygnalizowanego wcześniej przez tę stację za pomocą ramki RNR.

Tablica 8

Pola sterujące ramek U i S

Komendy i odpowiedzi		Nr bitu									
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Dla ramki U:											
komenda	SNRM		1	1	0	0	P	0	0	0	1
komenda	DISC		1	1	0	0	P	0	1	1	0
komenda	TEST		1	1	0	0	P	1	1	1	1
komenda	UI		1	1	0	0	P	0	0	0	0
odpowieź	TEST		1	1	0	0	F	1	1	1	1
odpowieź	FRMR		1	1	1	0	F	0	0	0	1
odpowieź	DM		1	1	1	1	F	0	0	0	0
odpowieź	UA		1	1	0	0	F	1	1	1	0
odpowieź	UI		1	1	0	0	F	0	0	0	0
Dla ramki S:											
komenda	RR		1	0	0	0	P			N(R)	
komenda	RNR		1	0	1	0	P			N(R)	
odpowieź	RR		1	0	0	0	F			N(R)	
odpowieź	RNR		1	0	1	0	F			N(R)	

Ramka zawierająca komendę/odpowieź niegotowości do odbioru RNR powinna być nadawana przez stację w celu wskazania stanu zajętości tzn. okresowego braku zdolności do odbioru ramek informacyjnych I. Ramki I nadane do stacji o numerach aż do N(R)-1 włącznie należy uważać za potwierdzone. Nadane do tej stacji ramki informacyjnej I o numerach N(R) i wyższych (jeśli były) nie mogą być uważane za potwierdzone.

Ramka zawierająca komendę SNRM powinna być stosowana dla zaktywizowania zaadresowanej stacji wtórnej. Stacja wtórna akceptująca komendę SNRM powinna nadać odpowiedź UA, przejść do stanu operacyjnego (NRM) oraz ustawić na zero stan początkowy zmiennych, wykorzystywanych do numeracji nadawanych ramek I i kontroli sekwencji odbieranych ramek I. Odpowiedzialność za nadane a nie potwierdzone ramki I w przypadku realizacji komendy SNRM jest przekazywana do warstw wyższych.

Komenda DISC powinna być używana do zakończenia ustanowionego wcześniej trybu operacyjnego. Stacja wtórna znajdująca się w stanie operacyjnym powinna potwierdzić odbiór komendy DiSC odpowiedzią UA i przejść do stanu rozłączeniowego (NDM). W przypadku wykonania komendy DISC odpowiedzialność za nadane a niepotwierdzone ramki I spada na warstwy wyższe.

Komenda/odpowieź UI powinna być wykorzystywana do przesyłania danych (np. status, przerwanie, okresowy raport itp.) od stacji pierwotnej do wtórnej (wtórnych) i w kierunku odwrotnym. Ramki UI nie zawierają numerów kolejnych (jak np. ramki I), a ich odbiór nie jest potwierdzony. Z tego powodu mogą być zagubione lub dublowane. Stosowanie ramek UI powinno być ograniczone do środowiska o małym prawdopodobieństwie powstania błędów i/lub do przekazywania danych, których zagubienie nie powinno stwarzać nadmiernych problemów.

Komenda TEST powinna być używana do spowodowania odpowiedzi TEST z zaadresowanej stacji wtórnej (podstawowy test warstwy liniowej). Może ona zawierać pole informacyjne. Jeżeli komenda TEST zawiera pole informacyjne, wówczas powinno być ono zwrócone przez stację wtórną w odpowiedzi TEST.

Jeżeli stacja wtórna jest zajęta i nie może zaakceptować pola informacyjnego komendy TEST, powinna nadać odpowiedź TEST bez pola informacyjnego. Jeżeli stacja wtórna jest w stanie operacyjnym (NRM) i długość pola informacyjnego komendy TEST przekracza ustalone dla stacji wtórnej maksimum, stacja wtórna powinna odpowiedzieć ramką FRMR.

Odpowiedź UA powinna być używana przez stację wtórną do wskazania potwierdzenia odbioru i akceptacji komendy SNRM lub DISC.

Odpowiedź FRMR powinna być nadawana przez znajdującą się w stanie operacyjnym (NRM) stację wtórną do poinformowania stacji pierwotnej o tym, że została odebrana formalnie poprawna (tzn. bez błędu FCS) ramka, w której stwierdzono jeden z następujących przypadków:

- występuje niezdefiniowana lub nieobsługiwana przez stację wtórną komenda;
- pole informacyjne w odebranej ramce I/UI jest za długie, dłuższe niż ustalone dla stacji wtórnej maksimum;
- występuje niepoprawny numer N(R), wskazujący ramką I, która już została potwierdzona lub jeszcze nie została nadana i nie jest kolejną ramką do nadania;
- występuje pole informacyjne, a nie powinno.

Ramka odpowiedzi FRMR zawiera pole informacyjne o budowie przedstawionej w tabl. 9.

Po nadaniu odpowiedzi FRMR stacja wtórna:

- powinna wstrzymać nadawanie ramek I, jeżeli powodem nadania FRMR był niepoprawny numer N(R);
- może kontynuować nadawanie ramek I, jeżeli powodem nadania FRMR była:
 - niezdefiniowana lub nieobsługiwana komenda,
 - za długie pole informacyjne w odebranej ramce I(UI).

Pole informacyjne ramki N(R)

Kolejność nadawania bitów	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Struktura ramki	Pole sterujące ramki odrzuconej								0	N(S)			0	N(R)			W	X	Y	Z
Oznaczenia:																				
N(S)		- numer ramki l, następną do nadania przez stację wtórną, (bit 10-bit o najniższej wadze);																		
N(R)		- numer ramki l, na którą oczekuje stacja wtórna, (bit 14-bit o najniższej wadze);																		
W=1		- oznacza, że pole sterujące odrzuconej ramki (zwracane na pozycjach 1-8) zawiera niezdefiniowaną lub nieobsługiwaną przez stację wtórną komendę;																		
W=1 i X=1		- oznacza, że ramka odrzucona zawierała pole informacyjne, co jest sprzeczne z komendą określoną w polu sterującym ramkami;																		
Y=1		- oznacza, że pole informacyjne w odrzuconej ramce było za długie;																		
Z=1		- oznacza, że w polu sterującym odrzuconej ramki był zawarty niepoprawny numer odbiorczy N(R).																		

Stacja pierwotna odbierająca odpowiedź FRMR powinna być odpowiedzialna za zainicjowanie odpowiednich działań (rozłączenie połączenia lub ponowna inicjalizacja pracy).

Odpowiedź DM powinna być używana przez stację wtórną do wskazania, że znajduje się w trybie nieoperacyjnym (NDM). Odpowiedź DM oznacza, że stacja wtórna żąda od stacji pierwotnej komendy aktywizującej SNRM, a jeżeli została odebrana jako reakcja stacji wtórnej na komendę SNRM - oznacza odrzucenie tej komendy.

4.3.3. Stany logiczne stacji (modes)

Stacja może znajdować się w stanie operacyjnym (operational mode) lub nieoperacyjnym (non-operational mode). Stanem operacyjnym dla styku Q2 jest stan odpowiedzi normalnej - NRM (Normal Response Mode). Stanem nieoperacyjnym jest stan normalny rozłączenia - NDM (Normal Disconnected Mode).

Stacja wtórna w stanie NDM powinna być logicznie odłączona od łącza. Oznacza to, że:

- Stacja wtórna nie może akceptować informacji przesyłanych w ramach komend I, ani transmitować odpowiedzi w ramach I.
- Stacja wtórna może akceptować informacje przesyłane w ramach komend UI i może transmitować informacje w ramach UI.
- Stacja wtórna może transmitować jednoramkową odpowiedź wskazującą status stacji po odebraniu ramki komendy z bitem $P = 1$.
- Stacja wtórna może akceptować ramki komend SNRM, TEST, DISC i UI. Po odebraniu jednej z powyższych komend stacja wtórna musi wysłać odpowiedź. Jeśli w odebranej komendzie bit $P = 1$, stacja wtórna odpowiada natychmiast ramką odpowiedzi z bitem $F = 1$. Jeżeli w odebranej komendzie bit $P = 0$, stacja wtórna musi poczekać z wysłaniem odpowiedzi, aż do odebrania komendy z bitem $P = 1$. W ramce odpowiedzi bit F powinien być równy 1.
- Jeżeli stacja wtórna akceptuje komendę SNRM powinna wysłać odpowiedź UA; jeżeli natomiast nie może zaakceptować komendy powinna wysłać odpowiedź DM.
- Jeżeli stacja wtórna akceptuje komendę TEST, powinna wysłać odpowiedź TEST, jeżeli natomiast nie może zaakceptować komendy TEST, powinna wysłać odpowiedź DM.
- Odpowiedzią stacji wtórnej w stanie NDM na komendę DISC jest DM.
- Jeżeli stacja wtórna odebrała komendę UI z bitem $P = 1$, powinna wysłać odpowiedź UI lub DM.
- Stacja wtórna może ignorować inne niż wymienione ramki komend, w których bit $P = 0$.

Stacja wtórna może znaleźć się w stanie NDM w wyniku:

- włączenia lub powrotu zasilania (po zaniku),
- zerowania wykonanego przez obsługę,

- przełączenia terminala stacji przez obsługę ze stanu pracy lokalnej do stanu pracy na łączu,
- odebrania i zaakceptowania komendy DISC.

4.3.4. Pozostałe parametry warstwy liniowej

Rozmiar okna powinien być równy 1. Oznacza to, że maksymalna liczba nadanych przez stację i niepotwierdzonych ramek I wynosi 1.

Czas oczekiwania na odpowiedź stacji wtórnej jest to czas jaki stacja pierwotna powinna oczekiwać na odpowiedź od stacji wtórnej po nadaniu do niej ramki komendy z bitem $P = 1$. Jeśli czas oczekiwania upłynie, stacja pierwotna powinna powtórzyć transmisję ramki. Czas oczekiwania powinien być równy sumie:

- czasu trwania najdłuższej ramki nadawanej przez stację pierwotną,
- czasu odpowiedzi stacji wtórnej,
- czasu trwania najdłuższej ramki odpowiedzi stacji wtórnej.

Liczba powtórzeń transmisji ramki przez stację pierwotną wynosi 5 (6 prób nadania ramki).

Czas odpowiedzi - stacja wtórna powinna rozpocząć nadawanie flagi otwierającej ramki odpowiedzi nie później niż 5 ms po zdekodowaniu flagi zamykającej ramki komendy przesyłanej ze stacji pierwotnej.

4.4. Warstwa sieciowa

Definicja usługi warstwy sieciowej jest zgodna z zaleceniem ISO 8348/ADD1 [14]. Warstwa sieciowa powinna dostarczać usługi w trybie bezpołączeniowym.

Warstwa sieciowa wymaga od warstwy liniowej usługi normalnego przesyłu danych (Normal Data Transfer).

Warstwa sieciowa powinna dostarczać usługę wysłania jednostki danych (N-Unit Data) zdefiniowaną w tablicy 10.

Usługa N-Unit Data

Nazwa parametru	Żądanie	Zawiadomienie
Adres źródłowy	M	M (=)
Adres przeznaczenia	M	M (=)
Jakość usługi	M	M (=)
Dane użytkownika (NS-User Data)	M	M (=)
Oznaczenia: M - parametr obowiązkowy, = - wartość parametru jest równa wartości parametru w lewej kolumnie tablicy.		

Protokół warstwy sieciowej określony w zaleceniu ISO 8473 [15] definiuje w pełnym protokole dwa podzbiory:

- protokół nieaktywnej warstwy sieciowej,
- protokół warstwy sieciowej bez segmentacji.

Protokoły te są zależne od podsieci i mogą być zastosowane dla podsieci o znanych charakterystykach i określonej konfiguracji.

W zależności od wymaganego zastosowania i architektury podsieci jeden lub oba podzbiory protokołów powinny być realizowane przez styk Q2. Wybór podzbioru protokołu powinien być odnotowany w opisie implementacji protokołu (PICS - Protocol Implementation Conformance Statement).

Na informacje sterujące protokołu (NPCI - Network Protocol Control Information) należy zarezerwować 28 oktetów (9 oktetów - część stała, przy protokole bez segmentacji; maksymalnie 16 oktetów na część adresową; 3 oktety na część opcjonalną).

4.4.1. Protokół nieaktywnej warstwy sieciowej

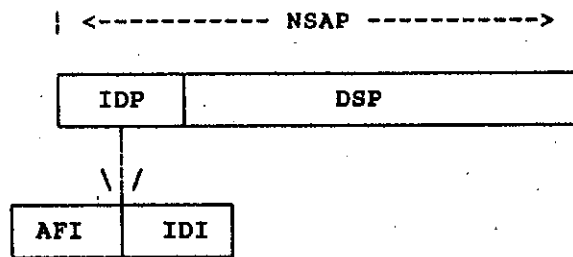
Protokół powinien być zgodny z nieaktywnym podzbiorem protokołu określonym w zaleceniu ISO 8473 [15]. Protokół ten stosowany jest w przypadku, gdy systemy końcowe, źródłowy i docelowy, są połączone przez pojedynczą

podsieć i do realizacji usługi warstwy sieciowej w trybie bezpołączeniowym, między dwoma systemami końcowymi, jest niepotrzebne zastosowanie żadnej z funkcji przewidzianych w pełnym protokole.

4.4.2. Protokół warstwy sieciowej bez segmentacji

Protokół powinien być zgodny z podzbiorem protokołu bez segmentacji określonym w zaleceniu ISO 8473 [15].

Część adresowa nagłówka powinna mieć strukturę określoną w zaleceniu ISO 8348/ADD1 [14]. Adres udostępniania usługi warstwy sieciowej (NSAP - Network Service Access Point) ma strukturę hierarchiczną i jest określony w sposób przedstawiony na rys. 5.



Rys. 5. Struktura adresu NSAP

IDP (Initial Domain Part) jest identyfikatorem obszaru w przestrzeni adresowej sieci oraz identyfikatorem czynnika odpowiedzialnego za przydział adresów NSAP dla tego obszaru. DSP (Domain Specific Part) określa adres odpowiedniego obszaru w przestrzeni adresowej. Dla styku Q2 przyjęto, że:

- AFI (Authority and Format Identifier) powinno być ustalone na 49 dziesiątnie (2 cyfry), zgodnie z zaleceniem ISO 8348/ADD1 [14], co oznacza w terminologii zalecenia, "lokalne" i binarne kodowanie DSP (Domain Specific Part).

- IDI (Initial Domain Identifier) powinno być puste, co powoduje, że długość IDP (Initial Domain Part) będzie przedstawiana za pomocą dwóch cyfr.

4.5. Funkcja odwzorowania (mapping function)

Ponieważ styk Q2 nie zawiera warstw transportowej, sesji i prezentacji, została zdefiniowana funkcja odwzorowania, która wykorzystuje usługi oferowane przez warstwę sieciową i dostarcza wymagane usługi (usługi prezentacyjne) warstwie zastosowań. Dla funkcji odwzorowania nie zdefiniowano protokołu.

Definicja usług funkcji odwzorowania powinna być zgodna z zaleceniem X.216/ISO 8822 [16, 17].

Funkcja odwzorowania wykorzystuje usługę N-Unit Data oferowaną przez warstwę sieciową.

Funkcja odwzorowania powinna dostarczać usługę prezentacyjną P-Data zdefiniowaną w tabl. 11.

Tablica 11

Usługi realizowane przez funkcję odwzorowania

Usługa	Operacja elementarna	Parametry
P-Data	P-Data Żądanie	Dane użytkowe
	P-Data Wskazanie	

Funkcja odwzorowania dostarcza, wymagane przez usługę warstwy sieciowej N-Unit Data, wartości parametrów: adres źródła, adres przeznaczenia, parametry jakości usługi, dane użytkownika (NS-User Data). Wartości parametrów: adres źródła, adres przeznaczenia, parametry jakości usługi, będą dostarczane funkcji odwzorowania przez podsystem zarządzania warstwą (Layer management Entity). Wartość parametru NS-User Data będzie przekazana do funkcji odwzorowania za pośrednictwem usługi P-Data.

4.6. Warstwa zastosowań

Różnorodność zastosowań powoduje, że w warstwie zastosowań nie można określić takich usług, które obejmowałyby wszystkie zastosowania. Można jedynie zdefiniować usługi najczęściej wykorzystywane dla pewnych określonych obszarów zastosowań. W zakresie zarządzania systemami określono taki zbiór wspólnych usług - CMIS (Common Management Information Service). Definicja usługi warstwy zastosowań jest związana z istnieniem w tej warstwie trzech różnych typów elementów usługi. Są to:

- CMISE (Common Management Information Service Element) [18+21]: świadczy usługi zarządzania systemami (przesyłania informacji zarządzających systemami pomiędzy procesami aplikacyjnymi tych systemów), nie ma bezpośredniego dostępu do usług warstwy prezentacji,
- ACSE (Association Control Service Element) [22+25]: świadczy usługi nawiązywania i rozłączania połączeń pomiędzy procesami aplikacyjnymi w różnych systemach, pośredniczy pomiędzy CMISE a usługami warstwy prezentacji, obejmującymi operacje nawiązywania i rozłączania połączeń,
- ROSE (Remote Operation Service Element) [26+29]: świadczy usługi przesyłania danych i informacji o błędach pomiędzy procesami aplikacyjnymi różnych systemów, pośredniczy pomiędzy CMISE a usługą warstwy prezentacji, dotyczącą transferu danych.

Usługi CMISE odwołują się do wykorzystania usług ACSE i ROSE, jednakże dopóki wszystkie związki komunikacyjne zachodzące pomiędzy obiektami komunikującymi się poprzez styk Q2 nie zostaną ustalone, nie będzie się wykorzystywało usług ACSE.

Warstwa zastosowań powinna dostarczyć usług CMISE wymienionych w tabl. 12 oraz usług ROSE.

Wymagane usługi CMISE

Usługa	Typ
Raport zdarzenia (M-EVENT-REPORT)	potwierdzana/niepotwierdzana
Pobranie informacji o wartościach atrybutów (M-GET)	potwierdzana
Ustawienie wartości atrybutów (M-SET)	potwierdzana/niepotwierdzana
Wykonanie działania na zarządzanym obiekcie (M-ACTION)	potwierdzana/niepotwierdzana
Utworzenie reprezentacji obiektu zarządzanego (M-CREATE)	potwierdzana
Kasowanie reprezentacji obiektu zarządzanego (M-DELETE)	potwierdzana

Definicje wymaganych usług CMISE przedstawiono w tablicach 13 + 18.

Raport zdarzenia (M-EVENT REPORT)

Nazwa parametru	Żądanie/ Zawiadomienie		Odpowiedź/ Potwierdzenie	
	CMIS	Q2	CMIS	Q2
Identyfikator operacji (invoke identifier)	M	M	M(=)	M(=)
Tryb (mode)	M	M	-	-
Klasa obiektu zarządzanego (managed object class)	M	M	U	-
Reprezentacja obiektu zarządzanego (managed object instance)	M	M	U	-
Typ zdarzenia (event type)	M	M	C(=)	C(=)
Czas zdarzenia (event time)	U	O	-	-
Argument zdarzenia (event argument)	U	M	-	-
Efekt zdarzenia (event result)	-	-	C	C
Błędy (errors)	-	-	C	C

Oznaczenia: M - parametr obowiązkowy, U - użycie parametru zależne od wyboru użytkownika usługi, O - parametr opcjonalny, - - parametr nie jest stosowany w interakcji opisywanej przez operację elementarną, = - wartość parametru jest równa wartości parametru w lewej kolumnie tablicy, C - parametr warunkowy (warunki są określone w zaleceniu opisującym parametr.

Pobranie informacji o wartościach atrybutów (M-GET)

Nazwa parametru	Żądanie/ Zawiadomienie		Odpowiedź/ Potwierdzenie	
	CMIS	Q2	CMIS	Q2
Identyfikator operacji (invoke identifier)	M	M	M	M
Identyfikator łączenia (linked identifier)	-	-	C	C
Klasa bazowa (base object class)	M	M	-	-
Obiekt bazowy (base object instance)	M	M	-	-
Identyfikatory atrybutów (attribute identifier list)	U	M	-	-
Klasa obiektu zarządzanego (managed object class)	-	-	C	C
Reprezentacja obiektu zarządzanego (managed object instance)	-	-	C	C
Lista atrybutów (attribute list)	-	-	C	C
Błędy (errors)	-	-	C	C
Oznaczenia: jak w tabl. 13.				

Ustawienie wartości atrybutów (M-SET)

Nazwa parametru	Żądanie/ Zawiadomienie		Odpowiedź/ Potwierdzenie	
	CMIS	Q2	CMIS	Q2
Identyfikator operacji (invoke identifier)	M	M	M	M
Identyfikator łączenia (linked identifier)	-	-	C	C
Klasa bazowa (base object class)	M	M	-	-
Obiekt bazowy (base object instance)	M	M	-	-
Identyfikatory atrybutów (attribute identifier list)	U	M	-	-
Klasa obiektu zarządzanego (managed object class)	-	-	C	C
Reprezentacja obiektu zarządzanego (managed object instance)	-	-	C	C
Lista atrybutów (attribute list)	-	-	C	C
Błędy (errors)	-	-	C	C
Oznaczenia: jak w tabl. 13.				

Wykonanie działania na zarządzanym obiekcie (M-ACTION)

Nazwa parametru	Żądanie/ Zawiadomienie		Odpowiedź/ Potwierdzenie	
	CMIS	Q2	CMIS	Q2
Identyfikator operacji (invoke identifier)	M	M	M	M
Identyfikator łączenia (linked Identifier)	-	-	C	C
Tryb (mode)	M	M	-	-
Klasa bazowa (base object class)	M	M	-	-
Obiekt bazowy (base object instance)	M	M	-	-
Klasa obiektu zarządzanego (managed object class)	-	-	C	C
Reprezentacja obiektu zarządzanego (managed object instance)	-	-	C	C
Typ działania (action type)	M	M	C(-)	C(-)
Argument działania (action argument)	U	O	-	-
Wynik działania (action result)	-	-	C	C
Błędy (errors)	-	-	C	C
Oznaczenia: jak w tabl. 13.				

Tablica 17

Utworzenie reprezentacji nowego obiektu zarządzanego (M-CREATE)

Nazwa parametru	Żądanie/ Zawiadomienie		Odpowiedź/ Potwierdzenie	
	CMIS	Q2	CMIS	Q2
Identyfikator operacji (invoke identifier)	M	M	M(-)	M(-)
Klasa obiektu zarządzanego (managed object class)	M	M	C	C
Reprezentacja obiektu zarządzanego (managed object instance)	U	M	C	C
Lista atrybutów (attribute list)	U	M	C	C
Błędy (errors)	-	-	C	C
Oznaczenia: jak w tabl. 13.				

Kasowanie reprezentacji obiektu zarządzanego (M-DELETE)

Nazwa parametru	Żądanie/ Zawiadomienie		Odpowiedź/ Potwierdzenie	
	CMIS	Q2	CMIS	Q2
Identyfikator operacji (invoke identifier)	M	M	M	M
Identyfikator łączenia (linked identifier)	-	-	C	C
Klasa bazowa (base object class)	M	M	-	-
Obiekt bazowy (base object instance)	M	M	-	-
Klasa obiektu zarządzanego (managed object class)	-	-	C	C
Reprezentacja obiektu zarządzanego (managed object instance)	-	-	C	C
Błędy (errors)	-	-	C	C
Oznaczenia: jak w tabl. 13.				

Usługi zdefiniowano za pomocą operacji elementarnych: żądanie, zawiadomienie, odpowiedź, potwierdzenie i związanych z nimi parametrów.

Jednostka danych protokołu warstwy zastosowań jest opisana przy użyciu notacji ASN 1 (Abstract Syntax Notation One), zdefiniowanej w zaleceniu CCITT X.208 [30], i zakodowana zgodnie z zasadami zdefiniowanymi w zaleceniu CCITT X.209 [31].

Protokoły dla warstwy zastosowań powinny być zgodne z zaleceniami X.711/ISO DIS 9596 [20,21] i X.229/ISO 9072/2 [28,29].

5. SPECYFIKACJA STYKU F

Styk F został zdefiniowany w ramach prac IV Komisji CCITT nad problemem sieci TMN (Telecommunication Management Network) [32]. Styk ten ma zastosowanie do przyłączenia stanowisk operatorskich (WS - Work Station) do sieci TMN na wszystkich poziomach tej sieci. Stanowiska te mogą być lepiej lub gorzej wyposażone w sprzęt, poczynając od prostych monitorów teksto-

wych z klawiaturą, a kończąc na komputerach z monitorami graficznymi. Nie jest celowe definiowanie takiego samego styku dla tak różnorodnego sprzętu, dlatego komisja określiła trzy typy styków F:

- F1 - stosowany do stacji wyposażonych w monitor z klawiaturą bez możliwości przetwarzania. Nie jest tu używany żaden protokół komunikacyjny, stacja jest dołączona łączem transmisji szeregowej asynchronicznej według standardu RS-232C i pracuje jako standardowy terminal ANSI.
- F2 - stosowany do stacji wyposażonych w średnią moc obliczeniową, takich jak komputery osobiste, zwłaszcza typu IBM PC/XT jako najbardziej rozpowszechnione, wręcz standardowe. Grupa robocza komisji zaleciła stosowanie tego typu stacji ze względu na ich niski koszt, łatwość rozbudowy, szeroką gamę urządzeń dostępnych na rynku. Dla zmniejszenia kosztów przewidziano możliwość dołączenia stacji nie tylko do jednego punktu sieci TMN, lecz także do wielu punktów sieci.
- F3 - stosowany do stacji roboczych wyposażonych w możliwości graficznego przedstawiania informacji. Komisja pozostawiła tę grupę urządzeń do dalszych studiów. Założono jedynie, że ze względu na dużą moc obliczeniową takich stacji powinny one używać protokołu opartego na pełnym, siedmiowarstwowym modelu OSI (Open System Interconnect). Można przyjąć, że F3 będzie równoważne Q3.

Prace nad pełnym określeniem styku F są w toku, można jednak z dużym prawdopodobieństwem przypuszczać, że najbardziej powszechnie będzie stosowany styk, określony wyżej jako F2. Dlatego został on w dalszej części opisany szczegółowo, dla uproszczenia przyjęto określenia: styk F.

5.1. Warstwa fizyczna styku F

Stacja robocza (mikrokomputer PC) jest dołączona do sieci TMN przez łącze szeregowe asynchroniczne, zgodne ze standardem RS-232C/V10, poprzez złącze DB-25. Dopuszcza się połączenia 3-drutowe zgodne z V-10.

Jako kod liniowy należy stosować kod NRZ.

Szybkość transmisji może wynosić 2400 lub 4800 bodów.

Konfiguracja - zazwyczaj punkt-punkt. Dopuszczalne jest połączenie wielopunktowe stacji przy użyciu wzmacniaczy trójstanowych.

Aby uniknąć problemów spowodowanych stanami nieustalonymi, przy połączeniu lub uaktywnieniu nadajnika, należy używać dwóch bajtów SOH dla zaznaczenia jednostki danych.

5.2. Warstwa liniowa

Transmisja jest duplexowa, asynchroniczna i start-stopowa, znak składa się z bitu startu, 8 bitów informacji i bitu stopu, bez bitu parzystości.

Struktura ramki danych została przedstawiona w tabl. 19; jest ona następująca:

- 2 bajty: SOH (kod 01H),
- 1 bajt: długość ramki,
- 4 bity: numer kolejny ramki modulo 16,
- 4 bity: typ ramki,
- od 0 do 64 bajtów: pole danych,
- 1 bajt: suma kontrolna - XOR bajtów ramki z pominięciem bajtów SOH i sumy kontrolnej.

Tablica 19

Struktura ramki

Kolejne bajty ramki	0	1	2	3		4...67	68
Struktura ramki	SDH	SDH	Długość	Nr seg	Typ	Pole danych (max. 64)	suma

5.3. Warstwa aplikacji

Ramki połączeniowe (tylko dla wielopunktu)

- SDU_1: Żądanie połączenia.

Typ: 00H.

Pole danych: numer dołączanego węzła - 1 bajt.

Połączenie wirtualne pomiędzy NE/MD a WS jest zawsze inicjowane przez WS. Dla zestawienia połączenia, WS wysyła żądanie połączenia z adresem NE/MD w polu I. NE/MD o danym adresie wysyła zwrotnie wiadomość potwierdzającą. Pozostałe NE/MD, które nie są identyfikowane adresem grupowym automatycznie zwalniają połączenie (rozłączają się).

- SDU_2: Żądanie rozłączenia.

Typ: 01H.

Pole danych: puste.

Połączenie wirtualne pomiędzy MD/NE a WS jest przerywane przez WS. W tym celu WS nadaje żądanie rozłączenia. NE/MD nadaje wiadomość potwierdzającą przed przejściem do stanu rozłączenia.

Ramki informacyjne

- SDU_3: Dane.

Dane mogą być wysyłane asynchronicznie w obu kierunkach, ale następną ramką informacyjną może być wysłana dopiero po odebraniu potwierdzenia odbioru poprzedniej.

Typ: 02H.

Pole danych: pakiet danych o długości nie większej od 64 bajtów.

- SDU_4: Dane autonomiczne.

Są to dane podobne jak poprzednio, z tą różnicą, że stacja może je inaczej obsługiwać, np. wyświetlać na ekranie jako alarmy.

Typ: 03H.

Pole danych: Pakiet danych o długości nie przekraczającej 64 bajtów.

- SDU_5: Ostatnie dane.

Długie komunikaty mogą być przesyłane przy użyciu kilku ramek. Ten typ ramki oznacza koniec komunikatu.

Typ: 04H.

Pole danych: Pakiet danych o długości nie większej od 64 bajtów.

- SDU_6: Ostatnie dane autonomiczne.

Ten typ ramki oznacza ostatnią ramkę komunikatu autonomicznego.

Typ: 05H.

Pole danych: Pakiet danych o długości maksimum 64 bajty.

Ramki odpowiedzi

- SDU_7: Potwierdzenie.

Każda ramka oprócz potwierdzenia i potwierdzenia negatywnego powinna być potwierdzona. Numer kolejny potwierdzanej ramki jest umieszczony jako numer ramki potwierdzenia.

Typ: 06H.

Pole danych: puste.

- SDU_8: Potwierdzenie negatywne.

Odebranie potwierdzenia negatywnego powoduje ponowne wysłanie ostatniej ramki.

Typ: 07H.

Pole danych: puste.

Odmierzanie czasu

Potwierdzenie lub potwierdzenie negatywne powinno być odebrane w czasie krótszym niż 5 sekund od wysłania ostatniego bajtu. W przeciwnym przypadku ostatni komunikat powinien być ponownie wysłany. Po dwóch takich wysłaniach można uznać, że zaszła awaria i przerwać dalsze próby.

Ramka powinna być odebrana w całości w ciągu 2 sekund od odebrania bajtu SOH. W przeciwnym przypadku - już odebrane i nadchodzące bajty ramki są pomijane aż do najbliższego bajtu SOH.

6. PRZYKŁAD REALIZACJI MODELU ELEMENTU SIECI ZARZĄDZANIA

W 1990 roku w Zakładzie Autonomicznych Systemów Teleinformatycznych (Z-26) prowadzono prace, których celem było opracowanie koncepcji i wykonanie wybranych modeli urządzeń do scentralizowanego nadzoru cyfrowych urządzeń teletransmisyjnych (brano pod uwagę krotnicę TCC 480 wdrażaną do produkcji przez PZT).

W niniejszym punkcie przedstawiono przykład realizacji fragmentu systemu nadzoru dla sieci telekomunikacyjnej opartego na modelu elementu sieci zarządzania. Wykonany fragment systemu nadzoru obejmuje najniższy poziom hierarchii struktury sieci TMN i składa się z urządzenia pośredniczącego (MD), dwóch urządzeń nadzorujących (odpowiadającym elementom sieci TMN - NE) i sieci lokalnej łączącej poszczególne urządzenia poprzez standardowy styk Q2. Opisane urządzenia zaprojektowano tak, aby mogły być stosowane do nadzorowania dowolnych urządzeń telekomunikacyjnych. Różnice będą występować jedynie w realizacji sposobów bezpośredniego zbierania danych z nadzorowanego obiektu i to głównie w warstwie programowej.

6.1. Struktura funkcjonalna urządzenia

Opierając się na modelu zdefiniowanym w pkt. 3.2 i wynikach analizy funkcji projektowanego urządzenia dokonano podziału urządzenia nadzoru na dwa zespoły:

- zespół współpracy z nadzorowanym obiektem (ZW),
- zespół komunikacyjny (ZK).

6.1.1. Zespół współpracy z nadzorowanym obiektem

Podstawowym zadaniem zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem (ZW) jest realizowanie modelowych funkcji podsystemu zarządzania (MSS).

Zespół odbiera od nadzorowanego obiektu sygnały alarmowe i tworzy standardowe wiadomości przesyłane w sieci TMN. Zespół ten zawiera prosty model obiektu nadzorowanego umożliwiający określenie warunków obsługi alarmów, rejestrowanie zmiany stanów i odczytywanie aktualnego stanu alarmów za pomocą stanowiska operatorskiego sieci TMN. Taki zestaw funkcji kwalifikuje się do realizacji w postaci mikrokomputera.

6.1.2. Zespół komunikacyjny

Zespół komunikacyjny (ZK) realizuje modelowe funkcje podsystemu komunikacyjnego (MCS). W zespole tym zostały zaimplementowane standardowe styki Q2 i F przewidziane w TMN.

Wiadomości przenoszące informacje o pojawieniu się bądź zakończeniu stanu alarmowego oraz wiadomości wynikające z dialogu operatora poprzez terminal (WS) z siecią TMN, dzięki mechanizmom styków Q2 i F, będą kierowane w sieci zgodnie z ich przeznaczeniem.

Rozbudowany zestaw funkcji styku Q2 oraz prostszy zestaw funkcji styku F kwalifikuje się do realizacji w postaci mikrokomputera.

6.2. Założenia technologiczno-konstrukcyjne

Sposób realizacji modeli urządzeń składających się na fragment systemu nadzoru wynikał z:

- wymagań narzucanych przez nadzorowane urządzenia i ich standardy techniczne i technologiczne;

- dostępności na rynku podzespołów elektronicznych, a w szczególności mikroprocesorowych;
- dostępności aparatury uruchomieniowej;
- dostępności oprogramowania wspomagającego projektowanie i uruchamianie urządzeń;
- doświadczeń konstruktorów.

Przy tych uwarunkowaniach założono, że:

- a) urządzenia będą realizowane na bazie układów mikroprocesorowych szeregu Z80 firmy Zilog z ewentualnym uzupełnieniem układami firmy Intel;
- b) oprogramowanie będzie realizowane w języku typu assembler i ewentualnie w języku wyższego poziomu (preferowany język C);
- c) konstrukcja mechaniczna będzie oparta na standardowych elementach stojaka krotnicy TCC 480;
- d) połączenia między pakietami będą na platerze, połączenia pakietów z platerem - złączami typu Eltra 811 64;
- e) napięcie +5 V będzie dostarczone z zasilacza stojakowego - urządzenia należy zaprojektować tak, aby zminimalizować pobór mocy.

W wyniku tych założeń ustalono, że każde urządzenie musi być zrealizowane na dwóch pakietach. Pakiety będą realizować funkcje zespołów opisanych wcześniej.

6.3. Koncepcja rozwiązań sprzętowych

6.3.1. Założenia wstępne

Koncepcja rozwiązań sprzętowych opierała się na wykorzystaniu układów mikroprocesorowych serii Z80. Wyboru tych układów dokonano z następujących przyczyn:

- spełniają stawiane im wymagania funkcjonalne;
- osiągalna jest literatura fachowa opisująca zasady ich stosowania;

- stwarzają możliwości wykorzystania wcześniej nabytych doświadczeń i umiejętności;
- są dostępne odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe, które umożliwiają tworzenie oprogramowania i testowanie urządzenia.

Zgodnie z założeniami, urządzenie zostało wykonane w postaci dwóch zespołów (pakietów):

- zespołu komunikacyjnego (ZK),
- zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem (ZW).

Każdy z tych zespołów został zrealizowany na oddzielnym pakiecie o wymiarach 220x160 mm. Pakiety te umieszczono w standardowej kasie, połączenia między nimi wykonano na płaterze.

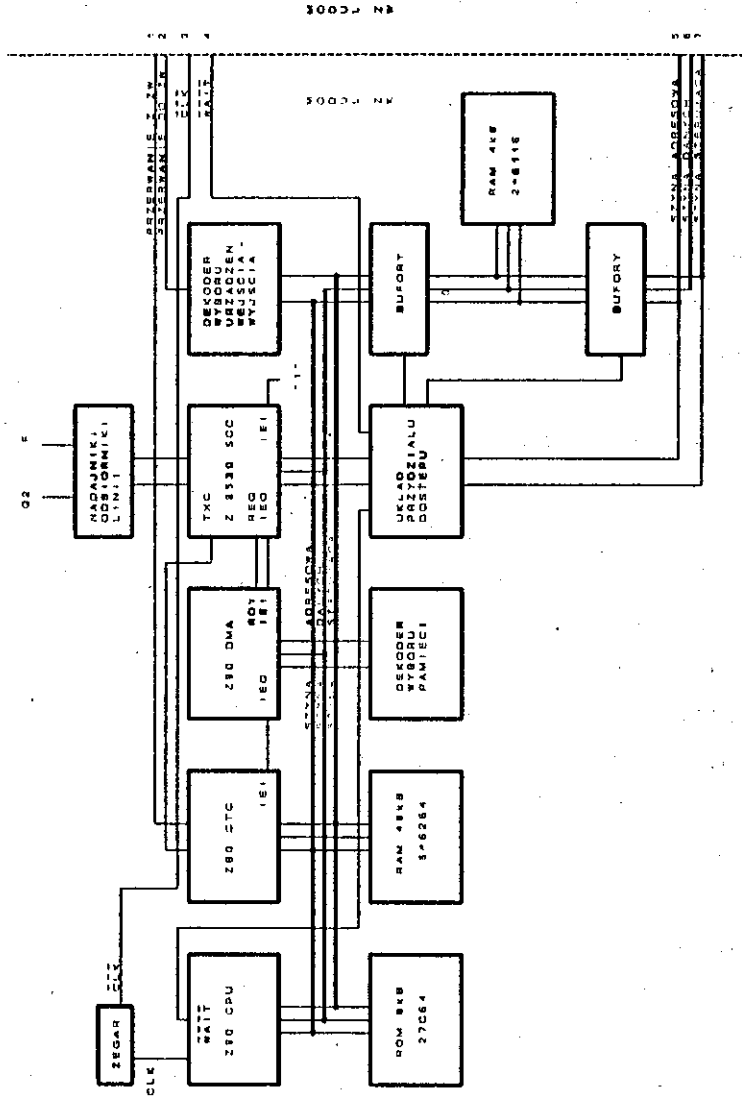
6.3.2. Koncepcja zespołu komunikacyjnego

Zespół komunikacyjny (ZK) jest specjalizowanym mikrokomputerem przeznaczonym do realizacji lokalnej sieci transmisji danych przez synchroniczny styk Q2. Dodatkowo zawiera styk F (V.24) do współpracy z terminalem asynchronicznym pełniącym rolę WS.

Na pakiecie tego modułu znajdują się standardowe elementy każdego mikrokomputera, takie jak: procesor, pamięć, dekodery oraz układy wejścia-wyjścia. Schemat blokowy zespołu ZK przedstawiono na rys. 6.

Transmisje szeregowe są realizowane przez sterownik komunikacyjny Z8530 Synchronous Communication Controller firmy Zilog. Aby zmniejszyć obciążenie procesora obsługą procesów komunikacyjnych zachodzących w systemie, wymiana danych pomiędzy pamięcią a układem Z8530 została zrealizowana przez układ bezpośredniego dostępu do pamięci Z80 DMA.

Zespół ZK zawiera ponadto programowany układ czasowy Z80 CTC, który spełnia funkcje kontrolera przerwań i generatora przebiegów zegarowych dla układu Z8530.



Rys. 6. Schemat blokowy zespołu ZK

Współpraca zespołu ZK z zespołem ZW odbywa się przez wspólną pamięć RAM o pojemności 4 kB. Dzięki istnieniu układu przydziału pamięci, pamięć ta przez bufora może być udostępniana zespołowi ZK albo ZW. Dostęp do tej pamięci uzyskuje ten procesor, który pierwszy się do niej odwoła. Jeśli pamięć jest zajęta przez jeden procesor, to odwołanie się do niej drugiego spowoduje wygenerowanie przez układ przydzielania dostępu sygnału WAIT, który wstrzyma operację wykonywaną na tej pamięci przez drugi procesor do momentu jej zwolnienia. Aby uniknąć przypadku, w którym obydwie procesory zgłoszą żądanie dostępu do pamięci w tej samej chwili, zegary systemowe zespołów ZK i ZW są przesunięte względem siebie w fazie o pół okresu. Obydwie procesory mogą się informować o wymianie danych przez wspólną pamięć, przesyłając sobie sygnały przerwania przez układy Z80 CTC.

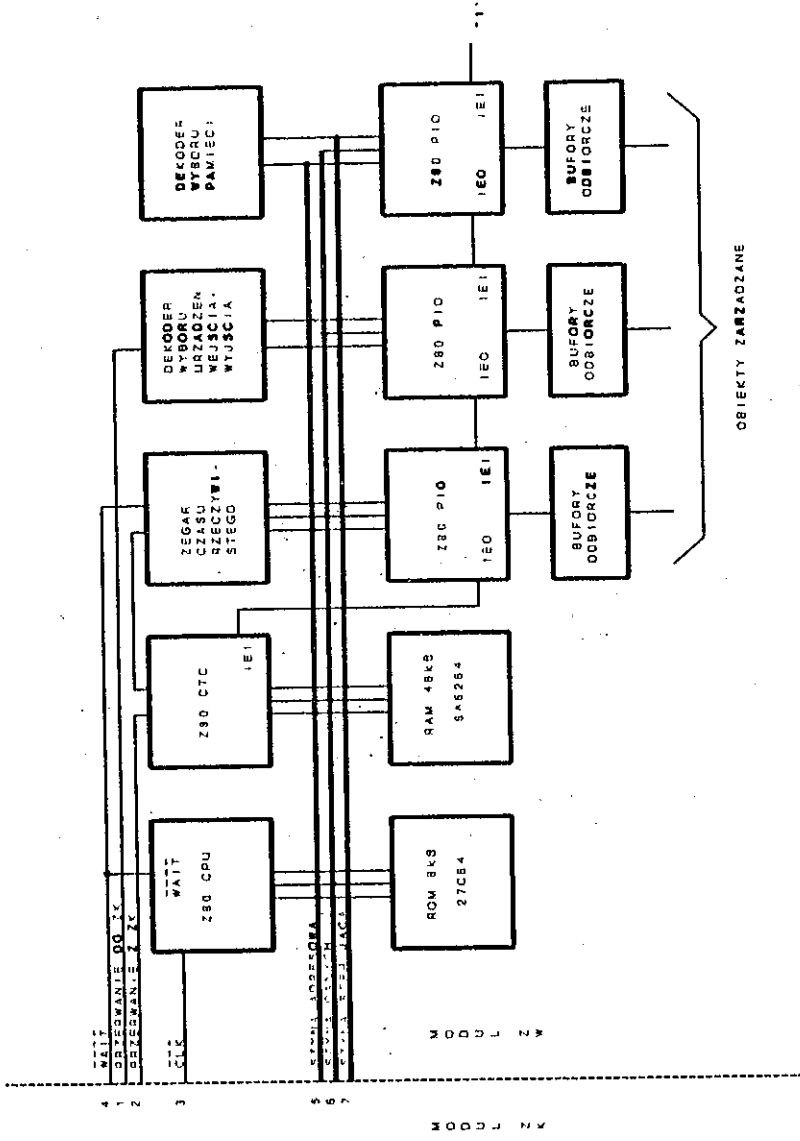
6.3.3. Koncepcja zespołu współpracy z obiektem

Zespół współpracy z obiektem (ZW), którego schemat blokowy przedstawiono na rys. 7, przeznaczono do bezpośredniej współpracy z obiektem nadzorowanym.

Zespół ten, podobnie jak zespół ZK, jest specjalizowanym mikrokomputerem, który składa się z typowych elementów, takich jak: procesor, pamięć, dekodery oraz układy wejścia-wyjścia.

Współpracę z obiektami nadzorowanymi (np. krotnicami PCM) zrealizowano za pomocą trzech programowalnych układów wejść-wyjść równoległych Z80 PIO.

W skład zespołu ZW wchodzi również zegar czasu rzeczywistego MM 58167 oraz układ Z80 CTC, spełniający funkcje kontrolera przerwań.



Rys. 7. Schemat blokowy zespołu ZW

6.3.4. Koncepcja magistrali transmisyjnej

Poszczególne urządzenia, tworzące fragment systemu nadzoru (stanowiące odpowiednio MD i NE), zostały połączone magistralą umożliwiającą transmisję szeregową w trybie półdupleksowym, zrealizowaną zgodnie z zaleceniem ISO 8482 [8].

Liczba dołączonych do magistrali elementów sieci jest ograniczona do 32.

6.4. Koncepcja rozwiązań programowych

6.4.1. Wprowadzenie

Oprogramowanie urządzenia systemu nadzoru sprowadza się do odzwierciedlenia zadań tego urządzenia w modułach programu i do utworzenia procedury nadzorującej, zarządzającej wykonywaniem tych zadań.

Urządzeniami stanowiącymi fragment systemu nadzoru są elementy sieci (NE) i urządzenie pośredniczące (MD) sprzężone w sieć lokalną za pomocą styku Q2. Elementy sieci (NE) działają w warstwie liniowej styku Q2 jako stacje wtórne, a urządzenie pośredniczące - jako stacja pierwotna. Powoduje to różnice w realizacji protokołu liniowego, ale nie wpływa na realizację wyższych warstw styku Q2.

Element sieci (NE) spełnia następujące funkcje:

- zbiera i przygotowuje w odpowiedniej formie informacje o stanie obiektu nadzorowanego w celu wysłania do urządzenia pośredniczącego;
- odbiera od urządzenia pośredniczącego żądania ustawienia parametrów albo podania konkretnych informacji o swoim stanie.

Element sieci (NE) składa się z dwóch zespołów: zespołu komunikacyjnego (ZK) i zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem telekomunikacyjnym

(ZW), zaś urządzenie pośredniczące (MD) - tylko z zespołu komunikacyjnego (ZK).

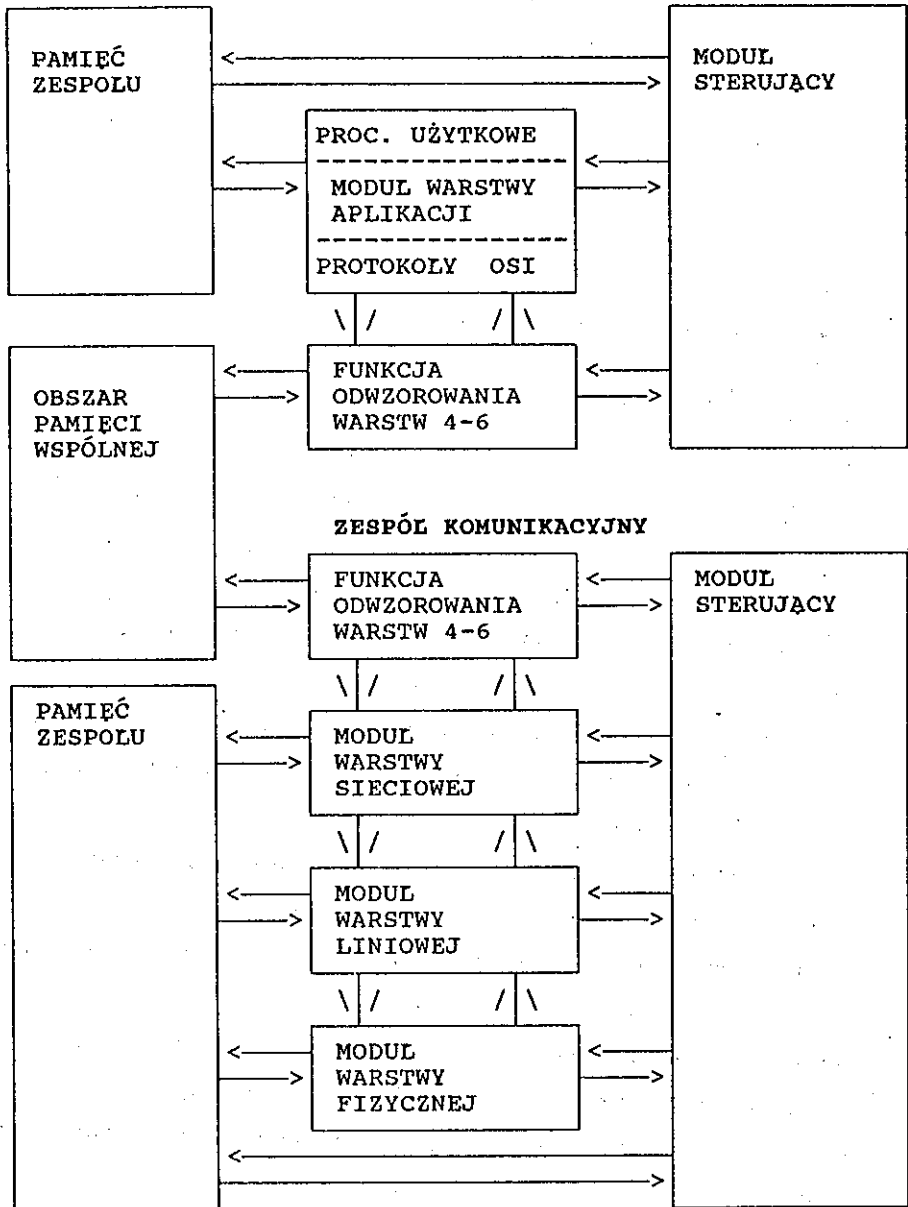
Zespół komunikacyjny (ZK) stanowi część sterującą procesem transmisyjnym i odpowiedzialną za transmisję informacji. Natomiast zespół współpracy z obiektem nadzorowanym (ZW) stanowi część urządzenia, w której jest generowana i przygotowywana do wysłania informacja o stanie urządzenia.

Przy opracowaniu koncepcji oprogramowania przyjęto następujące założenia:

- współpraca pomiędzy zespołami urządzenia odbywa się poprzez obszar pamięci wspólnej;
- oprogramowanie obu zespołów urządzenia powinno posiadać strukturę modułową;
- począwszy od warstwy sieciowej, protokoły (albo funkcje) warstw wyższych są realizowane programowo, natomiast w warstwach fizycznej i liniowej pewne fragmenty analizy i tworzenia jednostek danych są funkcjami realizowanymi przez sprzęt;
- moduł odwzorowania warstw 4-6 nie musi być w całości realizowany w jednym z zespołów. Sposób, w jaki ta procedura zostanie (i czy w ogóle zostanie) podzielona do wykonania w obu zespołach, zależy będzie od zakresu podstawowego zadania w zespole współpracy - przygotowania informacji o nadzorowanym obiekcie.

Na rys. 8 przedstawiono koncepcję podziału zadań na moduły oprogramowania, dla obu zespołów urządzenia.

ZESPÓŁ WSPÓŁPRACY Z NADZOROWANYM OBIEKTEM



Rys. 8. Moduły oprogramowania urządzenia

6.4.2. Koncepcja rozwiązania oprogramowania zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem

Oprogramowanie zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem obejmuje następujące moduły:

- moduł sterujący,
- moduł warstwy aplikacji,
- moduł funkcji odwzorowania warstw 4-6.

A. Moduł sterujący

Pod pojęciem "moduł sterujący" jest rozumiany zestaw procedur pozwalających na:

- określenie i zarejestrowanie zadań do wykonania,
- wywoływanie pozostałych modułów programu w celu wykonania zadania,
- kontrolę nad etapami wykonywanych zadań.

Przewidziano następujące zadania do wykonania w zespole współpracy:

- przygotowanie danych (raportu o stanie urządzenia) przekazywanych przez zespół komunikacyjny,
- przetworzenie informacji umieszczonej w obszarze pamięci wspólnej w efekcie działania procedur zespołu komunikacyjnego,
- przygotowanie dla zespołu komunikacyjnego danych informujących o błędzie wykrytym na poziomie jednego z modułów.

Informację o możliwości odczytu kolejnych danych o stanie obiektu nadzorowanego stanowią przerwania, których obsługą zajmują się dwie procedury modułu. Są to krótkie procedury, polegające na umieszczeniu informacji o zadaniu w kolejce zadań. Procedura obsługująca kolejkę zadań powinna te informacje uzupełnić. Podstawową funkcją tej procedury jest analiza stanu kolejki oraz pobieranie zadań z kolejki. Zasadą określania zadań do wykonania jest obsługa kolejki typu FIFO z rozbudowaną informacją o zadaniu i z możli-

wością stosowania priorytetów (w efekcie budowy dodatkowej kolejki albo kolejek zadań o wyższym priorytecie). Poniższy przykład ilustruje etapy obsługi zadania przygotowania raportu o stanie urządzenia, do wysłania przez zespół komunikacyjny.

Przykład:

Pobranie z kolejki zadania przygotowania raportu o stanie urządzenia powoduje wywołanie procedury przetwarzającej informację w module aplikacyjnym. Kolejne procedury, protokołów aplikacyjnych oraz funkcji odwzorowania, są wywoływane bez ingerencji modułu sterującego, ale każda z nich zaznacza, w tablicy związanej z kolejką zadań, informacje o swoim działaniu. Jeżeli w czasie wykonywania zadania wystąpi obsługa kolejnego przerwania, sterowanie wraca do procedury modułu sterującego i tam następuje decyzja o kontynuacji poprzedniego albo rozpoczęciu obsługi nowego zadania.

Zadanie przetworzenia informacji umieszczonej w obszarze pamięci wspólnej jest tworzone w wyniku obsługi przerwania wskazującego dokonanie zapisu do pamięci wspólnej, przez procedurę w zespole komunikacyjnym.

Potrzeba utworzenia zadania informującego o błędzie wykrytym w danych przychodzących z zespołu komunikacyjnego może pojawić się w trakcie wykonywania protokołów aplikacyjnych. Taka sytuacja jest sygnalizowana procedurze sterującej, która tworzy nowe zadanie (a właściwie zmienia typ istniejącego zadania).

B. Moduł warstwy aplikacji

W module warstwy aplikacji występują następujące procedury:

- procedury protokołów aplikacyjnych CMISE i ROSE, realizowane zgodnie z zaleceniami;
- procedura przetwarzająca informację o stanie urządzenia, charakterystyczna tylko dla tego urządzenia i wynikająca z rodzaju i liczby informacji, które urządzenie jest w stanie wygenerować.

C. Moduł funkcji odwzorowania warstw 4-6

Moduł funkcji odwzorowania może być wywołany przez:

- procedurę aplikacji, w wyniku czego następuje zakodowanie informacji zgodnie z zaleceniami;
- moduł sterujący, w wyniku czego informacja odebrana z pamięci wspólnej jest przetwarzana do postaci charakterystycznej dla danego systemu.

6.4.3. Koncepcja rozwiązania oprogramowania zespołu komunikacyjnego

Zasada podziału na moduły oraz współdziałanie pomiędzy modułami oprogramowania w zespole komunikacyjnym jest taka sama, jak dla zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem. W zespole komunikacyjnym występuje jednak więcej modułów. Są to następujące moduły:

- moduł sterujący,
- moduł warstwy fizycznej,
- moduł warstwy liniowej,
- moduł warstwy sieciowej,
- moduł funkcji odwzorowania warstw 4-6.

A. Moduł sterujący

W module sterującym można wyróżnić następujące procedury:

- procedury obsługi przerwania (przerwania wskazujące na przyjscie danych z sieci lokalnej oraz przerwanie od zapisu do pamięci wspólnej dokonane w zespole współpracy);
- procedurę zarządzania pamięcią (przydzielania buforów do przyjęcia danych z sieci, zwalniania buforów po wysłaniu danych i otrzymaniu potwierdzenia);

- procedurę tworzenia i obsługi kolejek zadań, opartą na tej samej zasadzie, która obowiązuje dla kolejek w zespole współpracy.

B. Moduł warstwy fizycznej

W module warstwy fizycznej jest prowadzony nadzór linii transmisyjnej.

C. Moduł warstwy liniowej

W module warstwy liniowej jest realizowany protokół liniowy dla stacji pierwotnej albo wtórnej, zgodnie z zaleceniami.

D. Moduł warstwy sieciowej

W module warstwy sieciowej jest realizowany protokół sieciowy zgodnie z zaleceniami. Obsługa danych przyjętych z warstwy liniowej może wykazać błąd i konieczność zmiany typu wykonywanego zadania, tak jak to miało miejsce w przypadku protokołu aplikacyjnego w zespole współpracy.

E. Moduł funkcji odwzorowania warstw 4-6

W tym zespole moduł funkcji odwzorowania może wykonywać część funkcji takiego modułu z zespołu współpracy.

6.5. Podsumowanie wyników pracy

Opisane w tym punkcie urządzenia zostały wykonane i uruchomione. Poprawność działania sprzętu wykazano na testach.

W roku 1991 w Zakładzie Autonomicznych Systemów Teleinformatycznych (Z-26) prace nad urządzeniami dla sieci TMN były kontynuowane. Objęły one wykonanie oprogramowania modelu fragmentu sieci zarządzania telekomu-

nikacją TMN złożonego z dwóch zespołów nadzoru, urządzenia pośredniczącego, sieci lokalnej i terminala operatora. Wykonano:

- oprogramowanie zespołu komunikacyjnego, zawierającego implementacje styków Q2 i F;
- oprogramowanie stacji pierwotnej realizującej funkcje urządzenia pośredniczącego;
- oprogramowanie stacji wtórnej realizującej funkcje zespołu współpracy z nadzorowanym obiektem telekomunikacyjnym;
- oprogramowanie styku między terminalem a operatorem, oparte na języku MML.

WYKAZ LITERATURY

1. CCITT M-30: Principles for a Telecommunications Management Network.
2. CCITT G.771: Interfaces of TMN.
3. CCITT X.200: Reference model of Open Systems Interconnection for CCITT applications.
4. ISO 7498: Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model.
5. ISO 7498-4: Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model, part 4: Management framework.
6. CCITT X.211: Recommendation Physical Layer Service Definition of Open System Interconnection for CCITT Applications.
7. ISO/IEC 10022: Information processing systems - OSI - Physical layer service definition.
8. ISO 8482: Information processing systems - Data communication - Twisted pair multipoint interconnections.
9. WWTE na urządzenia sieci zarządzania telekomunikacją - Instytut Łączności, Warszawa czerwiec 1990.
10. CCITT X.212: Data link service definition of OSI for CCITT applications.

11. ISO 8886: Information processing systems - Data Communications - Data link service definition.
12. ISO 3309: Information processing systems - Data Communication - High-level data link control procedures - Frame structure.
13. ISO 7809: Information processing systems - Data Communication - High-level data link control procedures - Consolidation of classes of procedures.
14. ISO 8348/ADD1: Information processing systems - Data Communication - Network Service Definition Addendum 1: Connectionless - mode transmission.
15. ISO 8473: Information processing systems - Data Communication - Protocol for providing the connectionless - mode network service.
16. CCITT X.216: Presentation service definition for OSI - for CCITT applications.
17. ISO 8822: Information processing systems - OSI - Connection oriented presentation service definition.
18. CCITT X.710: Common management information service definition for CCITT applications.
19. ISO DIS 9595: Information processing systems - OSI - Common Management Information Service.
20. CCITT X.711: Common management information protocol specification for CCITT applications.
21. ISO DIS 9596: Information processing systems - OSI - Common Management Information Protocol Specifications.
22. CCITT X.217: Association control service definition for OSI - for CCITT applications.
23. ISO 8649: Information processing systems - OSI - Service definition for the Association Control Service Elements.
24. CCITT X.227: Association control protocol specification for OSI for CCITT applications.
25. ISO 8650: Information processing systems - OSI - Protocol Specification for the Association Control Service Elements.

26. CCITT X.219: Remote operations; Model, notation and service definition.
27. ISO 9072/1: Information processing systems - Text communications, Part 1 - Model, notation and service definition.
28. CCITT X.229: Remote operations; Protocol specification.
29. ISO 9072/2: Information processing systems - Text communications, Part 2 - Protocol specification.
30. CCITT X.208: Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1).
31. CCITT X.209: Specification of Basic Encoding Rules for Abstract Syntax Notation One (ASN.1)
32. CCITT: Draft Recommendation M.f: TMN Management Capabilities Presented at the "F" Interface.