

1970

Nr 55

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

WARSZAWA — MIEDZESZYN

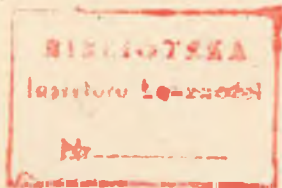
PROBLEMY

ŁĄCZNOŚCI



MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI



12005

ROK 10

WARSZAWA 1970

NR 55

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja
Problemów Łączności i Przeglądu Zagadnień Łączności

Redaktor Naczelny - prof. Zenon Szpigler

Redaktorzy działów:

**mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,
mgr inż. Józef Mozejko**

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH REKOPISU & DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr

00031

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

**Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 770. Druk ukończono
w grudniu 1970 r.**

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Janusz Sochacki

PERSPEKTYWY ROZWOJU TRANSMISJI DANYCH W KRAJU

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Łącze transmisji danych	6
2.1. Struktura i specyfika łącza transmisji danych	6
2.2. Łącze transmisji danych a telekomunikacyjne łącze konwencjonalne	13
3. Prognozy rozwoju transmisji danych w kraju	26
3.1. Etapy i kierunki rozwoju	26
3.2. Okres bliskoperspektywiczny	34
3.3. Okres dalekoperspektywiczny	83
4. Zakończenie	98
Wykaz literatury	103

PERSPEKTYWY ROZWOJU TRANSMISJI DANYCH W KRAJU^{x)}

1. WPROWADZENIE

O perspektywach rozwoju nowej dziedziny techniki, a za taką właśnie dziedzinę trzeba uznać transmisję danych, można pisać z wielu różnych punktów widzenia. Dlatego też, dla uniknięcia ewentualnych nieporozumień, autor uznał za słuszne zaopatrzenie artykułu kilkoma . poniższymi wyjaśnieniami.

W sposób najbardziej chyba naturalny pojęcie "perspektywy rozwoju" należałoby zdefiniować jako konfrontację potrzeb i możliwości. Zważywszy, że transmisja danych jest dziedziną telekomunikacji, można by sądzić, że wzrostem zapotrzebowania na urządzenia, łącza i sieci transmisji danych rządzą takie same prawa, jakie obowiązują w innych, istniejących i rozwijanych już od szeregu lat dziedzinach telekomunikacji, jak na przykład w telefonii lub w telegrafii. Wydaje się jednak, że założenie zbyt daleko idącej analogii doprowadziłoby do błędnych wniosków, a to z następujących przyczyn.

Telefonia i telegrafia służą bezpośrednio człowiekowi zarówno w jego życiu osobistym, co można by uznać

x) Zagadnienia transmisji danych omawiane były między innymi w Problemach Łączności [12, 13 i 14].

za główny czynnik zapotrzebowania społecznego na usługi telekomunikacyjne, jak też i w jego działalności zawodowej, co w efekcie prowadzi do zapotrzebowania gospodarczego. Transmisja danych jest natomiast utylitarną dziedziną telekomunikacji. Jej charakter i przeznaczenie powoduje, że jeśli nawet bezpośrednim lub pośrednim nadawcą czy też odbiorcą informacji jest człowiek, a nie urządzenie pracujące automatycznie (np. elektroniczną maszyną cyfrową), to przesyłana informacja jest i tak sformalizowana, pozbawiona jakichkolwiek cech świadczących o indywidualności, nastroju lub o aktualnym stanie emocjonalnym jej nadawcy. W zasadzie więc transmisja danych, w przeciwieństwie na przykład do telefonii, nie jest dziedziną telekomunikacji przeznaczoną do wymiany informacji w systemie:

"człowiek-człowiek".

Stanowi ona natomiast istotny czynnik w zautomatyzowanych lub w automatycznych systemach teleinformacyjnych, umożliwiając przekazywanie informacji w systemach:

"człowiek-maszyna", "maszyna-człowiek"

"maszyna-maszyna"

Można zatem zaryzykować stwierdzenie, że transmisja danych jest typowym przykładem telekomunikacji gospodarczej, w związku z czym bezpośrednio społeczne zapotrzebowanie na nią nie wystąpi. Będzie natomiast narastało zapotrzebowanie gospodarcze i ono właśnie będzie istotnym czynnikiem decydującym o jej rozwoju.

Jak już wspomniano wyżej, transmisja danych jest elementem systemów teleinformacyjnych. Nie wdając się w polemikę terminologiczną, warto w tym miejscu wyjaśnić, że w niniejszym artykule pod pojęciem "system teleinformacyjny" rozumie się przestrzennie rozległy, co najmniej dwupunktowy system telekomunikacyjnej wymiany informacji numerycznych lub alfanumerycznych, przeznaczonych do automatycznego przetwarzania, przy czym terminu "przetwarzanie" użyto tu w szerokim tego słowa znaczeniu (przetwarzanie jako magazynowanie i wybieranie informacji z pamięci, obliczenia numeryczne, telesterowanie, telemetria itp.). Podstawowym elementem współczesnych i perspektywicznych systemów teleinformacyjnych są elektroniczne maszyny cyfrowe.

Wewnątrz każdego zamkniętego procesu gospodarczego trzeba przejść długą i niełatwą drogę od momentu zainstalowania elektronicznej maszyny cyfrowej do chwili, w której zaczyna się odczuwać potrzebę systemu teleinformacyjnego sprzężonego z tą maszyną, a tym bardziej do stanu, w którym zorganizowanie takiego systemu uznaje się za przedsięwzięcie nieodzowne, uargumentowane technicznie i ekonomicznie.

O aktualnym stanie rozwoju elektronicznej techniki obliczeniowej w kraju pisano już w wielu artykułach specjalistycznych i popularnych z różnych okazji. Stosunkowo małe nasycenie naszej gospodarki elektronicznymi maszynami cyfrowymi, a nierzadko słabe wykorzystanie nawet tych nielicznych maszyn nie uzasadnia uznania dzisiejszego stanu za podstawowy czynnik kreślenia perspektyw rozwoju transmisji danych.

Dlatego też perspektywy te autor niniejszego artykułu rozpatruje pod kątem nie potrzeb, lecz możliwości, a ściślej - pod kątem możliwości technicznych. Zakładając, że stopniowe przechodzenie z systemów wymiany informacji typu "człowiek-człowiek" na systemy "człowiek-maszyna" i "maszyna-maszyna" jest naturalnym następstwem rozwoju techniki i wpływu nowej techniki na większość procesów gospodarczych, można przyjąć, że powstanie i rozwój transmisji danych jest naturalnym procesem ewolucji telekomunikacji. Do nowych form organizacji poszczególnych dziedzin gospodarki narodowej i doskonalszych zasad realizacji podstawowych procesów gospodarczych musi być dostosowana technika telekomunikacji tak pod względem jakości i niezawodności, jak i pod względem form świadczonych usług. Telekomunikację często nazywa się systemem nerwowym gospodarki narodowej. Jeśli więc żywy, rozwijający się nieustannie, niezmiernie skomplikowany i wielofunkcyjny organizm, jakim jest gospodarka narodowa, ma być z każdym dniem sprawniejszy i doskonalszy, to przede wszystkim trzeba doprowadzić do perfekcji system nerwowy tego organizmu - telekomunikację gospodarczą. Nie można twierdzić, że doskonałość systemu nerwowego zapewnia automatycznie doskonałość funkcjonowania wszystkich członów organizmu. Prawdą jest jednak, że stworzenie doskonałego organizmu bez doskonałego systemu nerwowego jest niemożliwe.

W niektórych rozdziałach niniejszego artykułu autor bądź nawiązuje do doświadczeń zagranicznych, bądź opiera się na informacjach mających swe źródło za granicą. Nie

oznacza to jednak, że obserwowany już od wielu lat bardzo szybki rozwój transmisji danych w USA i w niektórych krajach Europy Zachodniej powinien być użyty jako jedyny argument przemawiający za wzmożeniem tempa rozwoju tej dziedziny telekomunikacji w Polsce. Jak już bowiem wspomniano, transmisja danych jest gałęzią telekomunikacji gospodarczej i rozwój jej powinien być ściśle związany bądź z aktualnym stanem gospodarki, bądź z zamierzonym jej rozwojem. Każdy kraj, każde społeczeństwo rozwijające się w określonych warunkach geograficznych, historycznych i politycznych powinno wypracować własne, optymalne dla tych warunków kierunki rozwoju gospodarczego.

Warto podkreślić, że właśnie w socjalistycznym systemie gospodarczym można przypisać transmisji danych szczególnie duże znaczenie. W takim bowiem systemie, gdzie rozwój gospodarczy oparty jest na centralnym zarządzaniu i centralnym planowaniu, powinien być wymagany jak najszybszy dwukierunkowy przepływ obiektywnych i bezbłędnych informacji między państwowymi organami kierowniczymi i poszczególnymi ogniwami realizującymi plany gospodarcze. Można by nawet zaryzykować stwierdzenie, że odpowiednia sieć transmisji danych wkomponowana w centralny teleinformacyjny system zarządzania państwem i jego gospodarką stanie się istotnym czynnikiem decydującym o tempie dalszego rozwoju gospodarczego.

2. ŁĄCZE TRANSMISJI DANYCH

2.1. Struktura i specyfika łącza transmisji danych

W zależności od struktury systemu teleinformacyjnego, dane przeznaczone do przesłania za pośrednictwem telekomunikacji:

a) mogą pochodzić bezpośrednio ze źródła informacji (na przykład nadawanie ręczne za pośrednictwem klawiatury, generacja informacji przez elementy końcowych urządzeń telemetrii lub telesterowania, czy też przez elektroniczną maszynę cyfrową),

b) mogą być nadawane z trwałego nośnika informacji (na przykład z taśmy perforowanej, z kart perforowanych, z taśmy magnetycznej), po uprzednim zarejestrowaniu ich na tym nośniku.

W podobny sposób dane w punkcie ich przeznaczenia mogą być wprowadzane bezpośrednio do ich finalnego odbiornika, zwanego ujściem danych (na przykład do maszyny matematycznej, do regulatora określonego procesu fizycznego, do drukarki), lub zapisane na trwałym nośniku (taśma, karty perforowane itp.).

Niezależnie jednak od tych różnic, w pewnym przekroju drogi, którą przebywają dane od źródła do ujścia informacji, zostają one przekształcone po stronie nadawczej na sygnał elektryczny w postaci określonego ciągu impulsów. Przekrój ten, zgodnie z definicjami przyjętymi w telekomunikacji, jest początkiem łącza transmisji

danych. Podobny przekrój w miejscu przeznaczenia informacji jest końcem łącza transmisji danych.

Z punktu widzenia technicznej logiki procesu transmisji telekomunikacyjnej nie jest ważne, czy do końców łącza transmisji danych są bezpośrednio dołączone źródło i ujście informacji czy aparaty stosujące trwały nośnik. W łańcuchu telekomunikacyjnym spełniają one bowiem zawsze rolę końcowych aparatów transmisji danych, z których jeden - aparat nadawczy (A_N) - wytwarza sygnały elektryczne przeznaczone do przesłania za pośrednictwem łącza transmisji danych, a drugi - aparat odbiorczy (A_0) - przyjmuje te sygnały po ich transmisji. Przekroje, w których aparaty końcowe są przyłączone do łącza transmisji danych, można nazwać stykami zewnętrznymi i oznaczyć symbolami: S_{3N} - styk zewnętrzny nadawczy i S_{30} - styk zewnętrzny odbiorczy.

Tak więc połączenie telekomunikacyjne przeznaczone do transmisji danych można przedstawić za pomocą najprostszego schematu, tak jak to pokazano na rys. 1^{x)}.

W zależności od tego, czy przekazywanie danych ma odbywać się tylko w jednym kierunku, czy też w dwóch kierunkach na przemian lub jednocześnie, wymagany jest odpowiedni zestaw aparatów końcowych i odpowiedni typ łącza transmisji danych.

Jak już wspomniano, przez styk zewnętrzny S_3 przechodzą sygnały transmisji danych w postaci naturalnej, to

^{x)} Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

znaczy w takiej postaci, w jakiej są wytwarzane przez końcowy aparat nadawczy lub przyjmowane przez końcowy aparat odbiorczy. Są to najczęściej ciągi binarnych impulsów prostokątnych przesyłanych szeregowo za pośrednictwem jednego przewodu (współziemnie) lub równolegle za pośrednictwem kilku przewodów (współziemnych).

Podstawowym założeniem większości systemów teleinformatycznych jest praktyczna bezbłędnosc przesyłanych informacji. Przyjmując, że użytkową jednostką informacji jest znak alfanumeryczny^{x)}, założenie powyższe oznacza dopuszczenie bardzo małej znakowej stopy błędów wynikowych, którą określa się jako stosunek liczby znaków odebranych błędnie do liczby wszystkich przekazanych znaków. W praktycznie realizowanych systemach teleinformatycznych dopuszczalna znakowa stopa błędów wynikowych zawiera się w granicach od $1 \cdot 10^{-6}$ do $1 \cdot 10^{-9}$. W wyjątkowych przypadkach wymagania dotyczące stopy błędów mogą być jeszcze ostrzejsze.

W kanale telekomunikacyjnym nie zawierającym specjalnych środków zabezpieczających przed błędami nie można - na skutek występujących czynników zakłócających - zapewnić takich warunków transmisji sygnałów elektrycznych, które spełniałyby nawet przeciętne wymagania systemów informatycznych, dotyczące bezbłędności informacji. Dlatego też sygnały transmisji danych wytwarzane przez końcowy aparat nadawczy nie są wprowadzane bezpo-

^{x)} Niekiedy za użytkową jednostkę informacji przyjmuje się określoną grupę znaków, nazywaną blokiem informacji lub słowem kodowym.

średnio do kanału telekomunikacyjnego, lecz muszą być poddane pewnym dodatkowym procesom, umożliwiającym wykrycie, czyli detekcję błędów powstających w trakcie transmisji sygnałów, oraz automatyczne poprawienie, czyli korekcję wykrytych błędów. Urządzenia realizujące te procesy zwane są urządzeniami zabezpieczającymi lub inaczej urządzeniami protekcji. Proces detekcji i korekcji błędów jest punktem ciężkości techniki transmisji danych, zaś urządzenia protekcji - podstawowym elementem łącza transmisji danych.

Zapewnienie praktycznie bezbłędnej transmisji wymaga zainstalowania urządzeń protekcji na obu końcach łącza. Przy jednokierunkowej transmisji jedno z tych urządzeń jest urządzeniem nadawczym, drugie zaś odbiorczym. Przy transmisji dwukierunkowej każde z urządzeń protekcji spełnia bądź jednocześnie, bądź na przemian rolę urządzenia nadawczego i odbiorczego lub jest po prostu zestawem takich urządzeń. W każdym jednak razie, zgodnie z rys. 1, urządzenie protekcji połączone jest z jednej strony z aparatem końcowym za pośrednictwem styku S_3 . Styk urządzeń protekcji z wewnętrznymi członami tworzącymi łącze transmisji danych jest na ogół zróżnicowany w zależności od tego, czy do przesyłania danych użyto łącza telefonicznego czy też telegraficznego. Styk ten określany jest często mianem styku wewnętrznego.

Ponieważ struktura łącza transmisji danych przystosowanego do średnich szybkości modulacji (łączem podkładowym jest łącze telefoniczne) jest bardziej skomplikowana i można by ją uznać za strukturę klasyczną, war-

to skoncentrować się na takim właśnie przypadku.

W przekroju odpowiadającym stykowi wewnętrznemu (oznaczymy go przez S_2 , rys. 2), a więc na wyjściu nadawczego urządzenia protekcji i na wejściu urządzenia odbiorczego (P), sygnały transmisji danych mają w zasadzie taki sam charakter, jak sygnały przekazywane przez styk S_3 . Są to więc najczęściej ciągi binarnych impulsów prostokątnych. Ich struktura kodowa jest jednak na ogół różna od struktury sygnałów w przekroju S_3 . Sygnały przechodzące przez styk wewnętrzny po stronie nadawczej (S_{2N}) są już odpowiednio zabezpieczone i mogą być przesyłane przez kanał telekomunikacyjny bez jakiegokolwiek dodatkowej obróbki kodowej. W takiej samej praktycznie postaci sygnały te dochodzą, za pośrednictwem kanału telekomunikacyjnego, do styku wewnętrznego po stronie odbiorczej (S_{20}). Kanał telekomunikacyjny, przystosowany do przekazywania sygnałów mających postać ciągów impulsów prostokątnych (najczęściej binarnych), to znaczy do przekazywania sygnałów ziarnistych, nazywa się kanałem ziarnistym.

Tak więc łącze transmisji danych obejmuje ziarnisty kanał telekomunikacyjny, zakończony z obu stron urządzeniami protekcji (P). W zależności od typu łącza transmisji danych kanał ziarnisty może być kanałem jednokierunkowym lub dwukierunkowym.

Istniejąca sieć telekomunikacyjna składa się jednak w olbrzymiej większości z kanałów analogowych, to znaczy z kanałów przystosowanych do przekazywania sygnałów

elektrycznych, których chwilowe napięcie (lub prąd) może przyjmować z jednakowym prawdopodobieństwem wartość dowolną, byleby zawartą w pewnych granicach. Sygnały tego typu określa się mianem sygnałów analogowych podobnie jak informacje, dla których sygnały takie są naturalnym nośnikiem - mianem informacji analogowych. Klasycznym przykładem informacji analogowej jest dźwięk (muzyka, mowa), przykładem sygnału analogowego - sygnał sinusoidalny o modulowanej amplitudzie, częstotliwości lub fazie, zaś przykładem kanału analogowego - kanał telefoniczny.

Trzeba przy tym podkreślić, że nawet w stosunkowo szeroko rozpowszechnionej technice przesyłania sygnałów ziarnistych, jaką jest telegrafia, proces transmisyjny oparty jest w zasadzie na sygnałach analogowych. Tak bowiem pracują praktycznie wszystkie dalekosiężne teletransmisyjne systemy telegraficzne, to znaczy systemy telegrafii wielokrotnej. Klasycznym zaś przykładem zastosowania sygnałów ziarnistych w procesie transmisji informacji są systemy telefonii wielokrotnej o modulacji kodowo-impulsowej, jednakże zakres ich stosowania i stopień rozpowszechnienia jest jeszcze stosunkowo mały.

Zważywszy powyższe, istotnym elementem łącza transmisji danych, a tym samym i podstawowym elementem współczesnego kanału ziarnistego jest specjalny modulator i demodulator impulsowy, który po stronie nadawczej przekształca sygnały ziarniste na sygnały analogowe, zaś po stronie odbiorczej realizuje proces odwrotny. W transmi-

sji danych urządzenie takie nazywane jest modemem niezależnie od tego, czy realizuje ono tylko proces modulacji lub demodulacji czy też obydwie te procesy. Tak więc kanał ziarnisty można przedstawić w postaci kanału analogowego zakończonego z obu stron odpowiednimi modemami (M), w konsekwencji czego łącze transmisji danych posiada strukturę pokazaną na rys. 2. Modem łączy się z jednej strony z urządzeniem protekcji za pośrednictwem styku wewnętrznego S_2 , z drugiej zaś strony z kanałem analogowym za pośrednictwem styku liniowego S_1 .

W zależności od zastosowania jednej z kilku możliwych odmian łącza transmisji danych (wymiana informacji jednokierunkowa, dwukierunkowa naprzemienna, dwukierunkowa jednoczesna, system z kanałem powrotnym lub bez takiego kanału itp.) praktyczna struktura łącza musi być w mniejszym lub większym stopniu rozbudowana w stosunku do ogólnego schematu pokazanego na rys. 2. Zawsze jednak jego elementami podstawowymi są modemy i urządzenia protekcji. Jako przykład pokazano na rys. 3 strukturę łącza transmisji danych, przystosowanego do dwukierunkowej naprzemiennej wymiany informacji, stosującego dla celów protekcji wąski kanał powrotny.

W pewnych przypadkach transmisja danych może odbywać się za pośrednictwem łącza nie zawierającego urządzeń protekcji. Jest to możliwe w zasadzie w dwóch przypadkach:

a) gdy system teleinformacyjny dopuszcza stosunkowo dużą stopę błędów, odpowiadającą jakości kanału ziarnistego bez dodatkowych środków zabezpieczających,

b) gdy proces wykrywania lub także i korygowania błędów przejmują na siebie całkowicie bądź urządzenia przetwarzania danych (szczególnie elektroniczne maszyny cyfrowe), bądź inne aparaty końcowe (na przykład nowoczesne odmiany dalekopisów pracujących kodem nadmiarowym), bądź wreszcie ludzie; w każdym jednak razie proces ten jest w zasadzie oddzielony od procesu transmisji sygnałów przez łącze telekomunikacyjne.

W każdym z przypadków tego typu łącza zastosowanego do przekazania informacji, lecz nie zawierającego urządzeń protekcji, nie będziemy nazywać łączem transmisji danych. Można by natomiast takie łącze określić mianem łącza ziarnistego, łącza cyfrowego, łącza typu telegraficznego lub po prostu łącza telegraficznego. W przypadku bowiem szybkości modulacji 50, 75, 100 lub 200 bodów jest to rzeczywiście łącze telegraficzne w konwencjonalnej postaci. Łącza telegraficznych przystosowanych do większych szybkości modulacji, na przykład 600, 1200, 2400 lub 4800 bodów, w dzisiejszej technice telegraficznej wprawdzie nie stosuje się, jednakże właściwości techniczne takich łączy w niczym (poza szybkością transmisji) nie odbiegają od właściwości konwencjonalnych łączy telegraficznych.

2.2. Łącze transmisji danych a telekomunikacyjne łącze konwencjonalne

Tempo rozwoju transmisji danych, jakie zaobserwowano już w pierwszych latach jej praktycznej eksploatacji,

przeszło wszelkie oczekiwania. Stało się ono następstwem lawinowego wzrostu zapotrzebowania na łącza transmisji danych, występującego szczególnie w krajach o dużym nasyconiu elektronicznymi maszynami cyfrowymi i o wysokim stopniu automatyzacji podstawowych procesów gospodarczych. Systematyczne przekraczanie wszelkich, nawet bardzo śmiałych prognoz spowodowało powstanie tendencji utworzenia w przyszłości specjalnej sieci telekomunikacyjnej, przeznaczonej wyłącznie do przesyłania danych, na wzór powszechnej abonenckiej sieci telefonicznej przeznaczonej do prowadzenia rozmów czy też sieci teleksowej przeznaczonej do wymiany wiadomości telegraficznych. W wielu krajach prowadzone są studia i prace eksperymentalne w tym zakresie. Problem okazał się jednakże na tyle poważny i na tyle powszechny, że został włączony również do bieżących prac Komisji Specjalnej A - CCITT, która rozpoczęła studia w zakresie struktury i parametrów przyszłej międzynarodowej komutowanej sieci transmisji danych.

Jest jednak oczywiste, że utworzenie nowej komutowanej sieci telekomunikacyjnej powszechnego użytku, o specjalnym przeznaczeniu i o specjalnych parametrach, szczególnie w okresie, gdy elektroniczna technika obliczeniowa - której sieć ta ma służyć - znajduje się jeszcze sama w stadium kształtowania własnego oblicza, jest zagadnieniem długofalowym. Nie jest też wykluczone, że w świetle aktualnych tendencji rozwojowych telekomunikacji problem sieci transmisji danych stanie się istotnym elementem perspektywicznych sieci zintegrowanych.

Takie postawienie sprawy może okazać się uzasadnione zarówno technicznie, jak i ekonomicznie, chociaż niewątpliwie spowodowałyby przesunięcie uzyskania efektów finalnych na termin jeszcze bardziej odległy.

W każdym bądź razie, pilnie występujące zapotrzebowanie na łącza transmisji danych zmusza do podejmowania doraźnych kroków zaradczych niezależnie od rozpoczętych prac długofalowych. Rozwiązaniem nasuwającym się niemal automatycznie jest wykorzystanie do przesyłania danych szeroko i wszechstronnie już rozwiniętych, istniejących sieci telekomunikacyjnych, to znaczy sieci telefonicznej i teleksowej. Udostępnienie każdej z tych sieci do transmisji danych wymaga pewnych prac adaptacyjnych. Aby zapobiec przy tym żywiołowości rozwoju i nieuzasadnionej różnorodności rozwiązań technicznych, w niektórych krajach Administracje Łączności przystąpiły do organizowania sieci transmisji danych nałożonych na sieć teleksową i telefoniczną. Za przykład mogą posłużyć takie kraje, jak Anglia (sieć DATEL), NRF (sieć DATEX) i Francja (sieć teleinformacyjna do 200 bodów na bazie sieci teleksowej).

Każdą z tego rodzaju sieci trzeba uznać za etap przejściowy w rozwoju transmisji danych, a w dalszej przyszłości - teleinformatyki. Niewątpliwie jednak stan taki będzie z konieczności utrzymany jeszcze przez wiele lat. Można przy tym sądzić, że doświadczenia zdobyte w wyniku eksploatacji sieci przejściowych zostaną z powodzeniem wykorzystane przy tworzeniu sieci teleinformacyjnych o strukturze docelowej.

Konfrontując strukturę i właściwości łącza transmisji danych, omówionego w rozdz. 2.1, ze strukturą i parametrami łącza telegraficznego i telefonicznego, dochodzi się do oczywistego wniosku, że z każdego z tych łączy można utworzyć łącze transmisji danych. Konieczne jest tylko odpowiednie rozbudowanie łącza podkładowego, to znaczy wyposażenie go w dodatkowe urządzenia niezbędne w łączu transmisji danych. Zważywszy, że łącze telefoniczne jest łączem analogowym, a łącze telegraficzne łączem ziarnistym, podstawowa logika tworzenia łącza transmisji danych w każdym z tych przypadków jest różna. Łącze telefoniczne należy wyposażać dodatkowo w modemy (M) i w urządzenia protekcji (P), podczas gdy w przypadku korzystania z łączy telegraficznych instalowanie dodatkowych modemów jest zbędne (rys. 4).

Można stąd wysnuć słuszny wniosek, że sieć telegraficzna jest lepiej przystosowana do transmisji danych niż sieć telefoniczna. Wynika to już z samego charakteru i istoty łącza i sygnału telegraficznego. Nie znaczy to jednak, aby można było w związku z tym zrezygnować z korzystania do transmisji danych z łączy i sieci telefonicznych. Kanały tworzące aktualną sieć telegraficzną są bowiem znacznie węższe od kanałów telefonicznych i ich zdolność przepustowa jest tym samym znacznie mniejsza.

Zgodnie z obowiązującymi normami do kanałów telegraficznych zalicza się kanały ziarniste przystosowane do przesyłania sygnałów modulowanych z szybkościami:

- 1) do 50 bodów (kanały konwencjonalne rozstawione co 120 Hz),
- 2) do 100 bodów (kanały rozstawione co 240 Hz),
- 3) do 200 bodów (kanały rozstawione co 480 Hz).

Istnieją także systemy telegraficzne o kanałach rozstawionych co 180 Hz, przystosowanych do przesyłania sygnałów ziarnistych, modulowanych z szybkością do 75 bodów.

Kanał telefoniczny o znamionowej szerokości pasma od 300 do 3400 Hz, zakończony odpowiednim modemem transmisji danych, może przenosić sygnały ziarniste modulowane z szybkościami (w zależności od jakości kanału i typu modemu) 200, 600, 1200, 2400, 4800 bodów, a nawet z szybkościami jeszcze większymi.

Powyższe właściwości podstawowych kanałów telekomunikacyjnych spowodowały, że urządzenia transmisji danych dzieli się często na trzy zasadnicze grupy, różniące się zakresami szybkości transmisji. Pierwsza grupa to urządzenia przystosowane do pracy w łączach telegraficznych z tzw. małymi szybkościami modulacji (50-200 bodów), druga grupa to urządzenia przewidziane do pracy w łączach telefonicznych z tzw. średnimi szybkościami modulacji (200-4800 bodów, z tym że górna granica nie została ściśle określona) i wreszcie trzecia grupa to tzw. szybkie urządzenia transmisji danych, wymagające specjalnych kanałów szerokopasmowych (o szerokości np. telefonicznej grupy pierwotnej - 48 kHz lub wtórnej - 240 kHz), osiągające szybkości modulacji w granicach 20.000 - 30.000.000 bodów.

W wielu przypadkach wymagana szybkość transmisji jest podstawowym parametrem łącza transmisji danych i ona narzuca wybór łącza podkładowego (telegraficznego, telefonicznego, szerokopasmowego) i typu urządzeń transmisji danych. Miarą szybkości transmisji informacji jest liczba znaków alfanumerycznych, które mogą być przesyłane w jednostce czasu. Teoretyczna wartość tej szybkości zależy od zastosowanej szybkości modulacji (w bodach), od wartościowości i długości kodu oraz od systemu transmisji (system arytmiczny lub synchroniczny). W tablicy na str. 19 zestawiono dane liczbowe odpowiadające znormalizowanym międzynarodowo szybkościom modulacji. Założono przy tym zastosowanie kodu binarnego oraz w przypadku transmisji arytmicznej następujących cykli znakovych:

- a) 7,5 elementu sygnału - przy kodzie 5-elementowym i przy szybkości modulacji 50 bodów,
- b) 8 elementów sygnału - przy kodzie 5-elementowym i przy szybkościach modulacji większych od 50 bodów,
- c) 9 elementów sygnału - przy kodzie 6-elementowym,
- d) 10 elementów sygnału - przy kodzie 7-elementowym,
- e) 11 elementów sygnału - przy kodzie 8-elementowym.

Jeśli przekazywanie danych ma odbywać się między dwoma konkretnymi punktami oraz gdy wielkość przewidywanego strumienia informacji odpowiada kilkugodzinnej (na dobę) zajętości łącza lub wreszcie gdy czynnikiem istotnym jest pilność informacji, uzasadnione jest tworzenie

Teoretyczne szybkości transmisji informacji alfamerycznych

Szybkość transmisji [Bd]	Jednostka szybkości transmisji	Kod 5-elementowy		Kod 6-elementowy		Kod 7-elementowy		Kod 8-elementowy		Typ układu podkladowego
		Transmisja		Transmisja		Transmisja		Transmisja		
		arytmiczna	synchro-niczna	arytmiczna	synchro-niczna	arytmiczna	synchro-niczna	arytmiczna	synchro-niczna	
50	znak/min	400	600	333 $\frac{1}{3}$	500	300	428 $\frac{4}{7}$	272 $\frac{8}{11}$	375	RS
	znak/sek	6 $\frac{2}{3}$	10	5 $\frac{5}{9}$	8 $\frac{1}{3}$	5	7 $\frac{1}{7}$	4 $\frac{6}{11}$	6 $\frac{1}{8}$	
100	znak/min	750	1200	656 $\frac{2}{3}$	1000	600	857 $\frac{1}{2}$	545 $\frac{5}{11}$	750	RS
	znak/sek	12 $\frac{1}{2}$	20	11 $\frac{2}{3}$	16 $\frac{2}{3}$	10	14 $\frac{2}{7}$	9 $\frac{1}{11}$	12 $\frac{1}{2}$	
200	znak/min	1500	2400	1333 $\frac{1}{3}$	2000	1200	1714 $\frac{2}{7}$	1090 $\frac{10}{11}$	1500	RS 1500 RF
	znak/sek	25	40	22 $\frac{2}{3}$	33 $\frac{1}{3}$	20	28 $\frac{4}{7}$	18 $\frac{2}{11}$	25	
600	znak/min	4500	7200	4000	6000	3600	5142 $\frac{6}{7}$	3272 $\frac{8}{11}$	4500	RF
	znak/sek	75	120	66 $\frac{2}{3}$	100	60	85 $\frac{5}{7}$	54 $\frac{6}{11}$	75	
1200	znak/min	9000	14400	8000	12000	7200	10285 $\frac{5}{7}$	6545 $\frac{5}{11}$	9000	RF
	znak/sek	150	240	133 $\frac{1}{3}$	200	120	171 $\frac{2}{7}$	109 $\frac{1}{11}$	150	
2400	znak/min	18000	28800	16000	24000	14400	20571 $\frac{2}{7}$	13090 $\frac{10}{11}$	18000	RF
	znak/sek	300	480	266 $\frac{2}{3}$	400	240	242 $\frac{6}{7}$	218 $\frac{2}{11}$	300	
4800	znak/min	36000	57600	32000	48000	28800	41142 $\frac{6}{7}$	26181 $\frac{9}{11}$	36000	RF
	znak/sek	600	960	533 $\frac{1}{3}$	800	480	685 $\frac{5}{7}$	436 $\frac{4}{11}$	600	

trwałych, dzierżawionych łączy transmisji danych. W pozostałych przypadkach, które - jak pokazuje doświadczenie krajów bardziej od nas zaawansowanych w dziedzinie transmisji danych - dominują w praktyce, powinno się łączyć transmisji danych zestawiać w wyniku komutacji. Mając do dyspozycji funkcjonujące komutowane sieci abonenckie, które pokrywają - przy mniejszej lub większej gęstości - cały kraj, można i należy je wykorzystać do tworzenia komutowanych łączy transmisji danych. Trudności techniczne, jakie trzeba pokonać w celu praktycznej realizacji takiego przedsięwzięcia, zostaną omówione w dalszych rozdziałach. Na razie spójrzmy na strukturę i specyficzne właściwości takich sieci.

Założmy przy tym, co odpowiada jednej z początkowych faz praktycznego rozwoju transmisji danych, że stacje końcowe transmisji danych przyłączone do każdej z dwóch wspomnianych sieci (telefonicznej i teleksowej) zachowują dotychczasowe uprawnienia, cechy i właściwości abonenckich stacji telefonicznych lub teleksowych. Jest to możliwe i praktykowane na zasadzie dostawiania do aparatu telefonicznego lub do zestawu stacji teleksowej odpowiednich urządzeń transmisji danych i specjalnych urządzeń przełączających. W efekcie więc każdy z takich specjalnych abonentów sieci telefonicznej mógłby bez żadnych ograniczeń prowadzić rozmowy telefoniczne ze wszystkimi normalnymi abonentami i ze wszystkimi innymi abonentami specjalnymi oraz realizować wymianę danych z każdym z pozostałych abonentów specjalnych. Podobna sytuacja miałaby miejsce w sieci teleksowej, oczy-

więcie nie w zakresie rozmów telefonicznych, tylko korespondencji dalekopisowej.

Warunkiem całkowitej swobody przesyłania danych na zasadzie "każdy z każdym" w obrębie każdej z wymienionych sieci jest - rzecz jasna - daleko idąca standaryzacja urządzeń transmisji danych, o czym będziemy mówili w dalszych rozdziałach.

Przedstawiając powyższe stwierdzenia w postaci uproszczonych schematów, dochodzi się do dwóch podstawowych struktur sieci, pokazanych na rysunkach 4 i 5. Jak łatwo dostrzec, istotne różnice strukturalne polegają na tym, że sieć transmisji danych nałożona na sieć telefoniczną (rys. 4a i 5a) składa się z łączy analogowych (zarówno międzycentralowych, jak i abonenckich), przy czym modemy transmisji danych znajdują się w pomieszczeniach abonenckich. Istotną cechą tej sieci jest to, że po całej drodze transmisyjnej, począwszy i skończywszy na punktach abonenckich, przesyłany jest sygnał analogowy. Jest to zresztą podstawowy warunek umożliwiający prowadzenie rozmów telefonicznych. W przypadku wykorzystania zestawionego połączenia dla transmisji danych konwersja sygnałów ziarnistych na analogowe dokonywana jest tylko raz przez modem jednego abonenta oraz konwersja odwrotna też tylko raz przez modem abonenta współpracującego. Ponieważ na temat struktur sieci będziemy mówili w dalszych rozdziałach, nazwijmy sieć tego właśnie typu siecią analogową.

W przeciwieństwie do sieci analogowej, sieć transmisji danych nałożona na sieć telegraficzną (rys. 4b i 5b)

jest siecią ziarnistą. Składa się ona z międzycentralowych łączy ziarnistych, zakończonych obustronnie modemami (urządzenia telegrafii wielokrotnej), przy czym łączy abonenckie przystosowane są również do przesyłania sygnałów ziarnistych. Z punktu widzenia transmisji danych nie jest więc wymagany żaden dodatkowy proces konwersji sygnałów (ziarniste - analogowe) i tym samym modemy nie wchodzi w instalowane u abonentów zestawy urządzeń transmisji danych. Jeśli procesy konwersji sygnałów są realizowane w łączach międzycentralowych, to jedynie ze względu na obowiązujące dziś powszechnie w telekomunikacji zasady dalekosiężnej transmisji sygnałów elektrycznych. Innymi słowy, już na styku każdej stacji abonenckiej z siecią telekomunikacyjną tego typu występuje sygnał ziarnisty i w nie zmienionej postaci przesyłany jest przez łączy abonenckie. Jest to - analogicznie do sieci pierwszego typu - podstawowym warunkiem umożliwiającym prowadzenie korespondencji dalekopisowej.

Warto zwrócić uwagę na bardzo istotną cechę połączenia zestawianego do transmisji danych, w każdej z dwóch pokazanych wyżej sieci. Otóż w każdej z konwencjonalnych dziedzin telekomunikacji, oprócz pojęcia łączy telefonicznego lub telegraficznego, istnieje pojęcie łańcucha, czyli zestawu takich łączy, tworzącego połączenie między punktami końcowymi. Każde z łączy wchodzących w skład łańcucha na przykład telefonicznego jest łączy telefonicznym, przy czym i cały łańcuch ma również charakter, cechy i parametry łączy telefonicznego (rys. 6a). Analogiczna sytuacja występuje w telegrafii

(rys. 6b). Jeśli jednak uwzględnimy informacje z rozdziału 2.1. i porównamy rys. 2 z rysunkami 6c i 6d, to dochodzi się do oczywistego wniosku, że łańcuch telekomunikacyjny zestawiony w celu przekazania danych jest niepodzielnym łączem transmisji danych, mimo że składa się z kilku niezależnych od siebie łącz telekomunikacyjnych (telefonicznych lub telegraficznych). Innymi słowami, przyjmując za punkt wyjściowy określenie łącza transmisji danych według rozdz. 2.2, trzeba stwierdzić, że w aktualnym stanie rozwoju transmisji danych nie istnieje określenie zestawu takich łącz.

Jest to oczywiste, jeśli rozważymy się podstawową właściwość łącza transmisji danych - zabezpieczenie przed błędami oraz istotę procesów wykrywania i korekcji błędów. Podstawowym warunkiem wykrycia, a w dalszej kolejności automatycznego skorygowania błędów powstających w procesie transmisji w wyniku działania różnorodnych czynników zakłócających, jest wzajemne współdziałanie urządzeń protekcji (P), rozmieszczonych na obu końcach łącza, to znaczy nadawczego urządzenia protekcji z urządzeniem odbiorczym. Współdziałanie to, niezależnie od specjalnego kodowania i dekodowania sygnałów będących odpowiednikami przekazywanej informacji, polega na wymianie między nadawczym i odbiorczym urządzeniem protekcji wielu dodatkowych - lecz ściśle określonych dla danego systemu protekcji - sygnałów pomocniczych, informujących bądź o aktualnym stanie danej stacji (np. gotowość do nadawania informacji, do odbioru informacji, synchronizowanie się, początek i koniec transmisji).

sji itp.), bądź o aktualnym stanie procesu transmisji (odebrano sygnał bez błędu, wykryto błąd, powtórz, nadaj dalej, powtarzam, kontynuuję nadawanie itp.). Sygnały te wyznaczają pewien swoisty rytm transmisji, typowy dla danego systemu protekcji i stanowiący zamknięty cykl w obrębie łącza transmisji danych, z obustronnymi urządzeniami protekcji włącznie (rys. 7a). Rytm ten nie jest przy tym stały, gdyż zależy od czasu przejścia sygnału przez łącze zarówno w jedną, jak i w drugą stronę oraz od jakości kanału, gdyż w zależności od liczby i rozkładu czasowego błędów, występujących w przesyłanym sygnale, powtarzanie błędnie odebranych informacji następuje częściej lub rzadziej. W każdym jednak razie zasady tego rytmu, jego logika i wszelkie możliwe warianty są jednoznacznie znane obu urządzeniom protekcji, wszystkie zaś procesy tworzące ten rytm są przez te urządzenia sterowane i kontrolowane. Określone wyżej zasady współdziałania urządzeń transmisji przyjęło się nazywać algorytmem współpracy.

Gdyby zatem wyobrazić sobie zestaw łączy transmisji danych (rys. 7b), to znaczy łączy zabezpieczonych indywidualnie przed błędami przez własne urządzenia protekcji, to w zestawie takim istniałoby n niezależnych algorytmów współpracy. Niestety, chwilowa zmiana rytmu w jednym łączy (np. powtórzenie błędnego bloku) wywołałaby automatycznie zmiany rytmów we wszystkich łączych pozostałych. Zapewnienie pełnej synchronizacji między poszczególnymi łączyami wymagałoby istotnej komplikacji urządzeń. Brak takiej synchronizacji powodowałby zaś do-

datkowe straty czasu, prowadzące do radykalnego zmniejszenia efektywnej szybkości transmisji.

Warto przy tym zwrócić uwagę jeszcze na dwa istotne względy, dla których nie wyczuwa się aktualnie tendencji tworzenia zestawów łączy transmisji danych, pokazanych przykładowo na rys. 7b. Pierwszy z nich, to finalny efekt zabezpieczenia przed błędami. Jak łatwo zauważyć, typowe łączy transmisji danych (np. z rys. 7a) zapewnia zabezpieczenie sygnału przed błędami na całej drodze transmisyjnej, to znaczy między punktami, do których dołącza się aparaty końcowe. Tymczasem w zestawie łączy, jak na rys. 7b, podobne zabezpieczenie istniałoby wprawdzie dla każdego łączy odrębnie, lecz punkty komutacyjne (K) nie byłyby już objęte żadnym zabezpieczeniem. Przy typowej - dla współczesnej sieci - komutacji łączy (circuit switching - ang., commutation des circuits - franc.) rozwiązanie takie nie byłoby do przyjęcia dla większości systemów teleinformacyjnych. Prędzej już można by sobie wyobrazić tworzenie zestawów łączy transmisji danych w systemach telekomunikacyjnych stosujących komutację informacji, czyli retransmisję (message switching - ang., commutation des messages - franc), lecz z uwagi na brak takich systemów w Polsce zagadnienie to jako zbyt perspektywiczne nie będą rozważane w niniejszym artykule w sposób szczegółowy.

Drugi aspekt - to łączny koszt aparatury transmisji danych, niezbędnej do zestawienia odpowiedniego połączenia. Jak wiadomo, urządzenia protekcji, które pod względem podstawowych zasad działania można by przyrów-

nać do małych wyspecjalizowanych elektronicznych maszyn cyfrowych, są stosunkowo bardzo drogie. W przypadku łączy transmisji danych według rys. 7a dla każdego połączenia, niezależnie od jego długości i struktury, wymagane są tylko dwa urządzenia protekcji. Natomiast przy budowie sieci według logiki pokazanej na rys. 7b, oprócz dwóch urządzeń instalowanych w pomieszczeniach użytkowników (abonentów), w skład każdego połączenia musiałyby jeszcze wchodzić dodatkowe urządzenia protekcji w mniejszej lub w większej liczbie, w zależności od liczby łączy, z których dane połączenie zostało zestawione. Wydaje się więc, że elementarne zasady ekonomiki łączności nie uzasadniają prób tworzenia zestawów łączy transmisji danych, przynajmniej przy współcześnie stosowanej technice komutacji.

3. PROGNOZY ROZWOJU TRANSMISJI DANYCH W KRAJU

3.1. Etapy i kierunki rozwoju

Genezą i podstawowym bodźcem rozwoju danej (zwłaszcza nowej) dziedziny techniki jest występujące zapotrzebowanie społeczne lub gospodarcze. Przejaskrawiając nieco to zjawisko, można by rzec, że w pierwszym etapie rodzą się projekty zastosowań nowych urządzeń, często nieznanymi jeszcze od strony rozwiązań technicznych i technologicznych, lecz już dość dokładnie określonych pod względem oczekiwanych efektów użytkowych. Projekty w miarę upływu czasu dojrzewają, powodują wzrost potencjalnego zapotrzebowania, które w zdecydowany sposób dopin-

guje określone grupy naukowców, badaczy i w nieco późniejszej fazie projektantów, konstruktorów i technológów, a wreszcie i producentów.

Taki stan nie jest jednak nienaruszalną regułą, co potwierdza sytuacja zaistniała w dziedzinie transmisji danych. Wbrew oczekiwaniom, że krajowi użytkownicy maszyn matematycznych, twórcy zautomatyzowanych lub automatycznych systemów informacyjnych, ekonomiści, planiści, kierownicy poszczególnych procesów gospodarczych będą domagali się żywiłowo środków technicznych umożliwiających zdalny dostęp do elektronicznych maszyn cyfrowych i operatywne, zdalne korzystanie z nich, to znaczy że będą domagali się urządzeń, systemów, łączny i sieci transmisji danych - obserwuje się brak zdecydowania, niepewność i przesadną często ostrożność decyzji u tych właśnie potencjalnych użytkowników transmisji danych.

Natura nie lubi jednak próżni i dlatego tę oczywistą lukę zapelnili specjaliści telekomunikacji, którzy zdając sobie sprawę z jednej strony z technicznych możliwości współczesnej elektroniki, a z drugiej strony z oczywistych efektów gospodarczych i ekonomicznych, jakie muszą być automatycznym następstwem szerokiego zastosowania transmisji danych i przerodzenia się systemów informacyjnych w systemy teleinformacyjne, stali się inicjatorami, gorącymi rzecznikami, inspiratorami, a nierzadko i obrońcami tej dziedziny techniki, mimo że nie oni będą w zasadzie korzystali z efektów jej zastosowań.

Taka sytuacja miała miejsce chyba we wszystkich krajach w początkowej fazie rozwoju transmisji danych. Sze-

reg krajów fazę tę ma już poza sobą i tam właśnie obserwuje się powrót do naturalnego stanu rzeczy, to znaczy lawinowy wzrost liczby instalowanych urządzeń i łączy transmisji danych, imponujące tempo rodzenia się nowych pomysłów i nowych rozwiązań, a przede wszystkim powszechność i różnorodność zastosowań. W tych krajach specjaliści transmisji danych pracują prawie dosłownie na zamówienie użytkowników, zaś Administracje Łączności planują i realizują radykalną przebudowę sieci, aby sprostać narastającym potrzebom.

Taki stan w naszym kraju trzeba uznać za początkową fazę rozwoju transmisji danych i zgodzić się z konsekwencjami, jakie z tego wynikają. Dlatego też w naszej literaturze nie pojawiają się publikacje o systemach teleinformacyjnych pisane przez specjalistów z dziedziny zastosowań elektronicznych maszyn cyfrowych, można natomiast znaleźć artykuły o systemach transmisji danych i o ich zastosowaniu, pisane przez specjalistów telekomunikacji. Również niniejszy artykuł o perspektywach rozwoju transmisji danych w kraju pisany jest głównie pod kątem możliwości technicznych telekomunikacji, a nie pod kątem potrzeb, co autor zastrzeżę zresztą na wstępie.

Transmisja danych przechodziła już na świecie kilka kolejnych faz rozwoju. Do pierwszej z nich można by zaliczyć szeroko zakrojoną działalność techniczną, związaną z zagadnieniami bezbłędnego przekazywania na odległość informacji dyskretnych, skoncentrowaną na metodach kodowania oraz na systemach i urządzeniach protek-

cji. Druga faza to stosunkowo szybki ilościowy wzrost różnorodnych urządzeń transmisji danych przystosowanych do pracy z małymi i średnimi szybkościami modulacji, przeznaczonych w zasadzie do systemów off line. Typowym nośnikiem informacji stała się w tym okresie 5 i 8-ścieżkowa taśma perforowana. Trzecia faza to badania różnorodnych metod modulacji, umożliwiających transmisję sygnałów ziarnistych z różnymi szybkościami. Przy kontynuowanym rozwoju i doskonaleniu systemów transmisji danych dla szybkości w zakresie 50-1200 bodów opanowano w tym okresie technikę transmisji sygnałów modulowanych z szybkościami 2400 i 4800 bodów (trwale łączya telefoniczne) dzięki zastosowaniu wielowartościowej modulacji fazy oraz opracowano i wdrożono do eksploatacji wiele różnorodnych systemów transmisji danych, stosujących szybkości rzędu dziesiątek i setek tysięcy, a nawet milionów bodów. Systemy takie wymagają kanałów szerokopasmowych i są stosowane bądź w liniach magistralnych, bądź dla celów specjalnych.

Za kolejną, czwartą fazę rozwoju transmisji danych na świecie można by uznać tworzenie sieci. Ten okres cechuje stosunkowo operatywna działalność Administracji Łączności, mająca na celu jak najszersze przystosowanie istniejących sieci telekomunikacyjnych do transmisji danych, nierzadko na drodze istotnych zmian organizacyjnych i technicznych tych sieci (na przykład sieć DATEL i DATEX). I wreszcie ostatnia faza - to tworzenie systemów teleinformacyjnych, umożliwiających zdalny, bezpośredni dostęp do elektronicznych maszyn cyfrowych (on li-

ne). Są to systemy bądź o charakterze powszechnym (systemy abonenckie), bądź systemy wydzielone, związane z poszczególnymi branżami gospodarczymi lub z większymi, przestrzennie rozczłonkowanymi przedsiębiorstwami. Systemy te cechują się olbrzymią różnorodnością aparatów końcowych transmisji danych, spełniających rolę zdalnych urządzeń peryferyjnych EMC, wśród których znajdują się:

- klawiatury różnego rodzaju,
- czytniki taśmy perforowanej,
- czytniki kart perforowanych,
- maszyny kasowe,
- czytniki taśmy magnetycznej,
- reperforatory taśmy papierowej,
- reperforatory kart,
- drukarki znakowe i wierszowe,
- taśmowe rejestratory magnetyczne,
- monitory ekranowe,
- sygnalizatory optyczne i akustyczne,
- różnorodne elementy telemetrii i telesterowania.

Istotną cechą systemów teleinformacyjnych on line jest ściśle powiązanie i współzależność parametrów technicznych elektronicznych maszyn cyfrowych, urządzeń transmisji danych i aparatów końcowych z jednej strony oraz oprogramowania i języków EMC z zasadami pracy systemów transmisji danych z drugiej. Innymi słowy, w każdym z takich systemów obowiązuje ściśle określony algorytm współpracy wszystkich urządzeń.

Aktualny stan transmisji danych na świecie i etapy,

w jakich stan ten został osiągnięty, będą miały niewątpliwie pewien wpływ na rozwój transmisji danych w Polsce. Jednakże istotnymi czynnikami decydującymi o tym rozwoju będą czynniki lokalne, do których można zaliczyć:

- doświadczenia uzyskane w wyniku prac naukowo-badawczych prowadzonych w kraju w latach poprzednich,
- środki kadrowe i inwestycyjne, jakie zostaną przeznaczone na rozwój transmisji danych w najbliższych latach,
- stopień opanowania przez przemysł krajowy produkcji nowoczesnych podzespołów i elementów elektronicznych (na przykład układów scalonych),
- zdolność przerobową krajowych przedsiębiorstw przemysłowych, zaangażowanych w produkcję urządzeń transmisji danych,
- aktualny stan krajowej sieci telekomunikacyjnej oraz tempo i kierunki jej rozwoju i modernizacji w latach następnych,
- liczbę i typy instalowanych w kraju elektronicznych maszyn cyfrowych oraz możliwości przerobowe ośrodków projektujących systemy informacyjne i teleinformacyjne, a także możliwości inwestycyjne użytkowników tych systemów,
- możliwości importu niektórych urządzeń transmisji danych i aparatów końcowych.

W ubiegłych latach prowadzone były w kraju prace w zakresie wybranych systemów i urządzeń transmisji danych zarówno na małe, jak i na średnie szybkości modulacji. Prace te miały różny zakres i charakter. Niektóre z nich ograniczały się do koncepcji i projektów, inne prowadzone były aż do modeli laboratoryjnych lub użytkowych włącznie. Trzeba jednakże stwierdzić, że w pracach tych przemysł krajowy zaangażowany był bardzo słabo. Nie wszystkie przy tym opracowane w kraju projekty systemów i modele urządzeń odpowiadają ustalonym i dziś już obowiązującym normatywom międzynarodowym (CCITT, OWL, RWPG). Z tych też względów nie należy się spodziewać, aby rezultaty dotychczasowych prac stały się bezpośrednio podstawą uruchomienia krajowej produkcji urządzeń transmisji danych, które można by uznać za reprezentatywne i powszechne dla sieci krajowej. Głównym natomiast efektem tych prac jest zdobyte doświadczenie i potencjalna możliwość stosunkowo szybkiego opracowania szerokiego asortymentu nowych systemów i urządzeń transmisji danych, niezbędnych dla najbardziej typowych zastosowań. Wykorzystanie tych potencjalnych możliwości w praktyce będzie zależało od określonych wyżej czynników, nazywanych czynnikami lokalnymi.

Trudno jest w związku z tym przewidywać tempo rozwoju transmisji danych i ilościowy stan urządzeń i łączy w poszczególnych latach. Można natomiast określić kierunki rozwoju i sprecyzować poszczególne etapy z merytorycznego punktu widzenia.

Zważywszy możliwości techniczne i związki między dalszym rozwojem elektronicznej techniki obliczeniowej a zapotrzebowaniem na łącza i sieci transmisji danych, trzeba się spodziewać dwóch zasadniczych okresów rozwoju transmisji danych w Polsce. Pierwszy z nich, który można szacować na lata 1971-1980, to okres opracowania i opanowania produkcji kilku reprezentatywnych urządzeń transmisji danych na małe i średnie szybkości modulacji (na przykład do szybkości 4800 bodów), oraz wdrażania tych urządzeń do eksploatacji w zasadzie w systemach off line. Prawdopodobnie powstaną też w tym okresie eksperymentalne systemy teleinformacyjne, w których łącza transmisji danych będą współpracowały z elektronicznymi maszynami cyfrowymi w systemie on line, lecz będą to raczej systemy o stosunkowo ograniczonych zastosowaniach i o stosunkowo małym zasięgu.

W okresie tym, który można by nazwać okresem bliskoperspektywicznym, należy spodziewać się:

- zorganizowania publicznej sieci transmisji danych,
- elastycznego udostępnienia sieci telekomunikacyjnej (trwałych łączy telefonicznych i telegraficznych oraz abonenckiej komutowanej sieci telefonicznej i sieci teleksowej) do przesyłania informacji za pośrednictwem różnorodnych systemów i urządzeń transmisji danych,
- zorganizowania powszechnej abonenckiej sieci transmisji danych dla małych szybkości modulacji, nałożonej na sieć teleksową,

- zorganizowania powszechnej abonenckiej sieci transmisji danych dla średnich szybkości modulacji, nałożonej na sieć telefoniczną,
- powstania kilku wydzielonych sieci transmisji danych w niektórych resortach.

Drugi zasadniczy okres, którego można się spodziewać po roku 1980 (okres dalekoperspektywiczny) cechowałby się opracowaniem i opanowaniem produkcji szybkich urządzeń transmisji danych, tworzeniem magistralnych linii informacyjnych wykorzystujących bądź kanały szerokopasmowe, bądź cyfrowe trakty telefonicznych systemów PCM, tworzeniem ogólnie dostępnych systemów teleinformacyjnych powszechnego użytku oraz rozbudowę resortowych i branżowych systemów teleinformacyjnych i ich scaleniem w centralny teleinformacyjny system zarządzania państwem i jego gospodarką.

Spróbujmy zatem omówić chociaż niektóre, szczególnie interesujące zagadnienia merytoryczno-techniczne, wiążące się z wyżej wymienionymi etapami rozwoju transmisji danych.

3.2. Okres bliskoperspektywiczny

3.2.1. Publiczna sieć transmisji danych

Pod pojęciem publicznej sieci transmisji danych rozumie się sieć analogiczną, pod względem organizacyjnym i technicznym, do sieci telegramowej. Sieć ta łączyłaby określone placówki pocztowo-telekomunikacyjne, wyposażo-

ne w odpowiednie zestawy urządzeń transmisji danych i służyłaby do przesyłania danych między tymi placówkami.

Aby przekazać dane z miejsca ich pochodzenia do miejsca przeznaczenia, należałoby:

- dostarczyć informacje utrwalone na określonym nośniku do najbliższej placówki pocztowo-telekomunikacyjnej włączonej do publicznej sieci transmisji danych,
- dostarczone informacje przesłać za pośrednictwem łącza transmisji danych do podobnej placówki pocztowo-telekomunikacyjnej położonej najbliżej miejsca ich przeznaczenia, rejestrując je w punkcie odbioru na takim samym nośniku, na jakim zostały dostarczone przez nadawcę,
- doręczyć informacje adresatowi.

Usługa, jaką świadczyłby resort łączności po zorganizowaniu takiej sieci, jest pełną analogią do służby telegramowej. Ponieważ powierzenie placówce pocztowo-telekomunikacyjnej informacji przeznaczonych do przesyłania odbywałoby się (przynajmniej symbolicznie) za pośrednictwem okienka pocztowego, można się spotkać z określeniem tego rodzaju sieci i służby transmisji danych mianem sieci lub służby okienkowej. Resort łączności gwarantowałby użytkownikom dostarczania informacji do miejsca przeznaczenia odpowiednio szybko, zapewniając zarazem odpowiednio dużą ich bezbłądność.

Według rozeznania autora, do chwili obecnej nie zorganizowano podobnej sieci i podobnej służby jeszcze w

żadnym kraju. Zarówno sam ten fakt i wynikający z niego brak doświadczeń, jak i zastrzeżenia, które mogą się nasywać przy pobieżnym rozpatrywaniu koncepcji takiej sieci, wymagają wnikliwego przeanalizowania celowości wspomnianego przedsięwzięcia przed jego ewentualną realizacją. Analiza taka powinna niewątpliwie uwzględniać aspekty techniczne, ekonomiczne i organizacyjne, lecz przede wszystkim powinna być poprzedzona wnikliwym rozeznaniem wśród aktualnych i potencjalnych zdalnych użytkowników elektronicznych maszyn cyfrowych, w wyniku którego można by określić przewidywany ruch transmisji danych w poszczególnych relacjach. Wielkość tego ruchu byłaby bowiem podstawowym czynnikiem determinującym zarówno celowość generalnej koncepcji, jak i wybór placówek pocztowo-telekomunikacyjnych włączanych do publicznej sieci transmisji danych w poszczególnych okresach. Wypowiedzi użytkowników powinny być również podstawą określenia typów urządzeń transmisji danych, rodzajów nośników informacji i stosowanych kodów.

Publiczna sieć transmisji danych nie zaspokoi oczywiście wszystkich potrzeb użytkowników. W szczególności z sieci takiej nie można korzystać w przypadkach, gdy:

- wymagana jest bezpośrednia współpraca z maszyną w systemie on line,
- gdy dane do lub z maszyny muszą być przekazane natychmiast, lub w tak krótkim odstępie czasu, który wyklucza fizyczny transport zapisanych na nośniku informacji do lub z placówki pocztowo-telekomunikacyjnej.

We wszystkich jednak pozostałych przypadkach publiczna sieć transmisji danych przedstawia sobą wiele zalet, szczególnie istotnych w sytuacji, która istnieje dziś i z pewnością będzie istniała jeszcze przez szereg lat w Polsce. Spróbujmy rozważyć niektóre z tych zalet.

Urządzenia transmisji danych są na całym świecie bardzo drogie (cena zestawu dla jednej stacji waha się w granicach 5-15 tysięcy dolarów). Na dostawę wypróbowanych urządzeń produkcji krajowej trzeba będzie czekać jeszcze parę lat, a i wtedy nie będzie to jeszcze szeroki, pod względem różnorodności typów, asortyment. Brak jest w kraju jakichkolwiek rzeczowych doświadczeń w zakresie transmisji danych tak pod względem użytkowym (systemy teleinformacyjne), jak i technicznym (sieci transmisji danych). W takim stanie można się spodziewać oporów i zrozumiałej ostrożności ze strony użytkowników przy podejmowaniu decyzji w sprawie zakupu urządzeń transmisji danych, tym bardziej że nie zostały jeszcze określone w kraju normatywy, ustalające podstawowe typy urządzeń, co dodatkowo zwiększa ryzyko, z jakim użytkownicy muszą się liczyć w najbliższych latach. Wydaje się więc, że zdalni użytkownicy maszyn cyfrowych chętnie skorzystają z możliwości telekomunikacyjnego dostępu do EMC, nie ponosząc przy tym żadnego ryzyka, nie realizując kosztownych inwestycji, nie kłopotząc się o instalację, konserwację i naprawę urządzeń transmisji danych, mając przy tym możliwość zaspokojenia swych pilnych potrzeb i uzyskania praktycznych doświadczeń w zakresie zdalnego kontaktu z EMC. To wszystko

zapewniłaby im bowiem publiczna sieć transmisji danych.

Spójrzmy na te sprawy z drugiej strony. Z pewnością niejednego potencjalnego zdalnego użytkownika EMC nie będzie przez szereg lat stać na zakup urządzeń transmisji danych lub też zakup takich urządzeń będzie nieuzasadniony ze względu na zbyt małe, choć regularnie przekazywane porcje informacji (na przykład kilka minut raz na dobę). Takich użytkowników może być kilku, kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu w pewnym niewielkim rejonie. Instalowanie urządzeń transmisji danych u każdego z nich byłoby z pewnością nieopłacalne, włącznie zaś do publicznej sieci transmisji danych jednej placówki pocztowo-telekomunikacyjnej w tym właśnie rejonie zaspokoi potrzeby wszystkich użytkowników tego typu, przy czym sprzęt pracujący w tej placówce będzie właściwie wykorzystany.

Inny aspekt to obsługa techniczna, konserwacja i naprawa urządzeń transmisji danych, sprzętu zawsze skomplikowanego, a przy tym - do czasu uruchomienia naprawdę seryjnej produkcji krajowej - zróżnicowanego pod względem typów, techniki realizacyjnej oraz zasad działania i obsługi. Dysponenci urządzeń transmisji danych muszą się liczyć z tym problemem i przynajmniej w okresie początkowym będą zmuszeni mieć własną służbę techniczną, która zapewni utrzymanie tych urządzeń w stanie pełnej sprawności technicznej. Dla niejednego użytkownika (na przykład handel, rolnictwo, finanse) - to oczywisty kłopot i dodatkowe trudności. Wielkie przedsiębiorstwa lub instytucje zlokalizowane w dużych ośrod-

kach miejskich mogą wprowadzić bądź stworzyć wspólną techniczną służbę transmisji danych, bądź korzystać z odpowiednio zorganizowanych miejskich punktów usługowych. Jednakże dla pozostałych właścicieli urządzeń transmisji danych nie byłyby to problemy łatwe do rozwiązania. Tymczasem urządzenia transmisji danych instalowane w placówkach resortu łączności nie nastroczają tego typu kłopotów. Resort ten i tak zatrudnia olbrzymią rzeszę pracowników wyspecjalizowanych w elektronice i telekomunikacji. Włączenie do obowiązków wytypowanego personelu technicznego tego resortu zadań wynikających z zainstalowania urządzeń transmisji danych, które nie są niczym innym jak również urządzeniami telekomunikacyjnymi, powinno być naturalnym przedsięwzięciem organizacyjnym. Zachowanie maksymalnej jednolitości sprzętu stwarza przy tym możliwości zorganizowania odpowiedniej centralnej bazy części zamiennych oraz sprzętu rezerwowego. Nie powinno również nastroczać trudności zorganizowanie specjalnej ruchomej służby awaryjnej, która powinna usunąć stosunkowo szybko uszkodzenie w każdej placówce, niezależnie od jej lokalizacji przestrzennej, lub dostarczyć urządzenie rezerwowe w miejsce uszkodzonego.

I wreszcie aspekt techniczny, jakże istotny przez szereg najbliższych lat. Stan krajowej sieci telekomunikacyjnej każe się liczyć z dużymi trudnościami związanymi z realizacją powszechnych abonenckich sieci transmisji danych. O niektórych z tych trudności będziemy mówili w dalszej części artykułu. W każdym jednak razie nie jest wykluczone, że na możliwość przele-

zywania danych z własnej siedziby za pośrednictwem sieci komutowanej użytkownik będzie musiał czekać jeszcze kilka lat. Niewątpliwie znacznie wcześniej mógłby to realizować za pośrednictwem łączy dzierżawionych. Stwarza to jednak bardzo sztywną strukturę połączeń między poszczególnymi punktami systemu teleinformacyjnego, a do tego pociąga za sobą wysokie opłaty za dzierżawę łączy.

W przypadku zorganizowania publicznej sieci transmisji danych placówki pocztowo-telekomunikacyjne tej sieci byłyby z sobą połączone łączyami odpowiednio wybranymi, w związku z czym olbrzymia większość wspomnianych trudności nie wchodziłaby w rachubę. Z tego więc względu publiczna sieć transmisji danych, mimo powszechnie znanych trudności telekomunikacyjnych w Polsce, mogłaby być zorganizowana bardzo szybko i dzięki swej rozpiętości przestrzennej mogłaby przez szereg lat zaspokajać najpilniejsze potrzeby większości krajowych zdalnych użytkowników EMC. Przy szybkim utworzeniu takiej sieci dalsze etapy rozwoju transmisji danych, wymagające wieloletniej działalności resortu łączności i znacznych nakładów inwestycyjnych, można by realizować spokojniej, poprzedzić je wszechstronnymi analizami, stwarzając tym samym szanse wybrania optymalnych rozwiązań na podstawie głęboko przemyślanych, wielowariantowych koncepcji.

Poświęćmy z kolei jeszcze trochę miejsca na zasygnalizowanie niektórych podstawowych problemów technicznych

i organizacyjnych, związanych z publiczną siecią transmisji danych.

Sieć taka, w momencie jej utworzenia, składałaby się z kilku lub kilkunastu połączeń i w miarę potrzeb byłaby sukcesywnie rozwijana tak pod względem liczby relacji i włączonych do sieci placówek pocztowo-telekomunikacyjnych, jak też pod względem form i rodzaju usług. Na rys. 8 pokazano wizję takiej sieci i jej rozwoju. Założono, że w pierwszej fazie powstaną połączenia niektórych miast wojewódzkich z Warszawą, w drugiej fazie do sieci zostałyby włączone pozostałe miasta wojewódzkie i niektóre powiatowe, zaś w trzeciej fazie doszłyby połączenia wieloboczne między inklinującymi do siebie rejonami i szereg połączeń niższych szczebli. Oczywiście, jak to już wspomniano na wstępie niniejszego podrozdziału, podstawą konfiguracji sieci i jej rozwoju powinny być rzeczywiste potrzeby i wielkość przewidywanego ruchu. Dlatego też założenia powyższe służą jedynie do zobrazowania problemu.

Przekazywanie danych między placówkami połączonymi z sobą bezpośrednio (na przykład między B i C z rys. 8) nie następuje specjalnych problemów organizacyjnych i technicznych. Informacje dostarczone ze źródła do placówki nadawczej B zostałyby wprowadzone do urządzeń transmisji danych na jednym końcu łącza i przesłane do urządzeń transmisji danych zainstalowanych na drugim końcu łącza w placówce C, skąd zostałyby odtransportowane do adresata. Problemy takie powstają jednak w przypadku komunikacji między placówkami nie połączonymi bez-

pośrednio, na przykład między placówkami B i D. W relacji B-D placówka C pełni rolę punktu tranzytowego, w którym musi być realizowany proces:

bądź komutacji łączy,

bądź komutacji wiadomości (retransmisji).

Jak już wspomniano w poprzednich rozdziałach, nie stosuje się z zasady zestawów łączy transmisji danych. Mówiąc zatem o komutacji łączy, należy mieć na względzie tworzenie zestawów łączy podkładowych, to znaczy łączy telefonicznych lub telegraficznych. Można przy tym założyć, że w pierwszej fazie rozwoju publicznej sieci transmisji danych powstaną przede wszystkim relacje międzywojewódzkie, a więc relacje w pewnym sensie magistralne, o stosunkowo dużym natężeniu ruchu. Uzasadnione więc będzie stosowanie w tych relacjach urządzeń transmisji danych, pracujących z szybkością 1200 bodów, to znaczy urządzeń wymagających łączy telefonicznych. Przy takim założeniu ideę komutacji łączy można wyobrazić sobie zgodnie z rys. 9a. Do placówki C doprowadzone są dwa międzymiastowe łącza telefoniczne K_1 (od placówki B) i K_2 (od placówki D), które w przypadku ruchu końcowego (B-C i C-D) współpracują odpowiednio z zestawami urządzeń transmisji danych TD_1 i TD_2 . Przy ruchu tranzytowym (B-C-D) urządzenia transmisji danych zostają odłączone, natomiast łącze K_1 zostaje połączone z łączem K_2 , umożliwiając przekazanie danych między placówkami B i D.

W przeciwieństwie do wyżej naszkicowanej zasady ko-

mutacji łączy, komutacja wiadomości (retransmisja) nie wymaga łączenia z sobą łączy telefonicznych. Łączą te są na stałe związane z odpowiednimi urządzeniami transmisji danych TD_1 i TD_2 . W przypadku ruchu końcowego (B-C i C-D) nie ma różnicy w stosunku do koncepcji opisanej wyżej. Natomiast w ruchu tranzytowym (B-C-D) dane, przekazywane na przykład z placówki B do placówki D, muszą być odebrane przez urządzenia TD_1 i zarejestrowane na trwałym nośniku (na przykład na taśmie perforowanej) co zamyka pierwszą część procesu transmisyjnego. W drugiej fazie nośnik z utrwaloną informacją pochodzącą ze stacji B jest wprowadzany do urządzeń TD_2 i następuje druga faza procesu transmisji z placówki C do placówki D za pośrednictwem łącza K_2 (rys. 9b). Cały proces realizowany na stacji C zwany jest retransmisją lub komutacją wiadomości.

Na rysunku 9 oba procesy komutacyjne zostały pokazane w postaci szkicu ideowego. W praktyce, przy większej liczbie łączy dochodzących do jednej placówki, procesy komutacyjne są bardziej złożone, lecz dzięki współczesnym osiągnięciom techniki mogą być realizowane półautomatycznie lub automatycznie. Wymaga to rzecz jasna bądź odpowiednich łącznic telefonicznych (komutacja łączy), bądź stosunkowo skomplikowanych urządzeń retransmisyjnych i ustalonego systemu adresowego. Szczegółowe zasady pracy urządzeń tego typu wybiegają poza ramy niniejszego artykułu. Literatura z tej dziedziny jest jednak na tyle obszerna, że wyszukanie jej nie powinno nastręczać czytelnikom większych trudności.

Każdy z dwóch wspomnianych wyżej systemów komutacji ma, z punktu widzenia transmisji danych, swoje zalety i wady. Zasadniczą wadą komutacji łączy jest wydłużanie linii transmisyjnej bez regeneracji w punkcie tranzytowym. Każde z dwóch łączy K_1 i K_2 cechuje się mniej lub bardziej niedoskonałymi parametrami, mającymi bezpośredni niekorzystny wpływ na jakość transmisji sygnałów elektrycznych. Do parametrów tych zalicza się przede wszystkim:

- poziom szumów,
- liczbę i amplitudę zakłóceń impulsowych,
- liczbę krótkich przerw transmisji,
- nielinearność charakterystyki tłumieniowej,
- nielinearność charakterystyki grupowego czasu przejścia.

Parametry te powodują zniekształcenia impulsów tworzących sygnał transmisji danych oraz są przyczyną błędów. Przy połączeniu $K_1 + K_2$ następuje superpozycja niekorzystnych zjawisk występujących w każdym z łączy składowych. W związku z tym wynikowa jakość całej drogi transmisyjnej jest odpowiednio gorsza od jakości zarówno łącza K_1 , jak i K_2 .

Komutacja wiadomości nie ma tych wad, gdyż proces przesyłania wiadomości składa się z dwóch odrębnych procesów transmisyjnych, związanych ze względnie krótkimi, a więc stosunkowo dobrymi łączami K_1 i K_2 . Niestety jednak w tym systemie, w każdym punkcie tranzytowym muszą być dokonywane kolejno następujące procesy:

- demodulacja sygnału,
- dekodowanie sygnału,
- zapis informacji na nośniku,
- odczytanie informacji z nośnika,
- kodowanie sygnału,
- modulacja sygnału.

Każdy z tych procesów jest potencjalnym źródłem błędów. Dotyczy to w szczególności procesów elektromechanicznych, związanych z zapisem informacji na nośniku i ich ponownym odczytywaniem. Pełna kontrola bezbłądności tych procesów jest z zasady bardzo skomplikowana i z uwagi na bardzo wysoki koszt urządzeń kontrolnych - w praktyce na ogół nie stosowana.

Mimo wspomnianych wad system komutacji wiadomości ma istotne zalety natury użytkowo organizacyjnej, występujące zarówno w przypadku retransmisji półautomatycznej (przenoszenie taśmy z odbiornika urządzenia TD_1 do nadajnika urządzenia TD_2), jak i automatycznej elektromechanicznej (automatyczne kierowanie zapisanej taśmy z odbiornika jednego urządzenia do nadajnika innego urządzenia na podstawie wyperforowanego na tej taśmie adresu) lub elektronicznej. Podstawową zaletą jest możliwość przekazania informacji między dwoma stacjami końcowymi, które mają różne, nie mogące współpracować z sobą bezpośrednio, urządzenia transmisji danych. Możliwość ta istnieje zawsze, o ile tylko został jednoznacznie określony alfabet i kod stosowany w aparatach końcowych. Nieważne są natomiast - przy odpowiednio zor-

ganizowanej sieci - różnice:

- w szybkości transmisji (50, 100, 200, 600, 1200 bodów),
- w systemie transmisji (synchroniczna, arytmiczna),
- w systemie modulacji (FM, PAM),
- w systemie protekcji itp.

Sytuację taką obrazuje rys. 10. Wyobraźmy sobie, że do placówki tranzytowej dochodzi:

- n_1 łączy typu K_V , zakończonych w odległych stacjach urządzeniami transmisji danych typu V,
- n_2 łączy typu K_X , zakończonych w odległych stacjach urządzeniami transmisji danych typu X,
- n_3 łączy typu K_Y , zakończonych w odległych stacjach urządzeniami transmisji danych typu Y,
- n_4 łączy typu K_Z , zakończonych w odległych stacjach urządzeniami transmisji danych typu Z.

Załóżmy przy tym, że urządzenia typu V, X, Y, Z nie mogą z sobą nawzajem współpracować. W przypadku systemu komutacji łączy przekazywanie informacji byłoby możliwe tylko wewnątrz poszczególnych grup stacji końcowych (typu V, X, Y lub Z), natomiast komunikacja w jakiegokolwiek relacji typu V - X, V - Y, V - Z, X - Y, X - Z lub Y - Z byłaby niemożliwa. Przy systemie zaś komutacji wiadomości, trudności takie w ogóle nie występują. Jeśli na przykład placówka X_3 pragnie przekazać informacje do placówki Y_2 , to w placówce tranzytowej do łączy K_{X_3} przyłącza się urządzenie transmisji danych ty-

pu X i zapisuje się na nośniku informacje pochodzące od placówki X_3 . Następnie nośnik ten wprowadza się do urządzenia typu Y, które dołącza się do łącza K_{Y2} , za pośrednictwem którego informacje docierają do placówki Y_2 .

Identyczna - w sensie logiki realizowanych funkcji - procedura może mieć miejsce także w systemie elektronicznej automatycznej komutacji wiadomości, z tym że trwałe nośniki w placówce tranzytowej zastępują odpowiednie zespoły pamięciowe komutacyjnych elektronicznych maszyn cyfrowych. Jest to już jednak technika zbliżona do perspektywicznych sieci zintegrowanych, co w stosunku do aktualnego stanu transmisji danych jest przyszłością dość odległą.

Omówiona wyżej zaleta systemu komutacji wiadomości może być szczególnie istotna w przypadku publicznej sieci transmisji danych, a to z następujących powodów. Przy braku urządzeń transmisji danych produkcji krajowej pierwsze relacje tej sieci mogą być budowane w oparciu o sprzęt importowany, nie koniecznie pochodzący od jednego producenta i nie koniecznie jednego typu (względy dewizowo-handlowe, zmiana typu w wyniku ewolucji technicznej itp.). Z wyjaśnionych wyżej powodów nie spowodowałyby to jednak istotnych komplikacji i zahamowań w rozwoju tej sieci, co więcej umożliwiłoby kontynuację jej dalszej rozbudowy w oparciu o urządzenia krajowe z chwilą opanowania w Polsce ich produkcji.

Drugi, może nawet bardziej przekonujący argument, przemawiający za zastosowaniem systemu komutacji wiadomości, to konieczność zapewnienia elastycznego ruchu

transmisji danych zarówno w relacjach magistralnych (międzywojewódzkich), jak i w relacjach niższych szczebli (wewnątrzwojewódzkich, wewnątrzpowiatowych). Można przewidywać, że w tych pierwszych relacjach, które z zasady będą mniej liczne, natężenie ruchu będzie stosunkowo duże, w związku z czym uzasadnione będzie stosowanie łączy telefonicznych i urządzeń transmisji danych pracujących z szybkością 600, 1200, a może nawet i 2400 bodów. Relacji wewnątrzwojewódzkich będzie z pewnością znacznie więcej, lecz w każdej z nich ruch transmisji danych będzie odpowiednio mniejszy niż w relacji magistralnej. Nie jest więc wykluczone, że ze względów techniczno-ekonomicznych w relacjach tych będą stosowane łączy telegraficzne i urządzenia transmisji danych o małych szybkościach modulacji w zakresie 50-200 bodów. Zapewnienie, w takiej sytuacji, możliwości komunikacji między dwoma dowolnymi placówkami włączonymi do publicznej sieci transmisji danych będzie proste jedynie przy zastosowaniu systemu komutacji wiadomości.

3.2.2. Transmisja danych w sieciach komutowanych

Publiczna sieć transmisji danych, której podstawowe zasady funkcjonowania opisano w poprzednim rozdziale, wymaga fizycznego transportu nośników z zarejestrowanymi informacjami, ze źródła informacji do nadawczej placówki pocztowo-telekomunikacyjnej, a następnie do adresata.

Fakt ten powoduje, że w pewnych systemach informacyjnych sieć ta nie może znaleźć zastosowania. Do systemów takich należy zaliczyć na przykład wszelkie systemy telesterowania, w których wymagany jest nieprzerwany bądź cyklicznie powtarzany z dużą częstością kontakt punktów peryferyjnych systemu z centralną maszyną sterującą. Inny rodzaj systemów nie mogących korzystać z publicznej sieci transmisji danych, to systemy informacyjne, w których - ze względu na pilność informacji - zwłoka wynikająca z transportu fizycznego jest nie do przyjęcia, bądź wreszcie systemy, w których komunikacja między: zdalnym urządzeniem peryferyjnym a maszyną musi odbywać się w trybie "dialogowym".

W przeciwieństwie do systemów wspomnianych wyżej istnieją takie przypadki zdalnej komunikacji z elektronicznymi maszynami cyfrowymi, w których korzystanie z publicznej sieci transmisji danych jest szczególnie uzasadnione ekonomicznie, będąc zarazem rozwiązaniem technicznie najprostszym dla użytkowników, nie powodującym przy tym istotnych komplikacji w organizacji i funkcjonowaniu danego systemu informacyjnego. Przypadki takie zostały omówione w poprzednim rozdziale.

Trzeba się jednakże zgodzić ze stwierdzeniem, że najbardziej typową i najchętniej widzianą przez użytkowników formą przekazywania danych w systemach informacyjnych będzie transmisja danych za pośrednictwem komutowanych sieci abonenckich: telefonicznej bądź telegraficznej. Teoretycznie jest to bowiem forma optymalna we wszystkich przypadkach, gdy:

- liczba informacji nadawanych i odbieranych przez dany punkt systemu jest na tyle mała, że nie uzasadnia korzystania z łącza trwałego (dzierżawionego), a zarazem na tyle duża, że uzasadnia zainstalowanie dość kosztownych urządzeń transmisji danych (odpowiada to średniemu łącznemu czasowi nadawania i odbierania informacji przez dany punkt w granicach od kilkunastu do stu kilkudziesięciu minut na dobę),
- pilność informacji dopuszcza niewielką zwłokę w ich przekazaniu, współmierną z czasem niezbędnym do nawiązania połączenia w danej abonenckiej sieci komutowanej (w granicach od kilku do kilkudziesięciu minut).

W przeciwieństwie do publicznej sieci transmisji danych połączenie nawiązane za pośrednictwem sieci abonenckiej umożliwia telekomunikacyjny kontakt punktu peryferyjnego z centralną placówką systemu, który to kontakt - w zależności od zestawu urządzeń na obydwu stacjach oraz od typu i wyposażenia elektronicznej maszyny cyfrowej w punkcie centralnym - może być kontaktem off line bądź kontaktem on line, umożliwiającym komunikację typu dialogowego. W każdym jednak razie, w trakcie przekazywania danych między dwoma punktami systemu informacyjnego istnieje bezpośrednia komunikacja między tymi punktami, co - w zależności od potrzeby - może być wykorzystane przez operatorów lub urządzenia sterujące każdej ze współpracujących stacji do śledzenia lub korygowania odbywającego się procesu transmisji.

Mimo wielu oczywistych ograniczeń, jakie wynikają z

samej istoty publicznej sieci transmisji danych, autor starał się pokazać w poprzednim rozdziale także i jej zalety, podkreślając przy tym szczególne ich znaczenie w sytuacji typowej dla aktualnych warunków krajowych. Przejaskrawiając nieco te akcenty, można by uznać publiczną sieć transmisji danych za twór organizacyjny prymitywniejszy przynajmniej o jeden szczebel w stosunku do komutowanej sieci transmisji danych typu abonenckiego, zaś sam pomysł jej organizowania - za przymus sytuacyjny. Niewątpliwie stwierdzenie takie jest bliskie prawdy. Trzeba jednakże zdawać sobie w pełni sprawę z faktu, że w wielu przypadkach doskonalsze formy organizacyjne i doskonalsze środki techniczne nie eliminują swoich pierwowzorów. I tak na przykład komunikacja lotnicza nie wyeliminowała samochodów, kolei, a nawet rowerów. Szeroko rozwinięta abonencka sieć telefoniczna nie spowodowała zniesienia rozmównic publicznych, a sieć teleksowa - rozwiązania służby telegramowej. Jest więc bardzo prawdopodobne, że w przypadku szybkiego zorganizowania w Polsce publicznej sieci transmisji danych nie straci ona sensu swego istnienia nawet po utworzeniu elastycznej i rozgałęzionej sieci abonenckiej. Zresztą istnieje możliwość, aby w dalszej przyszłości obie te sieci zintegrować i stworzyć jedną wspólną, wielofunkcyjną i zróżnicowaną pod względem zasad użytkowania, powszechną sieć transmisji danych, co zostało szkicowo omówione w dalszej części niniejszego rozdziału.

Mówiąc o przesyłaniu danych za pośrednictwem sieci komutowanych w okresie blisko perspektywicznym, należy

nieć na wzglądzie nie jakąś nową, specjalną, komutowaną sieć transmisji danych, lecz umiejętne techniczne i organizacyjne wykorzystanie istniejących komutowanych sieci abonenckich, to znaczy sieci telefonicznej i telexowej. Połączenie między dwoma abonentami każdej z tych sieci może być wykorzystane do przesyłania danych pod warunkiem, że jakość tego połączenia jest odpowiednio dobra i że obydwaj abonenci dysponują zestawami urządzeń transmisji danych, odpowiednimi dla danego typu połączenia i mogącymi z sobą współpracować. Urządzenia te w stanie spoczynku stacji końcowych są z zasady odłączone od linii abonenckich. Po zakończeniu procesu komutacji i po nawiązaniu połączenia między stacjami mogą być one dołączone do linii abonenckich w miejsce aparatu telefonicznego lub dalekopisu, tworząc łącze transmisji danych. Proces odłączania abonenckich aparatów końcowych i dołączania w ich miejsce urządzeń transmisji danych może odbywać się:

- ręcznie na obydwu stacjach,
- automatycznie na obydwu stacjach,
- ręcznie na jednej stacji i automatycznie na drugiej.

Sposób dokonywania tych przełączeń zależy od wyposażenia stacji końcowych, sama zaś procedura określana jest bądź lokalnymi bądź międzynarodowymi przepisami.

Przekazywanie danych za pośrednictwem sieci komutowanych jest z punktu widzenia użytkownika najwygodniejsze. Abonencka sieć telefoniczna i sieć telexowa są na tyle szeroko rozgałęzione, że w przypadku odpowiedniej ich

jakości byłoby możliwe tworzenie łączy transmisji danych praktycznie między dowolnymi punktami w kraju, bez konieczności budowania nowych linii telekomunikacyjnych. Jest bowiem rzeczą oczywistą, że użytkownikami komutowanych sieci transmisji danych będą w olbrzymiej większości instytucje i przedsiębiorstwa, które już dziś są abonentami sieci telefonicznej lub teleksowej, a więc mają dostęp do sieci komutowanych. Z tego więc tytułu przyszli użytkownicy komutowanych sieci transmisji danych nie będą musieli realizować kosztownych inwestycji telekomunikacyjnych, co więcej - opłaty, jakie będą ponosili z tytułu przesyłania danych, będą względnie niskie i proporcjonalne do wielkości generowanego przez nich ruchu. Niezależnie od taryf, jakie będą obowiązywały w abonenckim ruchu transmisji danych, opłaty te będą w każdym razie znacznie niższe od opłat obowiązujących w przypadku dzierżawy łączy trwałych.

W Polsce istnieją dwie odrębne, niezależne od siebie abonenckie sieci telekomunikacyjne: sieć teleksowa i sieć telefoniczna. Każda z tych sieci może być wykorzystana do utworzenia sieci transmisji danych typu abonenckiego.

Krajowa sieć teleksowa składa się wyłącznie z kanałów 50-bodowych, w związku z czym przyłączane do niej urządzenia transmisji danych mogą pracować tylko z szybkością 50 bodów. Informacje przesyłane za pośrednictwem sieci teleksowej w relacjach międzynarodowych muszą być uformowane zgodnie z zasadami obowiązującymi dla kodu 5-elementowego i dla arytmicznego systemu transmisji

(cykl znakowy wynosi 7,5 elementu sygnału). Ograniczenia te wprowadzają telegraficzne translacje regenerujące. W teleksowym ruchu krajowym nie stosuje się tych translacji, w związku z czym do pracy w sieci mogą być dopuszczone również urządzenia transmisji danych pracujące synchronicznie i stosujące kod dowolny (na przykład kod 7-elementowy).

Abonencka sieć telefoniczna umożliwia przesyłanie danych przy zastosowaniu szybkości modulacji do 600 bodów, przy czym w połączeniach o szczególnie wysokiej jakości można stosować także i większe szybkości, dochodzące do 1200 bodów. Uwzględniając zalecenia i normatywy międzynarodowe dotyczące szybkości modulacji, w abonenckiej sieci telefonicznej można oczekiwać zastosowania urządzeń transmisji danych, pracujących z szybkościami: 200, 600 i 1200 bodów oraz urządzeń stosujących zasadę równoległej transmisji sygnałów (tzw. urządzeń wieloczęstotliwościowych), osiągających szybkości 20-40 znaków na sekundę. Pod względem stosowanych kodów i metod transmisji sieć telefoniczna nie wprowadza żadnych ograniczeń.

Biorąc pod uwagę aspekty organizacyjne związane z wdrażaniem systemów transmisji danych do eksploatacji w abonenckich sieciach komutowanych, można wyróżnić dwa etapy będące zarazem dwoma różnymi kierunkami rozwoju.

Pierwszy z nich to udostępnienie abonenckiej sieci telefonicznej i sieci teleksowej użytkownikom transmisji danych z pozostawieniem im stosunkowo dużej swobody pod względem wyboru rodzaju urządzeń. Można bowiem założyć, że - szczególnie w początkowym okresie praktyczne-

go rozwoju transmisji danych - wiele spośród powstających systemów teleinformacyjnych będzie miało charakter resortowy lub branżowy. Systemy takie mają na ogół jeden punkt centralny związany z określoną liczbą punktów peryferyjnych. Niezależnie jednak od struktury, każdy z systemów tego rodzaju jest systemem typu zamkniętego, cechującym się obiegiem informacji wewnątrz pewnego kręgu użytkowników. Wszystkie urządzenia transmisji danych pracujące w takim systemie powinny być w zasadzie jednokowe, a w każdym razie dostosowane do specyficznego charakteru danego systemu, do jego funkcji i zasad organizacji, do formy przekazywanych informacji i do algorytmu współpracy ustalonego dla wszystkich punktów systemu.

Ponieważ w przypadku systemów zamkniętych nie przewiduje się wymiany informacji między poszczególnymi systemami, nie musi być zachowana jednolitość urządzeń transmisji danych w skali krajowej. W związku z tym projektanci zamkniętych systemów teleinformacyjnych mają pewną swobodę w wyborze urządzeń transmisji danych tak pod względem szybkości modulacji, jak i zasad protekcji, rodzaju kodu, czy też typu nośników informacji i aparatury końcowej. Przy typowaniu urządzeń transmisji danych trzeba mieć jedynie na względzie ich podstawowe parametry, które warunkują możliwość zastosowania tych urządzeń w sieci komutowanej.

Trzeba bowiem wyraźnie podkreślić fakt, że mimo międzynarodowej działalności normalizacyjnej i istniejących już zaleceń (np. CCITT, OWL, RWPG) nie sposób jest ograniczyć urządzenia transmisji danych do jednego tyl-

ko typu. Olbrzymia różnorodność zastosowań transmisji danych uzasadnia dopuszczenie do pracy wielu odmian urządzeń, z których każda może być uznana za optymalną w zależności od typu, przeznaczenia i struktury konkretnego systemu teleinformacyjnego.

Dla przykładu warto przypomnieć, że do urządzeń transmisji danych zalecanych do stosowania w abonenckiej komutowanej sieci telefonicznej zaleca się:

m o d e m y :

- a) 200-bodowe (FM), umożliwiające jednoczesną transmisję informacji w dwóch kierunkach,
- b) 600/1200-bodowe (FM), umożliwiające naprzemienną transmisję informacji w dwóch kierunkach,
- c) wieloczęstotliwościowe, stosujące zasadę równoległej transmisji sygnałów, umożliwiające transmisję w zasadzie jednokierunkową (sieci zbiorcze) z szybkością 20-40 znaków na sekundę;

u r z ą d z e n i a p r o t e k c j i - według zalecenia V.41 CCITT - o następujących parametrach podstawowych:

- automatyczna detekcja i korekcja błędów,
- zabezpieczenie blokowe i kod cykliczny,
- wielomian generacyjny: $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$,
- długość bloku (netto): 240 bitów,
- długość bloku brutto: 260 bitów (w tym 4 bity służbowe i 16 nadmiarowych),

- korekcja błędów na zasadzie powtarzania błędnych bloków dzięki sprzężeniu zwrotnemu decyzji.

Nie wyklucza się jednak pracy innych urządzeń transmisji danych w telefonicznej sieci komutowanej, na przykład modemów 600/1200-bodowych stosujących modulację fazy. Takie modemy zostały opracowane w NRD w ramach systemu DFE-550 i są wdrażane do eksploatacji w sieci niemieckiej. Spośród urządzeń protekcji, które znalazły zastosowanie w telefonicznych sieciach komutowanych wielu krajów europejskich, można wymienić:

- urządzenia o stosunkowo długich blokach,
- urządzenia o stosunkowo lub bardzo krótkich blokach (rzędu kilkunastu lub kilkudziesięciu bitów), przydatne szczególnie w połączeniach gorszej jakości,
- urządzenia o zabezpieczeniu znakowym (parzystość prosta lub złożona), często współpracujące z modemami wyposażonymi w układy kontrolujące jakość sygnału analogowego.

Podobną różnorodność obserwuje się wśród systemów stosowanych w sieciach teleksowych.

Zważywszy powyższe, w pierwszym etapie wdrażania systemów i urządzeń transmisji danych do eksploatacji w sieciach komutowanych, należy się spodziewać pozostawienia użytkownikom stosunkowo dużej swobody w wyborze systemów. W konsekwencji tej swobody można przewidywać włączenie do sieci komutowanych bardzo różnorodnych urządzeń transmisji danych. Jest to o tyle prawdopodobne,

że w najbliższych latach przemysł krajowy nie będzie jeszcze mógł całkowicie zaspokoić zapotrzebowania na urządzenia transmisji danych, w związku z czym urządzenia te będą pochodziły w dużym stopniu z importu. W takich zaś przypadkach, o wyborze typu urządzeń będą decydowały często - oprócz względów technicznych - również względy handlowe. Często bowiem zakup urządzeń transmisji danych będzie transakcją wiążaną, wynikającą z importu elektronicznej maszyny cyfrowej wraz z kompleksowym wyposażeniem peryferyjnym, w skład którego mogą wchodzić konkretne urządzenia transmisji danych, zalecane przez producenta maszyny z takich lub innych względów.

W tym pierwszym okresie rola Administracji Łączności mogłaby być stosunkowo ograniczona. Powinna ona polegać na:

- określeniu warunków, jakie musi spełniać dowolne urządzenie transmisji danych, aby mogło być dopuszczone do pracy w sieci teleksowej lub w abonenckiej sieci telefonicznej,
- określeniu podstawowych parametrów komutowanego połączenia telekomunikacyjnego, decydujących o sprawności i jakości łącza transmisji danych, a gwarantowanych przez Administrację Łączności,
- dokonaniu odpowiednich przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych, zapewniających uzyskanie połączenia o określonych wyżej parametrach między dwoma dowolnymi abonentami każdej z wymienionych sieci,

- ewentualnym określeniu systemów transmisji danych, zalecanych z takich czy innych względów do pracy w krajowych sieciach abonenckich.

Drugi etap rozwoju powinien polegać na zorganizowaniu abonenckich sieci transmisji danych:

- typu telegraficznego dla małych szybkości transmisji,
- typu telefonicznego dla średnich szybkości transmisji.

Sieci te byłyby nałożone odpowiednio na sieć teleksową i na abonencką sieć telefoniczną. Powinny być one zorganizowane w ten sposób, aby w obrębie każdej z nich była możliwość tworzenia łączy transmisji danych na zasadzie każdy z każdym, podobnie jak to ma miejsce obecnie w abonenckiej sieci telefonicznej lub w sieci teleksowej. Wymagać to będzie wybrania jednego konkretnego typu urządzenia transmisji danych o średnich szybkościach modulacji (na przykład 600-1200 bodów) i również jednego typu urządzenia o małych szybkościach modulacji (najprawdopodobniej o szybkości 50 bodów). Każde z tych urządzeń będzie musiało być tak dalece znormalizowane, a jego parametry tak dalece sprecyzowane, aby nawiązywanie połączeń mogło się odbywać bez jakichkolwiek dodatkowych uzgodnień między abonentami, nawet jeśli ich zestawy urządzeń transmisji danych pochodziłyby z różnych okresów czasu lub od różnych producentów. Przykładem może tu być sieć teleksowa, w której pracują dalekopisy różnych firm, instalowane w różnych latach, różniące się wprawdzie rozwiązaniem konstrukcyjnym, lecz zarazem odpowiadające jednolitym warunkom technicznym i normom międzynarodowym.

Biorąc pod uwagę ogromną różnorodność istniejących obecnie na świecie systemów i urządzeń transmisji danych, nie mniejszą różnorodność koncepcji, z których powstaną nowe urządzenia i systemy, zróżnicowane nośniki informacji i rodzaje aparatów końcowych transmisji danych, problemem podstawowym będzie umiejętność wybrania takich urządzeń transmisji danych dla sieci abonenckich, które będą odpowiadały wymogom większości użytkowników.

Jeśli jednak urządzenia takie zostaną ostatecznie ustalone, to będą one stanowić typowe wyposażenie specjalne, dołączane do abonenckich aparatów telefonicznych lub do stacji teleksowych. W efekcie, na przykład w sieci telefonicznej, pojawią się obok klasycznych abonentów telefonicznych (TF) również abonenci specjalni TF/D, dysponujący standardowymi zestawami urządzeń transmisji danych. Nawiązywanie połączeń w celu przeprowadzania rozmów telefonicznych będzie możliwe między dwoma dowolnymi abonentami:

TF - TF

TF - TF/D

TF/D - TF/D.

Ponadto w grupie abonentów TF/D byłoby możliwe również przekazywanie danych na zasadzie każdy z każdym. Abonenci TF/D mogliby być wyróżniani w spisie abonentów telefonicznych specjalnymi oznaczeniami.

Analogiczną abonencką sieć transmisji danych można będzie zorganizować w sieci teleksowej, do której oprócz typowych abonentów teleksowych TG byłiby przyłączani abonenci specjalni TG/D, dysponujący odpowiednimi zesta-

wami urządzeń transmisji danych o małych szybkościach modulacji. Należy nawet przewidywać, że - ze względów podanych w następnym rozdziale - ta właśnie sieć powinna być zorganizowana w pierwszej kolejności.

Zorganizowanie abonenckich sieci transmisji danych w ramach wyżej określonego drugiego etapu nie powinno spowodować wstrzymania działalności wynikającej z etapu pierwszego, polegającej na przyłączaniu do sieci komutowanych nietypowych urządzeń transmisji danych. Jak już bowiem wspomniano wyżej, zunifikowane urządzenia, tworzące abonenckie sieci transmisji danych zaspokoją potrzeby większości użytkowników, być może nawet przeważającej większości, lecz jest mało prawdopodobne, aby zadowolili one wszystkich. Niewątpliwie proces odpowiadający pierwszemu etapowi zostanie przyhamowany po zorganizowaniu abonenckich sieci transmisji danych, lecz niewątpliwie będzie trwał nadal. Trzeba więc założyć, że od pewnego - być może niezbyt już odległego - momentu w powszechnej telekomunikacyjnej sieci komutowanej będą pracowały:

a) różnorodne urządzenia transmisji danych o małych szybkościach modulacji, umożliwiające przekazywanie danych wewnątrz określonych grup abonentów sieci teleksowej,

b) różnorodne urządzenia transmisji danych o średnich szybkościach modulacji, umożliwiające przekazywanie danych wewnątrz określonych grup abonentów telefonicznych,

c) zunifikowane urządzenia transmisji danych o małych szybkościach modulacji, tworzące abonencką sieć transmisji danych dla małych szybkości transmisji (nałożoną na sieć teleksową), umożliwiającą przekazywanie danych między abonentami tej sieci na zasadzie każdy z każdym,

d) zunifikowane urządzenia transmisji danych o średnich szybkościach modulacji, tworzące abonencką sieć transmisji danych dla średnich szybkości transmisji (nałożoną na abonencką sieć telefoniczną), umożliwiającą przekazywanie danych między abonentami tej sieci na zasadzie każdy z każdym.

Biorąc powyższe pod uwagę, warto poświęcić kilka słów dwóm następującym zagadnieniom:

1) jaka będzie rola opisanej w poprzednim rozdziale publicznej sieci transmisji danych po utworzeniu sieci abonenckich,

2) jak można będzie pogodzić jednoczesne istnienie różnorodnych urządzeń transmisji danych w zamkniętych systemach teleinformacyjnych z jednolitym teleinformacyjnym systemem zarządzania państwem i jego gospodarką, który zamierza się utworzyć w dalszej perspektywie.

Rozważmy pierwsze zagadnienie zakładając nawet, że - ze względu na ewentualne kilkuletnie przyspieszenie organizacji publicznej sieci transmisji danych w stosunku do sieci abonenckich - urządzenia zainstalowane w sieci publicznej (oznaczymy je symbolem TDP) będą się zasadni-

czo różniły od urządzeń zunifikowanych, pracujących w sieciach abonenckich (oznaczymy je symbolami: TDF – dla sieci telefonicznej i TDG – dla sieci teleksowej). Jak już wspomniano w rozdz. 3.2.1, placówki tworzące publiczną sieć transmisji danych byłyby połączone między sobą łączami trwałymi i w pewnych przypadkach realizowałyby procesy komutacji łączy lub komutacji wiadomości. Tak więc w zasadzie każda z tych placówek musiałaby spełniać funkcje zarówno stacji transmisji danych (D), jak i punktu komutacyjnego (K), co na rys. 11a oznaczono symbolami D-K.

W pierwszym etapie udostępnienia dla celów przekazywania danych sieci komutowanych, na przykład sieci telefonicznej (co będzie uwarunkowane osiągnięciem odpowiedniej gęstości, przepustowości, niezawodności i jakości tej sieci), można by zrezygnować z połączeń trwałych między placówkami sieci publicznej i przejść na system tworzenia między nimi połączeń komutowanych. Byłaby to jakby pierwsza faza integracji sieci publicznej transmisji danych z powszechną telekomunikacyjną siecią komutowaną, oznaczająca przede wszystkim odciążenie placówek sieci publicznej od realizacji typowych funkcji komutacyjnych i przeniesienie tych funkcji na właściwe punkty komutacyjne K. Sytuację taką zobrazowano symbolicznie na rys. 11b. Jak łatwo zauważyć, placówki publicznej sieci transmisji danych tworzyłyby zamknięty system teleinformacyjny, wykorzystujący sieć komutowaną i posługujący się urządzeniami transmisji danych TDP. Cechy użytkowe tych placówek, to znaczy zasady

świadczenia usług, nie uległyby ograniczeniu. Przeciwnie, gdyby jakiegokolwiek inne zamknięte systemy teleinformacyjne (X, Y, Z) korzystały z urządzeń również typu TDP (oznaczymy je przez TDP_X , TDP_Y , TDP_Z), to placówki sieci publicznej mogłyby świadczyć dodatkowe usługi, umożliwiające szybkie przesyłanie danych między dowolnym punktem należącym do któregośkolwiek z tych systemów i dysponującym urządzeniami transmisji danych a dowolnym nadawcą lub adresatem danych, nie posiadającym takich urządzeń. Przykładowa droga informacji w takich przypadkach byłaby następująca:

(nadawca) → transport fizyczny informacji → (najbliższa placówka sieci publicznej - TDP) → telekomunikacyjne przekazanie informacji za pośrednictwem sieci komutowanej → (wskazany punkt dowolnego zamkniętego systemu teleinformacyjnego X, Y lub Z, to znaczy punkt typu TDP_X , TDP_Y lub TDP_Z),

lub w przypadku przeciwnego kierunku przekazywania danych:

(dowolny punkt dowolnego zamkniętego systemu teleinformacyjnego X, Y lub Z, to znaczy punkt typu TDP_X , TDP_Y lub TDP_Z) → telekomunikacyjne przekazanie informacji za pośrednictwem sieci komutowanej → (placówka sieci publicznej - TDP, położona najbliższej adresata) → transport fizyczny → (wskazany adresat).

Możliwości powyższe obrazuje symbolicznie rys. 11c.

Kolejne fazy integracji publicznej sieci transmisji danych z powszechną siecią telekomunikacyjną następow-

łyby w miarę organizowania abonenckich sieci transmisji danych. Najbardziej godną uwagi jest oczywiście faza końcowa, to znaczy stan odpowiadający istnieniu funkcjonujących abonenckich sieci transmisji danych typu telegraficznego i typu telefonicznego. W stanie tym wszystkie placówki sieci publicznej powinny być wyposażone w zunifikowane urządzenia transmisji danych TDF i TDG i przyłączone do obydwu abonenckich sieci transmisji danych na prawach abonentów specjalnych TF/D i TG/D.

Powstałaby zatem sytuacja zilustrowana na rys. 12. Do sieci teleksowej (o punktach komutacyjnych KG), byłiby przyłączeni:

- typowi abonenci teleksowi TG,
- specjaliści abonenci TG/D dysponujący nietypowymi urządzeniami transmisji danych (TD_A^o , TD_B^o itd.),
- specjaliści abonenci TG/D dysponujący zunifikowanymi urządzeniami TDG,
- wszystkie placówki publicznej sieci transmisji danych PP, dysponujące zunifikowanymi urządzeniami zarówno TDG jak i TDF, na prawach abonentów TG/D,

zaś do sieci telefonicznej (o punktach komutacyjnych - KF):

- typowi abonenci telefoniczni TF,
- specjaliści abonenci TF/D dysponujący nietypowymi urządzeniami transmisji danych (TD_A^u , TD_B^u itd.),
- specjaliści abonenci TF/D dysponujący zunifikowanymi urządzeniami TDF,

- wszystkie placówki publicznej sieci transmisji danych PP, dysponujące zunifikowanymi urządzeniami zarówno TDG jak i TDF, na prawach abonentów TF/D.

Jak łatwo zauważyć, w sieci tej powstałyby następujące możliwości:

- 1) możliwość wymiany wiadomości telefonicznych między abonentami:

TF - TF

TF - TF/D

TF/D - TF/D

i wiadomości telegraficznych między abonentami:

TG - TG

TG - TG/D

TG/D - TG/D,

co wynika z podstawowej zasady nie naruszania funkcjonalnych własności sieci teleksowej i abonenckiej sieci telefonicznej,

- 2) możliwość bezpośredniego przesyłania danych między abonentami tworzącymi zamknięte systemy teleinformatyczne i posiadającymi niezunifikowane, lecz jednakowe - w obrębie tych systemów - urządzenia transmisji danych ($TD_A^o, TD_B^o \dots, TD_A'', TD_B'' \dots$),
- 3) możliwość bezpośredniego przesyłania danych na zasadzie każdy z każdym między abonentami:

TF/D - TF/D

i
TG/D - TG/D,

dysponującymi zunifikowanymi urządzeniami transmisji danych, co wynika z zasady organizacji abonenckich sieci transmisji danych,

4/ dodatkowe możliwości komunikacyjne, uzyskiwalne dzięki publicznej sieci transmisji danych, a ściślej dzięki placówkom pocztowo-telekomunikacyjnym PP, realizującym publiczną służbę transmisji danych. Możliwości te, dzięki wyposażeniu placówek PP w urządzenia transmisji danych typu TDF jak i TDG, polegałyby na przesyłaniu danych między:

a) dowolnym abonentem TG/D o urządzeniach zunifikowanych TDG i dowolnym abonentem TF/D o urządzeniach zunifikowanych TDF, przy uwzględnieniu procesu retransmisji w odpowiedniej placówce PP,

b) dowolnym nadawcą informacji i dowolnym abonentem TG/D lub TF/D o urządzeniach zunifikowanych (jako adresatem), przy uwzględnieniu fizycznego transportu informacji od nadawcy do najbliższej placówki PP,

c) dowolnym abonentem TG/D lub TF/D o urządzeniach zunifikowanych (jako nadawcą) i dowolnym adresatem, przy uwzględnieniu fizycznego transportu informacji do adresata z najbliższej terytorialnie placówki PP.

Gdyby przy tym założyć, że urządzenia TDP będące pierwotnym wyposażeniem placówek PP, tworzących publiczną sieć transmisji danych, nie ulegną dezaktualizacji

technicznej i że będą istniały wzmiankowane uprzednio zamknięte systemy teleinformacyjne X, Y i Z, posługujące się urządzeniami transmisji danych typu TDP_X , TDP_Y i TDP_Z , to możliwości przesyłania danych, wynikające z integracji publicznej sieci transmisji danych z sieciami abonenckimi, rozszerzyłyby się o kilkanaście dalszych wariantów. Można więc sądzić, że publiczna sieć, czy też publiczna służba transmisji danych, będzie trwałą formą organizacyjną, uzasadnioną nawet po utworzeniu abonenckich sieci transmisji danych, będących niewątpliwie formą bardziej doskonałą pod względem funkcjonalności.

Drugie zagadnienie dotyczące zależności między etapowo rozwijanymi, różnorodnymi sieciami i systemami transmisji danych a perspektywicznym jednolitym teleinformacyjnym systemem zarządzania państwem i jego gospodarką jest bardziej skomplikowane, gdyż wykracza poza dziedzinę transmisji danych. Problemy techniczne związane z procesem przesyłania informacji w takim systemie będą bowiem niejako problemami wtórnymi, podporządkowanymi podstawowym założeniom wyjściowym, takim jak: model gospodarki narodowej, schemat systemu zarządzania, rodzaj i forma informacji przekazywanych między poszczególnymi ogniwami tego systemu, sposób generacji i dostępu do tych informacji oraz podstawowe parametry techniczne urządzeń stosowanych w węzłowych punktach systemu. Opracowanie generalnej koncepcji całego systemu jest w chwili obecnej jeszcze tak odległe, a proces rozwojowy elektronicznej techniki obliczeniowej tak dynamiczny, że szczegółowe rozważania na temat sieci transmisji danych, wchodzą-

cej w skład tego systemu, byłyby bezprzedmiotowe.

Zawężając więc zagadnienie do problemów podstawowych, można już dziś przewidywać ze stosunkowo dużym prawdopodobieństwem, że centralny system zarządzania państwem i jego gospodarką (CSZ) będzie wymagał integracji szeregu - do pewnego momentu odrębnych - zamkniętych systemów teleinformacyjnych. Można też założyć, że wśród tych systemów będą dominowały:

- systemy branżowe (w bardzo elastycznym rozumieniu branży),
- systemy terytorialne.

W każdym z takich systemów będzie z pewnością istniała placówka centralna (PC), określana dziś w pewnych kręgach specjalistów mianem banku danych, która będzie związana siecią transmisji danych ze wszystkimi placówkami peryferyjnymi (P) niższego szczebla. Organizacja każdego z tych systemów musi - z uwagi na perspektywę utworzenia CSZ - zmierzać w takim kierunku, aby w przyszłości placówka centralna z jednej strony mogła dysponować na bieżąco takimi informacjami, które będą niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania CSZ, a z drugiej strony, aby mogła przyjąć od centrali dyspozycyjnej systemu (CD) każde z przewidzianych poleceń i w razie potrzeby przekazać je do odpowiednich, związanych z sobą placówek niższych szczebli (peryferyjnych). Aby taki uogólniony algorytm działania CSZ mógł być zrealizowany w praktyce, musi istnieć:

- odpowiednie powiązanie wewnętrzne centralnej placówki (PC) ze wszystkimi punktami danego systemu (branżowego lub terytorialnego),
- odpowiednie powiązanie zewnętrzne wszystkich placówek centralnych z centralą dyspozycyjną (CD) systemu zarządzania państwem i jego gospodarką.

Sytuację taką ilustruje rys. 13.

Zważywszy, że placówka centralna (PC) każdego branżowego lub terytorialnego systemu teleinformatycznego będzie wyposażona w zestaw odpowiednio zaprogramowanych maszyn cyfrowych, dysponujących pamięciami o bardzo dużych pojemnościach, nie będzie ani konieczne, ani nawet celowe przewidywanie bezpośredniej wymiany informacji między:

- centrum dyspozycyjnym (CD) a placówkami peryferyjnymi (P) poszczególnych systemów,
- placówkami centralnymi (PC) różnych systemów,
- placówką centralną (PC) jednego systemu a placówką peryferyjną (P) innego systemu,
- placówkami peryferyjnymi (P) różnych systemów.

Każda placówka centralna (PC) będzie bowiem koncentratorrem i odpowiednim konwertorem informacji biegnących od centrum dyspozycyjnego (CD) w kierunku placówek peryferyjnych (P) oraz w kierunku przeciwnym. Nic więc nie stoi na przeszkodzie, aby poszczególne systemy były autonomiczne pod względem technicznym. Innymi słowy, typ urządzeń transmisji danych jednego systemu może być zupełnie niezależny od typu urządzeń innych systemów. Na-

tomiaśt oczywistą koniecznością jest ścisła jednolitość urzędzeń transmisji danych (najprawdopodobniej bardzo szybkich), tworzących łącza magistralne, wiążące placówki centralne poszczególnych systemów (PC) z centrum dyspozycyjnym (CD).

Jeśli zaś istniałaby potrzeba wymiany informacji w którymkolwiek z czterech wyżej wymienionych przypadków, to byłoby to możliwe za pośrednictwem odpowiednich placówek centralnych lub nawet i centrali dyspozycyjnej na zasadzie komutacji wiadomości. Można więc sądzić, że różnorodność urzędzeń transmisji danych, instalowanych w poszczególnych systemach informacyjnych w wyniku ewolucyjnego rozwoju w kraju transmisji danych i teleinformatyki, nie będzie czynnikiem utrudniającym zorganizowanie w przyszłości centralnego teleinformacyjnego systemu zarządzania państwem i jego gospodarką.

3.2.3. Problemy techniczne związane z przesyłaniem danych w sieciach komutowanych

Jak już wielokrotnie wzmiankowano w poprzednich rozdziałach, z wdrażaniem urzędzeń transmisji danych do eksploatacji w sieciach komutowanych będą się wiązały pewne, czasem dość istotne trudności. Dlatego też, mimo oczywistych zalet komutowanych sieci transmisji danych, trzeba w procesie rozwojowym teleinformatyki przewidywać przejściowe formy organizacyjne, łatwiejsze w realizacji pod względem technicznym, choć nie zawsze optymalne i uzasadnione względami czysto ekonomicznymi.

Do form takich trzeba zaliczyć przede wszystkim trwale łącza dzierżawione i w wielu przypadkach publiczną sieć transmisji danych. Szybkie zaspokojenie najpilniejszych potrzeb na tej drodze nie powinno jednak osłabiać tempa prac mających na celu zorganizowanie elastycznych, komutowanych, powszechnie dostępnych sieci transmisji danych, typu abonenckiego.

Ogólnie biorąc, wspomniane wyżej trudności wynikają z faktu, że połączenie komutowane zestawiane jest w sposób w zasadzie przypadkowy (szczególnie przy komutacji automatycznej) z kilku lub kilkunastu ogniw, z których każde - z punktu widzenia procesu transmisyjnego - jest elementem niedoskonałym, deformującym sygnał elektryczny, będący nośnikiem informacji. Wynikowa jakość całego połączenia zależy bezpośrednio od jakości każdego ogniwa. Wiadomo zaś, że w krajowej sieci telekomunikacyjnej pracują urządzenia (ogniwa) bardzo zróżnicowane pod względem jakości i niezawodności, nie spełniające w wielu przypadkach podstawowych zaleceń międzynarodowych. Dotyczy to urządzeń zarówno teletransmisyjnych jak i telekomutacyjnych, wchodzących w skład sieci międzymiastowej i sieci miejscowych. Wśród tych ogniw są i takie, które - wtrącone do zestawianego komutowanego łącza transmisji danych - mogą uczynić to łącze całkowicie nieprzydatnym do przesyłania informacji. Trzeba przy tym podkreślić, że z uwagi na specyficzne cechy transmisji danych (sygnał ziarnisty, wymagana bardzo mała stopa błędów), kryteria oceny jakości łącza transmisji danych są z zasady różne od kryteriów, jakimi kierowano się przy

ocenie łączy telefonicznych lub telegraficznych. Innymi słowy, połączenie uznane za dość dobre, dobre, a czasem nawet bardzo dobre, z punktu widzenia telefonii, może być całkowicie zdyskwalifikowane z punktu widzenia transmisji danych; nigdy jednak ze złego łącza telefonicznego nie powstanie łącze transmisji danych dobrej jakości.

Zagadnienia te były już niejednokrotnie poruszane w publikacjach z dziedziny transmisji danych. Dlatego też w niniejszym artykule autor sygnalizuje tylko podstawowe zjawiska, w pewnym sensie typowe w warunkach krajowych. Świadomie pomija przy tym te zjawiska, które wpływają tak samo niekorzystnie na jakość łącza transmisji danych, jak i na jakość łącza telefonicznego lub telegraficznego i są w związku z tym kontrolowane i usuwane w procesie eksploatacji sieci telefonicznej i telegraficznej (np. przekłamania organów łączeniowych, nadmierna tłumienność wynikowa uniemożliwiająca wymianę jakichkolwiek wiadomości, stosunkowo długie przerwy w transmisji, powodujące przypadkowe rozłączenia, nadmierny poziom szumów, przesłuchy i włączanie się na trzeciego itp). Zjawisk tych nie można bynajmniej banalizować z punktu widzenia transmisji danych, ale powinno się założyć, że urządzenia transmisji danych będą wdrażane do eksploatacji w sieci telefonicznej poprawnej z punktu widzenia telefonii i w sieci telegraficznej poprawnej z punktu widzenia telegrafii.

Mówiąc o specyficznych zjawiskach i czynnikach utrudniających pracę urządzeń i systemów transmisji danych w sieciach komutowanych, trzeba mieć na uwadze fakt, że

sygnał transmisji danych w swej naturalnej postaci jest sygnałem ziarnistym, to znaczy ciągiem impulsów najczęściej binarnych, zaś dzisiejsza podstawowa sieć telekomunikacyjna jest siecią kanałów analogowych. Zważywszy to, oraz uwzględnivszy podstawową strukturę łącza transmisji danych, pokazaną na rys. 2 i 4, od komutowanej sieci telekomunikacyjnej należy wymagać takich parametrów, aby:

- 1) móc zrealizować poprawnie i pewnie działające kanały ziarniste,
- 2) stosując odpowiednie środki zabezpieczające (urządzenia protekcji), móc zapewnić w łączach transmisji danych odpowiednio małą stopę błędów, nie obniżając nadmiernie szybkości transmisji.

Sieć teleksowa, będąc siecią kanałów ziarnistych, może być adaptowana do transmisji danych znacznie łatwiej niż analogowa sieć telefoniczna. Wdrażając bowiem systemy transmisji danych do pracy w sieci teleksowej, pozostaje do rozwiązania tylko drugi z wyżej wymienionych problemów. Przy tym sieć teleksowa w Polsce jest w dużym stopniu zautomatyzowana, co zdecydowanie zwiększa jej walory użytkowe. Niestety sieć ta może być wykorzystana do przesyłania danych jedynie z małymi szybkościami i obejmuje znacznie mniejszą liczbę abonentów niż sieć telefoniczna.

Przy rozwiązywaniu pierwszego problemu w sieci telefonicznej, w celu organizowania łączy transmisji danych dla średnich szybkości, trzeba mieć na uwadze:

- a) tłumienność wynikową między abonentami w pasmie zarówno kanału docelowego, jak i kanału powrotnego,
- b) częstotliwości sygnałów stosowanych w systemach sygnalizacji,
- c) nielinearność charakterystyki grupowego czasu przejścia.

Problemy związane z tłumiennością wynikową wydają się na pozór banalne. Warto jednak zasygnalizować je na przykładzie modemu transmisji danych, uznanego za najbardziej typowy dla komutowanych sieci telefonicznych, to znaczy na przykładzie modemu przystosowanego do transmisji sygnałów modulowanych z szybkością 600 lub 1200 bodów, określonego zaleceniem V.23 CCITT. W modemie tym stosuje się modulację częstotliwości, przy czym znamionowe parametry sygnału przesyłanego w kanale telefonicznym są następujące:

kanał docelowy do 600 bodów: $f_0 = 1500 \text{ Hz}, \Delta f = \pm 200 \text{ Hz},$
kanał docelowy do 1200 bodów: $f_0 = 1700 \text{ Hz}, \Delta f = \pm 400 \text{ Hz},$
Kanał powrotny do 75 bodów: $f_0 = 420 \text{ Hz}, \Delta f = \pm 30 \text{ Hz}.$

Ze względu na współdziałanie różnych technik telekomunikacji zaleca się, aby w punkcie łącza telefonicznego o poziomie odniesienia 0,0 Np, poziom sygnału transmisji danych w każdym z kanałów (docelowym i powrotnym) nie przekraczał wartości -1,5 Np. Czułość demodulatora w modemie wynosi -4,6 Np. Aby zatem móc tworzyć łącza transmisji danych między dowolnymi punktami abonenckiej sieci telefonicznej, należałoby zapewnić takie warunki transmisyjne, które zagwarantują, że do modemu odbiorczego bę-

dzie dochodził sygnał o poziomie nie niższym niż $-4,6$ Np i to zarówno w pasmie kanału docelowego (około 1000-2000 Hz przy 600 bodach lub 800-2600 Hz przy 1200 bodach), jak i powrotnego (około 360-480 Hz). Jeśli więc w punkcie odpowiadającym nadawczej stacji abonenckiej transmisji danych telefoniczny poziom pomiarowy wynosiłby X Np, to tłumienność między abonentami (A_{\max}) nie mogłaby przekraczać wartości:

$$A_{\max} \leq 4,6 + X - 1,5 \quad (\text{Np})$$

I tak dla przykładu:

$$\text{przy } X = +1,0 \text{ Np} \quad A_{\max} \leq 4,1 \text{ Np,}$$

$$\text{przy } X = +0,5 \text{ Np} \quad A_{\max} \leq 3,6 \text{ Np,}$$

$$\text{przy } X = 0,0 \text{ Np} \quad A_{\max} \leq 3,1 \text{ Np.}$$

Według projektu krajowego planu transmisji (Instytut Łączności - Warszawa 1970 rok) wynikowa tłumienność komutowanego połączenia telefonicznego w ruchu krajowym może osiągać wartość do $2,8$ Np, a nawet do $3,0$ Np. Trzeba jednakże pamiętać, że:

- jest to wartość według projektu planu transmisji,
- jest to wartość znamionowa, w stosunku do której przewidywać trzeba odchylenia,
- jest to wartość tłumienności przy częstotliwości 800 Hz.

Aktualny stan sieci telefonicznej odbiega od stanu zamierzonego, w związku z czym często spotyka się połą-

czenia o tłumienności przekraczającej 3,0 Np, nawet przy częstotliwości 800 Hz. Jeżeli uwzględni się przy tym fakt, że w każdym nośnym kanale telefonicznym występuje przyrost tłumienności przy częstotliwościach w pasmie 350-450 Hz (przyrost ten osiąga w praktyce wartości od 0,2 do 0,5 Np), że połączenie komutowane może być zestawione z kilku takich kanałów, że podobny przyrost tłumienności rzędu 0,2 Np występuje przy każdym przejściu przez centralę z wybierakami skokowo-obrotowymi, to nasa- suwa się oczywisty wniosek, że przy wdrażaniu urządzeń transmisji danych do sieci komutowanej należy się li- czyć z trudnościami wynikającymi z tak - wydawałoby się - banalnego powodu, jakim jest tłumienność wynikowa.

Niezależnie więc od odpowiednich przedsięwzięć długo- falowych, od konieczności wnikliwego przeanalizowania projektu krajowego planu transmisji pod kątem przyszłych sieci transmisji danych, trzeba będzie podjąć doraźne kroki zaradcze, aby możliwe było przystosowanie w przy- szłości telefonicznej sieci abonenckiej do transmisji danych. Można tu mieć na uwadze przyłączanie abonentów specjalnych (telefon - transmisja danych) do central w taki sposób, aby struktura połączeń między tymi abonen- tami była jak najprostsza pod kątem tłumienności wyniko- wej. W międzymiastowym ruchu transmisji danych należa- łoby (w razie uzasadnionej potrzeby) zrezygnować na o- kres przejściowy z połączeń automatycznych i przejść na komutację ręczną, umożliwiającą wykorzystywanie wybra- nych telefonicznych łączy międzymiastowych, najlepszych z punktu widzenia specyficznych wymagań transmisji da- nych.

Drugi ze wzmiankowanych wyżej problemów - to ewentualność kolizji między urządzeniami transmisji danych a systemami telefonicznej sygnalizacji wewnątrzpasmowej. Nie wnikając w szczegóły, ze względu na ograniczony zakres niniejszego artykułu, warto jedynie stwierdzić (patrz rys. 14), że przy założeniu dążenia do przystosowania komutowanej sieci telefonicznej do wszystkich podstawowych modemów transmisji danych, za które trzeba uznać:

- modem 200-bodowy,
- modem 600/1200-bodowy,
- modem wieloczęstotliwościowy,

stosowanie częstotliwości sygnalizacyjnej poniżej 2600 Hz jest niedopuszczalne. Częstotliwość 2040 Hz jest absolutnie nie do przyjęcia, zaś częstotliwości 2280 Hz i 2400 Hz uniemożliwiają pracę systemów transmisji danych, stosujących szybkość modulacji 1200 bodów. Patrząc zatem na rozwój krajowej sieci telefonicznej pod kątem perspektyw rozwojowych transmisji danych, należałoby dążyć do całkowitego przejścia na system sygnalizacji pozapasmowej.

Trzecie zagadnienie - to nielinearność charakterystyki fazowej lub inaczej zniekształcenia opóźnieniowe wprowadzane przez kanały telefoniczne, lub jeszcze inaczej - - niejednakowa wartość grupowego czasu przejścia w pasmie użytecznym kanału. Jak wiadomo, zjawisko to powoduje odkształcenie obwiedni sygnału, utrudniając proces demodulacji - co obniża odporność modemów na szумы i zakłócenia, a w przypadkach wyjątkowo niekorzystnych pro-

wadzi bezpośrednio do powstawania błędów. W transmisji danych wymaga się, aby różnice wartości grupowego czasu przejścia (ΔT) w wykorzystywanym pasmie częstotliwości nie przekraczały czasu trwania jednego elementu sygnału (w zasadzie powinno się nawet dążyć do różnic nie przekraczających połowy elementu sygnału). Jak łatwo przeliczyć, dopuszczalne wartości ΔT wynoszą:

1,66 ms (lub 0,83 ms) przy szybkości 600 bodów i
0,83 ms (lub 0,42 ms) przy szybkości 1200 bodów.

Na podstawie licznych badań przeprowadzonych za granicą i wyrynkowych pomiarów dokonanych w Polsce można sądzić, że nie należy się spodziewać istotnych trudności przy szybkości modulacji 600 bodów. Przy szybkości 1200 bodów problem ten również nie wydaje się jaskrawo niebezpieczny, warto go jednak zasygnalizować, gdyż transmisja danych z tą szybkością może okazać się utrudniona przy wykorzystywaniu niektórych systemów telefonii nośnej lub kanałów naturalnych o mocnej puplnizacji. W każdym razie zagadnienia związane z charakterystyką grupowego czasu przejścia trzeba mieć na uwadze i po uzyskaniu odpowiedniej aparatury pomiarowej oraz po przeprowadzeniu odpowiedniej liczby pomiarów w krajowej sieci telefonicznej należy opracować z jednej strony dodatkowe wymagania na filtry kanałowe w urządzeniach telefonii nośnej, a z drugiej strony (w razie konieczności) odpowiednie korektory fazowe dla modemów 1200-bodowych.

Jak już wspomniano wcześniej, żadna z trzech wzmiankowanych wyżej trudności (tłumienność wynikowa, systemy

sygnalizacji, grupowy czas przejścia) nie występuje w przypadku wdrażania systemów transmisji danych do pracy w komutowanej sieci telegraficznej. Natomiast zagadnienia, jakie wiążą się ze stopą błędów wynikowych i efektywną szybkością transmisji są w zasadzie wspólne dla obydwu sieci komutowanych (telegraficznej i telefonicznej), choć i w tym przypadku problem występuje znacznie słabiej w sieci telegraficznej.

Podstawowymi zjawiskami decydującymi o wynikowej sprawności i jakości łącza transmisji danych utworzonego w sieci komutowanej są:

- krótkie przerwy transmisji,
- zakłócenia impulsowe.

Każda krótka przerwa transmisji (ewentualnie skokowe obniżenie poziomu transmisji) lub zakłócenie impulsowe jest potencjalną przyczyną błędu w sygnale transmisji danych. Oczywiście prawdopodobieństwo powstania błędu w wyniku każdego pojedynczego zakłócenia zależy od jego amplitudy, od jego czasu trwania i od położenia w czasie w stosunku do elementu sygnału. W każdym razie zjawiska te, o czasie trwania rzędu 0,5 ms są już bardzo niebezpieczne.

Doświadczenia pokazały, że wspomniane czynniki zakłócające występują w krajowej telefonicznej sieci komutowanej na tyle często, że mogą stać się jedną z najpoważniejszych trudności przy realizacji abonenckich sieci transmisji danych dla średnich szybkości modulacji. Szczególnie niebezpieczne są zakłócenia impulsowe, wprowadza-

ne w większości przypadków przez organa łączeniowe central telefonicznych systemu Strowgera. Występują one przy tym seriami, powodując tzw. serie błędów trudne do wykrycia i skorygowania przez urządzenia protekcji systemów transmisji danych.

Błędy w sygnale transmisji danych (tzw. błędy pierwotne), będące następstwem głównie zakłóceń impulsowych i krótkich przerw transmisji, są podstawowym kryterium oceny kanału ziarnistego. Mówiąc ściślej, chodzi tu zarówno o liczbę tych błędów, jak i o ich rozkład w funkcji czasu. Przy bardzo małej stopie błędów ich czasowy rozkład traci swoje znaczenie, w miarę jednak wzrostu jej wartości rozkład błędów w funkcji czasu może w sposób zasadniczy decydować już nie tylko o jakości łącza transmisji danych, lecz o uznaniu go za łącze nadające się lub nie nadające się do eksploatacji. Błędy pierwotne wpływają bowiem bezpośrednio zarówno na stopę błędów wynikowych (to znaczy nie wykrytych i nie skorygowanych), jak i na efektywną szybkość transmisji.

Pomiary, jakie przeprowadzono do roku 1970 w krajowej sieci telekomunikacyjnej wykazały, że liczba błędów wprowadzanych przez łącza międzymiastowe nie stanowi istotnego niebezpieczeństwa. Zmierzone wartości stopy błędów zawierały się w granicach od $1 \cdot 10^{-4}$ do $1 \cdot 10^{-6}$, przy czym liczba łączy o stopie błędów zbliżonej do dolnej granicy była stosunkowo duża. Natomiast wstępne pomiary połączeń komutowanych wykazały, że sieci miejscowe z uwzględnieniem punktów komutacyjnych są znacznie pod tym względem gorsze. W wyniku wielu seansów pomia-

rowych, przeprowadzonych w miejscowych lub międzymiastowych połączeniach komutowanych (telefonicznych), uzyskano stopę błędów rzędu $1 \cdot 10^{-2}$, a nawet i większe wartości.

Pomiary te są kontynuowane i powinny doprowadzić z jednej strony do określenia prawa rozkładu /modelu matematycznego/ błędów, a z drugiej strony - do określenia środków zaradczych w celu radykalnego zmniejszenia liczby i częstości zakłóceń impulsowych. Istnieją jednak uzasadnione obawy, że źródłem tych zakłóceń nie są wadliwie działające urządzenia, lecz wybieraki skokowo-obrotowe automatycznych central telefonicznych, co wynika z istoty ich konstrukcji i działania. Jeśli weźmie się pod uwagę, że przy obecnej konfiguracji telefonicznej sieci komutowanej w Polsce połączenia między abonentami uzyskuje się za pośrednictwem niekiedy czterech, pięciu lub sześciu (a nawet i większej liczby) central automatycznych i że w punktach przejścia przez centrale poziom sygnału użytecznego transmisji danych, w stosunku do zakłóceń, jest dość niski, to zagadnienie utworzenia komutowanych abonenckich sieci transmisji danych stawia resort łączności wobec bardzo trudnych i skomplikowanych zadań.

Wydaje się, że radykalnym rozwiązaniem tego problemu byłoby wycofanie z eksploatacji central telefonicznych systemu Strowgera z wybierakami podnosząco-obrotowymi i wprowadzenie w ich miejsce central z wybierakami krzyżowymi. Jest to jednak przedsięwzięcie długofalowe. Dlatego też szczególnej wagi nabiera określenie i podjęcie

doraźnych środków zaradczych, o których wspomniano z okazji omawiania tłumienności wynikowej połączeń.

Reasumując, można sądzić, że ze względu na stan techniczny i konfigurację krajowej sieci telekomunikacyjnej znacznie łatwiej, a więc i znacznie szybciej można będzie zorganizować abonenckie sieci transmisji danych w sieci teleksowej niż w abonenckiej sieci telefonicznej.

3.3. Okres dalekoperspektywiczny

3.3.1. Transmisja danych a systemy telefonii wielokrotnej o modulacji kodowo-impulsowej

Jak już wspomniano w poprzednich rozdziałach, systemy i urządzenia transmisji danych dzielą się na trzy podstawowe grupy, różniące się zakresami szybkości modulacji i typami kanałów podkładowych. Jedną z tych trzech grup stanowią urządzenia o średnich szybkościach modulacji, przystosowane do pracy w kanałach telefonicznych. W aktualnym stanie rozwoju transmisji danych jest to grupa najbardziej reprezentatywna.

Zgodnie z treścią rozdz. 2, kanał telefoniczny traktowany jest jako kanał analogowy, w związku z czym zastosowanie go do transmisji danych wymaga zainstalowania na jego końcach specjalnych urządzeń modulacyjno-demodulacyjnych, czyli modemów transmisji danych. W efekcie, w procesie przekazywania danych za pośrednictwem takich kanałów, następuje dwukrotna konwersja sygnału (ziarnistego na analogowy i analogowego na ziarnisty), przy czym w całym łańcuchu teletransmisyjnym ograniczonym z

obu stron modemami sygnał ma postać analogową. W zależności od jakości kanału telefonicznego oraz od typu modemu transmisji danych i zastosowanej w nim techniki modulacji, w kanale telefonicznym można przysyłać sygnały modulowane z szybkościami 200, 600, 1200, 2400 i 4800 bodów, a nawet z szybkościami jeszcze większymi, w granicach do około 10000 bodów, z tym że w sieci komutowanej można stosować w zasadzie tylko trzy pierwsze szybkości.

Zależność szybkości modulacji od szerokości użytecznego pasma analogowego kanału telekomunikacyjnego przenosi się w analogiczny sposób na szybkie systemy transmisji danych. I tak na przykład kanały o szerokości 48 kHz (tzw. telefoniczne grupy pierwotne) wykorzystywane są przez systemy transmisji danych pracujące z szybkością 48000 bodów; dla systemów jeszcze szybszych można przeznaczać kanały o szerokości 240 kHz (tzw. telefoniczne grupy wtórne).

Dążenie do uzyskania jak największej szybkości transmisji, obserwowane na całym świecie, jest dążeniem naturalnym, spowodowanym z jednej strony ewolucją aparatów końcowych transmisji danych w kierunku powiększenia szybkości ich pracy, a z drugiej strony - tendencjami maksymalnego wykorzystania właściwości przepustowych kanałów telekomunikacyjnych. Osobnym zagadnieniem jest rozwój systemów teleinformacyjnych, w wyniku czego coraz powszechniej stosuje się współpracę urządzeń transmisji i przetwarzania danych w systemie "on line", co przy bardzo dużych szybkościach elektronicznych maszyn cyfrowych wymaga również szybkiego doprowadzania i odpro-

wadzenia informacji. Stosuje się w takich przypadkach bądź zwielokrotnienie wielu stosunkowo wolnych łączy transmisji danych za pomocą multipleksorów komunikacyjnych, bądź po prostu szybkie systemy transmisji danych, pracujące z szybkościami rzędu dziesiątek lub setek tysięcy bodów. Istnieją także systemy teleinformacyjne, w których - z uwagi na specyfikę realizowanych procesów - - duża szybkość przesyłania informacji, a zatem i duża szybkość modulacji, jest zagadnieniem pierwszoplanowym.

W każdym bądź razie tworzenie szybkich łączy transmisji danych jest jednym z naturalnych problemów techniczno-organizacyjnych, choć w warunkach krajowych jeszcze dość odległym.

Do czasu, gdy podstawą sieci telefonicznej były bądź telefoniczne kanały naturalne, bądź kanały nośne telefonicznych systemów o podziale częstotliwościowym, wzrost szybkości przekazywania danych kojarzył się automatycznie z szerokością pasma lub z liczbą zajętych kanałów telefonicznych. W ostatnich jednak latach zostają wprowadzane do eksploatacji systemy telefonii wielokrotnej o podziale czasowym, stosujące modulację kodowo-impulsową (MKI)^{x)}, dzięki którym otwierają się nowe możliwości dla transmisji danych.

Nie wnikając w szczegółowe zasady pracy systemów MKI, co czytelnik może znaleźć w publikacjach specjalistycznych z tej dziedziny, spróbujmy skoncentrować uwagę na

^{x)} Systemy te bardzo często określa się mianem systemów PCM.

tych zagadnieniach, które w istotny sposób wiążą się z transmisją danych.

Urządzenia telefonicznych systemów MKI (rys. 15) składają się z kanałowych układów analogowych oraz z grupowych i liniowych układów ziarnistych^{x)}. Sygnał analogowy będący odpowiednikiem wiadomości telefonicznej, jest - po przejściu przez podstawowe układy kanałowe - transformowany na sygnał ziarnisty i w tej postaci jest przenoszony przez cały trakt transmisyjny. W urządzeniach odbiorczych następuje konwersja sygnału ziarnistego na analogowy.

Według aktualnie obowiązujących normatywów międzynarodowych technika konwersji i kodowania sygnałów jest następująca. Sygnał analogowy każdego kanału telefonicznego zostaje, po przejściu przez kanałowe układy analogowe ($KN_1 \dots \dots KN_n$), doprowadzony do grupowych nadawczych układów próbkująco-kodujących (PK). W układach tych jest on próbkowany z częstotliwością 8 kHz (to znaczy 8 tysięcy razy na sekundę). Celem każdej próbki jest określenie wartości chwilowej napięcia sygnału analogowego i zakwalifikowanie jej do jednego ze 128 przedziałów. Każdemu przedziałowi odpowiada określona kombinacja siedmiu impulsów binarnych ($2^7 = 128$). Z pewnych względów, każdy ciąg siedmiu impulsów uzupełniany jest ósmym impulsem. W efekcie więc następstwem każdego pojedynczego próbkowania jest osiem impulsów kodowych, któ-

^{x)} Często jako synonim określenia ziarnisty stosuje się termin cyfrowy.

re są odpowiednio przesyłane do urządzeń odbiorczych.

Dzięki odpowiednim układom zegarowym próbkowaniu podlegają kolejno i cyklicznie wszystkie kanały telefoniczne w takim rytmie, aby częstotliwość próbkowania sygnału w każdym kanale wynosiła 8 kHz. Jak łatwo dostrzec, w systemie n-krotnym częstotliwość zegarowa wyznaczająca impulsy próbkujące całego systemu wynosi $8 \cdot n$ kHz. Między kolejnymi impulsami próbkującymi należy umieścić 8 impulsów kodowych, które można interpretować jako 8 bitów. W efekcie więc, w tor transmisyjny wysyłany jest sygnał ziarnisty z szybkością $8000 \cdot n \cdot 8$ bitów/sek. W przypadku 24-krotnego systemu MKI szybkość transmisji sygnału liniowego wynosi:

$$8000 \cdot 24 \cdot 8 = 1536000 \text{ bitów/sek,}$$

z czego na jeden kanał przypada:

$$8000 \cdot 8 = 64000 \text{ bitów/sek.}$$

W odbiorczych urządzeniach MKI, dzięki odpowiednim układom dekodująco-synchronizującym (DS), poszczególne ciągi 8-bitowe są kierowane do właściwych odbiorczych układów kanałowych ($KO_1 \dots KO_n$), gdzie na podstawie kombinacji kodowych tych ciągów odtwarza się chwilowe wartości napięć sygnałów analogowych. Wartości te wyznaczone w każdym kanale z częstotliwością również 8 kHz pozwalają odtworzyć sygnał analogowy.

To świadomie uproszczone wyjaśnienie zasady działania systemu MKI pozwala stwierdzić, że jeden kanał telefoniczny widziany od strony liniowej odpowiada kanałowi

ziarnistemu o przepustowości 64000 bitów/sek.

Z punktu widzenia użytkownika jest obojętne, czy wiadomości telefoniczne przekazywane są za pośrednictwem kanałów utworzonych w systemach nośnych o podziale częstotliwościowym, czy w systemach o podziale czasowym. Parametry transmisyjne są bowiem w zasadzie jednakowe, różnice w jakości transmisji nieodczuwalne, a forma wiadomości taka sama. Nic więc nie stoi na przeszkodzie, aby każdy kanał telefoniczny utworzony w systemie MKI mógł być wykorzystany również do przesyłania danych.

Jeśli jednak łącze telefoniczne tworzone by według konwencjonalnych zasad, to znaczy do analogowej części kanałowej urządzenia MKI dołączone by modemy, to można by przesyłać dane z szybkością 600 lub 1200 bitów/sek, a co najwyżej z szybkością 4800 bitów/sek. Jak już jednak wspomniano wyżej, dla każdego kanału telefonicznego w systemie MKI zarezerwowane jest miejsce odpowiadające 64000bitów/sek. Przy takiej zatem konfiguracji łącza transmisji danych, wykorzystanie zdolności przepustowej kanału telefonicznego wynosiłoby zaledwie około 0,94% przy modemie 600-bodowym, około 1,88% przy modemie 1200-bodowym, 3,75% przy modemie 2400-bodowym lub wreszcie 7,5% przy modemie 4800-bodowym.

Jak łatwo zauważyć (rys. 16a), w tak utworzonym łączu transmisji danych następowałaby kilkukrotna konwersja sygnału ziarnistego (Z) na analogowy (A) oraz konwersja odwrotna, a mianowicie:

- konwersja Z/A w nadawczym modemie transmisji danych,

- konwersja A/Z na styku układów analogowych z ziarnistymi w nadawczych urządzeniach MKI,
- konwersja Z/A na styku układów ziarnistych z analogowymi w odbiorczych urządzeniach MKI,
- konwersja A/Z w odbiorczym modemie transmisji danych.

Paradoksem tej wielokrotnej konwersji jest fakt, że sygnał transmisji danych, będąc w swej naturalnej postaci sygnałem ziarnistym, przekazywany za pośrednictwem również ziarnistych urządzeń MKI, byłby przekształcany na sygnał analogowy, co nie jest uzasadnione względami technicznymi ani transmisji danych, ani systemu MKI.

Nasuającym się niemal automatycznie wnioskiem jest więc bezpośrednie doprowadzenie sygnału transmisji danych do układów cyfrowych urządzeń MKI. Na rys. 16b i 16c pokazano dwie możliwości takich połączeń, zakładając konieczność zastosowania odpowiednich urządzeń adaptujących (adapterów). Zadaniem ich byłoby między innymi zsynchronizowanie sygnałów transmisji danych przesyłanych w swoistym rytmie narzuconym przez systemy transmisji danych z rytmem transmisji obowiązującym w systemie MKI. Można sądzić, że z tego względu trudno będzie wykorzystać zdolność przepustową kanału ziarnistego MKI w 100% i przekazywać dane z wypadkową szybkością 64000 bitów/sek. Zupełnie jednak realną wydaje się transmisja danych z szybkością 48000 bitów/sek.

Ziarniste kanały systemów MKI będą mogły być wykorzystywane w przyszłych sieciach telekomunikacyjnych i w przyszłych systemach teleinformacyjnych jako trakty magistralne dla szybkiej transmisji danych (rys. 16b),

na przykład dla bezpośrednich połączeń między EMC w systemach wielomaszynowych lub dla wielu łączy o mniejszych szybkościach. Jeden z możliwych wariantów takiego rozwiązania pokazano na rys. 16c. Można będzie również - zajmując nie jeden, lecz kilka ziarnistych kanałów systemu MKI - tworzyć bardzo szybkie łącza transmisji danych (o szybkości kilkuset kilobitów na sekundę), co pokazano na rys. 16d.

Zasygnalizowane wyżej możliwości wykorzystywania dla transmisji danych ziarnistych kanałów systemów MKI wymagają - rzecz jasna - kompleksowych prac studialnych i doświadczalnych oraz technicznego rozwiązania wielu wzmiankowanych zagadnień. Jednym z nich będzie alternatywne wykorzystywanie łączy abonenckich bądź do rozmów telefonicznych, bądź do transmisji danych. Przy konwencjonalnej strukturze łącza dzięki konwersji sygnału przez modem, znajdujący się w pomieszczeniach abonenta, w łączy abonenckim przesyłany jest sygnał analogowy w jednym i w drugim przypadku. Jeśli jednak - przy omówionej wyżej zasadzie współpracy urządzeń transmisji danych z systemami MKI - łącze to byłoby przystosowane do przesyłania sygnałów ziarnistych, to przekazywanie w nim analogowych sygnałów telefonicznych może być utrudnione. Być może uzasadnione będzie stosowanie w takich przypadkach dodatkowych układów adaptacyjnych dla rozmów telefonicznych, bądź też bardziej celowa okaże się konwersja sygnału telefonicznego na sygnał ziarnisty jeszcze w obrębie stacji abonenckiej.

W każdym bądź razie, zważywszy perspektywy rozwojowe

systemów MKI, idące w parze z tendencjami tworzenia zintegrowanych sieci telekomunikacyjnych, zasygnalizowane wyżej problemy nie powinny uchodzić uwadze i znaleźć swoje odbicie w pracach badawczych już w ciągu kilku najbliższych lat.

3.3.2. Elastyczne sieci transmisji danych

Jak już wspomniano w początkowej części niniejszego artykułu, jednym z zagadnień nurtujących specjalistów telekomunikacji na całym świecie, mającym swoje odbicie również w pracach CCITT, jest specjalna komutowana sieć transmisji danych o charakterze sieci abonenckiej, podobna pod względem organizacji do sieci istniejących, to znaczy do sieci teleksowej i do abonenckiej sieci telefonicznej. Jak wiadomo, obie te sieci mają charakter sieci międzynarodowych, pokrywając swoim zasięgiem praktycznie cały świat. Dzięki wieloletnim pracom normalizacyjnym, prowadzonym przez międzynarodowe organizacje telekomunikacyjne w oparciu o podobne prace prowadzone w poszczególnych krajach, obie te sieci są tak skonstruowane, że wymiana wiadomości między dwoma dowolnymi abonentami telefonicznymi czy teleksowymi nie wymaga żadnych wstępnych uzgodnień i nie następuje praktycznie żadnych trudności.

Podobny stan należy widzieć jako stan docelowy w przyszłej światowej sieci transmisji danych, która byłaby trzecią powszechną siecią abonencką. Trzeba dla ścisłości zaznaczyć, że o sieci tej jako o trzeciej sie-

ci mówi się na tle aktualnej struktury sieci telekomunikacyjnych. Ponieważ jednocześnie światowa telekomunikacja zmierza w kierunku integracji sieci, trudno jest dziś przesądzać sprawę, czy sieć transmisji danych, o której mowa w niniejszym rozdziale, zostanie utworzona na tyle szybko, że będzie istniała przez szereg lat obok sieci telefonicznej i telexowej, podlegając dopiero po pewnym czasie procesowi integracji wraz z nimi, czy też proces integracji będzie na tyle szybki, że tworzenie nowej, odrębnej sieci transmisji danych nie będzie już uzasadnione w świetle powstającej wielofunkcyjnej zintegrowanej sieci telekomunikacyjnej.

W każdym jednak razie warto, choćby w zarysie, przedyskutować podstawowe parametry techniczne, jakimi powinna cechować się bądź przyszła sieć transmisji danych, bądź sieć zintegrowana z punktu widzenia transmisji danych.

Jak to już wielokrotnie uzasadniano, nie można spodziewać się, aby – nawet w dość odległej perspektywie – użytkownicy systemów teleinformacyjnych mogli zaspokoić swoje potrzeby w oparciu o jeden tylko typ urządzeń transmisji danych, o jeden typ aparatu końcowego i o jeden typ nośnika informacji. Niestety pewna różnorodność urządzeń musi być utrzymana ze względów i technicznych i ekonomicznych, co nie powinno jednak uniemożliwiać wymiany informacji między abonentami przyszłej sieci transmisji danych na zasadzie każdy z każdym. Spróbujmy zatem zastanowić się, czy i na jakiej zasadzie można będzie pogodzić ze sobą te dwa, na pozór sprzeczne, postulaty.

Każda stacja abonencka może cechować się takimi parametrami technicznymi, jak:

- kod,
- typ aparatu końcowego i ewentualnie typ stosowanego nośnika informacji,
- typ urządzeń transmisji danych (zasady protekcji, rodzaj modulacji, szybkość modulacji), przy czym ten parametr musi być odpowiednio skorelowany z typem łącza abonenckiego.

W zasadzie w całej sieci powinien być stosowany jeden znormalizowany kod. Można by wprawdzie dopuścić kilka kodów, ale pod warunkiem, że będą one w pełni równoważne, to znaczy o takiej konstrukcji, że każdy znak jednolitego alfabetu miałby jeden i tylko jeden odpowiednik w postaci kombinacji kodowej w każdym z przyjętych kodów. Mogłyby to być na przykład dwa różne kody 7-elementowe (każdy zawierający 128 kombinacji), o różnym porządkowaniu kombinacji kodowych znakom. W takim przypadku realizowana w odpowiednim miejscu konwersja kodu mogłaby umożliwić wymianę informacji. Trudno jest natomiast zakładać możliwość komunikacji między abonentem pracującym na przykład kodem 5-elementowym (32 kombinacje) i abonentem pracującym kodem 7-elementowym (128 kombinacji). Jest bowiem rzeczą oczywistą, że 96 spośród 128 znaków nie miałyby swoich odpowiedników w kodzie 5-elementowym. Z drugiej jednak strony, stosowanie dwóch różnych kodów, na przykład 7-elementowych, nie miałyby

specjalnego sensu. Można więc przyjąć, że w całej sieci obowiązywałby jeden ściśle określony kod.

Typ aparatu końcowego wiąże się z typem nośnika informacji lub uogólniając - z metodą zapisu informacji. Można by założyć, że abonent posiada bądź jeden aparat końcowy (zaliczając do aparatów końcowych w tym przypadku także EMC), bądź kilka, które mogą być włączane do pracy alternatywnie na skutek odpowiednich nakazów (kombinacji kodowych lub sekwencji takich kombinacji) lub - w przypadku aparatów odbiorczych - nawet równolegle. W każdym razie dla każdego z n dopuszczonych do pracy w sieci typów aparatów musiałaby być jednoznacznie określona zasada interpretacji kombinacji kodowych jednolitego kodu, to znaczy metoda zapisu. W zależności od liczby i typów posiadanych aparatów końcowych, stacja abonenta posiadałaby jedną lub kilka trwałych cech spośród: A_1, A_2, \dots, A_n .

Różnorodność urządzeń transmisji danych powinna być ograniczona do minimum. Wydaje się uzasadnione dopuszczenie pewnej liczby wariantów różniących się szybkościami pracy. Ten bowiem parametr stacji może być podyktowany takimi uzasadnionymi względami, jak:

- wielkość generowanego lub przyjmowanego przez stację strumienia informacji w jednostce czasu,
- odpowiedniość szybkości pracy urządzeń transmisji danych z zastosowanym typem aparatu końcowego (na przykład aparat do kart perforowanych, aparat do taśm perforowanych, dalekopis, monitor ekranowy, zespół pamięci magnetycznych, drukarka wierszowa, EMC itp.),

- względy ekonomiczne (koszt urządzeń wzrasta ze wzrostem szybkości pracy).

Dla każdej jednak szybkości pracy urządzeń (dla każdej szybkości modulacji) powinien być ustalony w zasadzie jeden typ urządzeń protekcji oraz jeden typ modemu (o ile modem byłby w ogóle stosowany w zestawie łącza transmisji danych). Można by więc założyć liczbę typów urządzeń transmisji danych, odpowiadającą liczbie różnych wartości szybkości modulacji przyjętych w sieci. Gdyby nawet zróżnicowanie urządzeń transmisji danych pod względem metod protekcji okazało się również uzasadnione, to doszłaby pewna liczba odmian stacji abonenckich, z tym że łączna ich liczba zostałaby ściśle określona. Odmiany te odpowiadałyby trwałym cechom stacji abonenckich typu: $S_1, S_2 \dots S_n$.

Zgodnie z zasadami przyjętymi w sieciach abonenckich każda stacja oznaczona byłaby przy tym numerem rejestracyjnym oraz powinna być wyposażona w urządzenia umożliwiające automatyczne nawiązywanie połączeń bez udziału obsługi, oraz identyfikację stacji wywołanej.

Każda ze stacji abonenckich byłaby dołączona do najbliższego punktu komutacyjnego (rys. 17). Punkty komutacyjne (według wszelkich prognoz w pełni elektroniczne) posiadałyby trwałą pamięć zawierającą informacje dotyczące każdej przyłączonej do nich stacji abonenckiej, to znaczy wiedziałyby, że stacja abonencka o numerze X jest stacją typu na przykład A_1S_3 .

Elektroniczne punkty komutacyjne (EPK) byłyby połączone między sobą łączami magistralnymi (M), najprawdo-

podobniej o bardzo dużych zdolnościach przepustowych (rzędu setek tysięcy lub milionów bitów na sekundę), choć nie wykluczone jest, że w traktach magistralnych istniałyby również łącza o parametrach takich samych jak parametry łączy abonenckich, związanych ze stacjami typu S_1, S_2, \dots, S_n .

Procedurę przekazywania danych w sieci o takiej konfiguracji można by sobie wyobrazić w sposób następujący. Stacja o numerze N_X i o parametrach na przykład A_1S_3 pragnie przekazać informacje do stacji o numerze N_Y , nie znając parametrów (A i S) tej ostatniej, lecz pragnąc zapisać u niej informację na aparacie końcowym A_1 lub A_3 , o ile stacja N_Y dysponuje takimi aparatami.

Po zgłoszeniu się stacji N_X i po podaniu numeru stacji N_Y , macierzysty punkt komutacyjny stacji N_X zasięga informacji (po szybkim łączy magistralnym) od macierzystego punktu komutacyjnego stacji N_Y o parametrach tej ostatniej. Jeśli okazałoby się, że parametry S obu stacji są zgodne, punkty komutacyjne realizują proces komutacji łączy, wykorzystując z traktu magistralnego odpowiednie łącze o takich parametrach, które odpowiadają obydwu stacjom (w tym przypadku o parametrach S_1). Stacja N_X uzyskuje sygnał zgłoszenia się stacji N_Y , sprawdza automatycznie jej znamiennik (o ile nie uczynił tego macierzysty punkt komutacyjny stacji N_Y) i rozpoczyna nadawanie informacji, poprzedzając je nakazem włączenia na stacji N_Y aparatu A_1 lub A_3 . Jeśli stacja N_Y posiada aparat A_1 , to przyłącza go do łączy i pomija nakaz A_3 . W przypadku braku aparatu A_1 pomija nakaz A_1 i

włącza aparat A_3 , o ile go posiada. Jeśli stacja N_Y nie posiada aparatu A_1 ani A_3 , odbiera informacje na właściwy sobie aparat, pomijając nakazy A_1 i A_3 .

Jeśli jednak elektroniczny punkt komutacyjny stacji N_X stwierdza niezgodność parametrów S stacji N_X i N_Y , to podejmuje decyzję realizacji procesu komutacji wiadomości. Wybiera od stacji N_X informacje przeznaczone dla stacji N_Y (włącznie z nakazami A_1 i A_3) i rejestruje je w swojej pamięci. Technika transmisji sygnałów między stacją N_X i jej macierzystym EPK musi odpowiadać parametrowi S_3 stacji N_X . Nie ma w tym żadnych trudności, gdyż EPK zna parametry swoich stacji abonenckich i dysponuje układami umożliwiającymi transmisję według takiej procedury, jakiej wymaga dana stacja.

Po przyjęciu informacji od stacji N_X , EPK przekazuje te informacje do macierzystego EPK stacji N_Y . Transmisja odbywa się po szybkim łączu magistralnym według procedury określonej dla tego łącza, uwzględniającej odpowiednie zabezpieczenie przed błędami. Punkt komutacyjny stacji N_Y przyjmuje informacje poprzedzone numerem stacji N_Y i nakazami A_1 i A_3 i rejestruje je w swojej pamięci, po czym wywołuje stację N_Y , identyfikuje ją oraz przesyła jej informacje, zachowując procedurę właściwą dla parametru S tej stacji. Stacja N_Y reaguje na nakazy A_1 i A_3 w taki sam sposób, jak w przypadku komutacji łączu.

Powyższy opis nie ma na celu wyczerpania zagadnienia, lecz pokazuje ideę funkcjonowania perspektywicznej sieci transmisji danych. Rozwiązanie wielu, świadomie w tym

opisie uproszczonych problemów będzie wymagało poważnych studiów i eksperymentów, których rezultatem będą rozwiązania techniczne, niewątpliwie bardzo skomplikowane. Wiele przy tym problemów, które nie rzutują bezpośrednio na ideę pracy omawianej sieci, autor pominął, aby nie zaciemniać przedstawionej wizji. Trudno byłoby zresztą wchodzić zbyt głęboko w szczegóły przyszłej sieci transmisji danych w momencie, gdy jej podstawowa idea zaczyna się dopiero kształtować. Można jednak sądzić, że zasygnalizowanie - nawet w tak ogólnikowej formie - problemów, przed którymi będzie musiała wcześniej czy później stanąć polska telekomunikacja, może okazać się pożyteczne choćby dlatego, że pozwoli uniknąć przypadkowości poważnych i kosztownych przedsięwzięć i umożliwi takie ukierunkowanie prac naukowo-badawczych, że będą nas one systematycznie zbliżały do świadomie wytkniętego, choć dziś jeszcze nieco mglistego celu.

4. ZAKOŃCZENIE

Pisząc niniejszy artykuł, autor zastanawiał się wielokrotnie nad celowością wprowadzenia do jego treści dokładnych i obszernych informacji o przedsięwzięciach technicznych i organizacyjnych, jakich dokonano lub dokonuje się w niektórych krajach Europy Zachodniej, w zakresie sieci transmisji danych. Miałoby to i zalety i wady. Do zalet można by zaliczyć możliwość skonfrontowania przez czytelnika prognoz i przewidywań dotyczących rozwoju transmisji danych w Polsce z realiami lub pra-

wie realiami z terenu innych krajów. Niestety, takie potraktowanie artykułu zmusiłoby autora do ograniczenia i zubożenia informacji dotyczących spraw krajowych, do zawężenia lub uogólnienia argumentacji dotyczącej przewidywanych etapów rozwoju transmisji danych w Polsce, a nawet do pominięcia niektórych zagadnień.

Nie negując celowości takiej konfrontacji, autor założył, że czytelnik, którego zainteresuje problematyka niniejszego artykułu, sięgnie po brakujące jego zdaniem informacje do publikacji źródłowych, spośród których kilka pozycji podano w wykazie literatury. Warto może z tej okazji wspomnieć, że na szczególną uwagę zasługują - zdaniem autora - prace prowadzone w dziedzinie sieci transmisji danych w Wielkiej Brytanii, w NRF i we Francji. Każdy z tych krajów idzie własną drogą rozwojową, według własnych koncepcji.

Najwcześniej i chyba najszerszym frontem podjęto prace z tej dziedziny w Wielkiej Brytanii. Konsekwentny rozwój transmisji danych w tym kraju należy niewątpliwie przypisać w dużej mierze faktowi uznania transmisji danych przez Brytyjską Administrację Łączności za typową dziedzinę telekomunikacji. Już w latach 1963-1964 powstało tam pojęcie sieci DATEL, które w miarę upływu czasu konkretyzowało się, przybierało realne kształty i doprowadziło do zorganizowania nowej sieci, nowej służby i nowych usług telekomunikacyjnych. Zaczęło się w zasadzie od sieci typu telefonicznego, od oferowania użytkownikom jedynie modemów, lecz dziś służba ta przybrała już formy bardzo zróżnicowane, użytkownikom oferuje się łącza i u-

rządzenia transmisji danych począwszy od wolnych łączy 50-bodowych do łączy 48000-bodowych, z zabezpieczeniem przed błędami włącznie.

Nie jest chyba błędem stwierdzenie, że lawinowy wzrost urządzeń i łączy transmisji danych instalowanych i uruchamianych w Wielkiej Brytanii jest wynikiem przewidującej i konsekwentnej polityki Brytyjskiej Administracji Łączności. W każdym razie podane niżej liczby urządzeń transmisji danych instalowanych w Wielkiej Brytanii mogą budzić pewne refleksje:

- około 3000 urządzeń - 1968 rok,
- około 6000 urządzeń - 1969 rok,
- około 51000 urządzeń - 1973 rok (prognozy),
- około 234000 urządzeń - 1978 rok (prognozy),
- około 434000 urządzeń - 1983 rok (prognozy).

Warto przy tym dodać, że urządzenia te przeniknęły do systemów teleinformacyjnych, służących chyba wszystkim dziedzinom gospodarki brytyjskiej.

Transmisja danych w NRF - to zupełnie inna karta rozwoju tej dziedziny telekomunikacji. Tam Administracja Łączności wyszła od sieci telegraficznej. Założono zgodnie z realiami technicznymi, że sieć telegraficzna jest znacznie lepiej przystosowana do transmisji danych niż sieć telefoniczna i rozwój transmisji danych rozpoczęto od małych szybkości. W latach sześćdziesiątych powstała koncepcja, a zaraz potem sieć DATEX, będąca integracją nowej techniki transmisji danych z konwencjonalną strukturą sieci telegraficznej. Dziś sieć DATEX oferuje abo-

mentom łącza transmisji danych o szybkościach 50, 100 i 200 bodów, wybierane według potrzeb automatycznie. Eksperymentuje się rozwinięcie tej sieci w kierunku wyższych szybkości: 600, 1200 i 2400 bodów, z zachowaniem w dalszym ciągu struktury sieci typu telegraficznego.

Francja ma na swoim koncie nieco inną drogę rozwoju. Do roku 1967/1968 Administracja Łączności stała na stanowisku, że jej rola w dziedzinie transmisji danych ogranicza się do oferowania łączy telefonicznych i telegraficznych, zaś środki techniczne, jakimi te łącza można uzupełniać, aby tworzyć łącza i sieci transmisji danych, to sprawa użytkowników, przemysłu lub producentów EMC i organizatorów systemów informacyjnych. Około 1968 roku nastąpił przełom. Powołano specjalne organa rządowe d/s rozwoju teleinformatyki jako dziedziny techniki, będącej integracją konwencjonalnej telekomunikacji, transmisji danych i elektronicznych maszyn cyfrowych. W efekcie Francja jest krajem, który z pełną świadomością wyłansował pojęcie teleinformatyka, zaś Francuska Administracja Łączności prowadzi modernizację sieci teleksowej, nazywając ją w nowej postaci siecią teleinformacyjno-teleksową.

Przykładów powyższych nie powinno się przyjmować jako idealnych pierwowzorów dla warunków krajowych. Autor podkreślał to już na wstępie niniejszego artykułu. W 1970 roku jesteśmy już bogatsi o doświadczenia innych, ale zawsze powinniśmy się liczyć z realnymi możliwościami i potrzebami, uwarunkowanymi wieloma czynnikami lokalnymi.

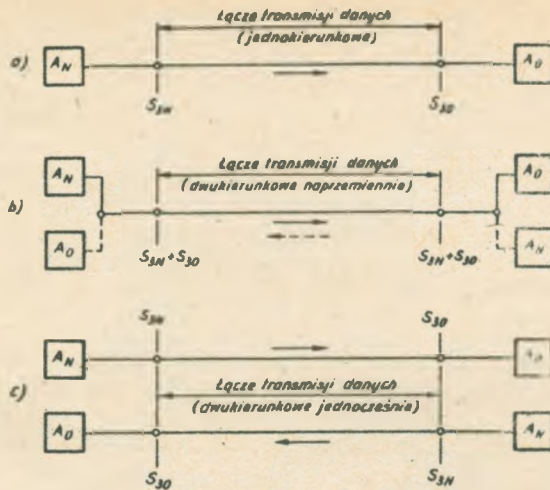
Sieć publiczna transmisji danych, której autor poświęcił stosunkowo dużo miejsca, nie ma chyba odpowiednika w żadnym innym kraju. nie jest też rewelacją z punktu widzenia organizatorów systemów informacyjnych i ich użytkowników. Jeśli jednak rozważyć rzeczowo i spokojnie wszelkie czynniki za i przeciw i uwzględnić możliwość ewolucyjnego przechodzenia z tej formy organizacyjnej do form najdoskonalszych, za które można by uznać elastyczną powszechną abonencką sieć transmisji danych i centralny teleinformacyjny system zarządzania państwem i jego gospodarką, można dojść do wniosku, że taka droga rozwojowa transmisji danych w Polsce zasługuje przynajmniej na kompleksową i wnikliwą analizę.

Oddając niniejszy artykuł do rąk czytelników, autor pragnie na koniec zwrócić uwagę, że poruszone w nim zagadnienia są w większości zagadnieniami sieciowymi. Tylko bowiem wtedy można będzie transmisję danych traktować jako dziedzinę praktycznie opanowaną i mającą swój wpływ na ekonomikę całej gospodarki narodowej, jeśli pojęcie sieci transmisji danych będzie miało swoje odbicie w rzeczywistości. Tylko wtedy również będzie można mówić o perspektywach rozwoju transmisji danych w Polsce, jeśli etapami tego rozwoju będą kolejne, coraz doskonalsze pod względem form organizacyjnych i sprawności technicznej - sieci transmisji danych.

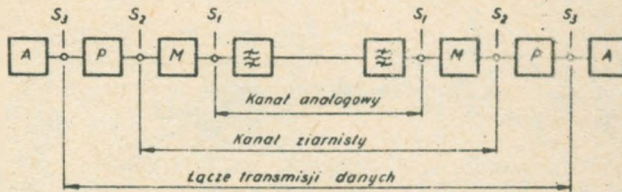
WYKAZ LITERATURY

1. Tietz W.: Das Datexnetz. Fernmelde Prax. 1967 t. 44 nr 8, s. 296-306.
2. Data boom!. Post Office Telecomm. J. 1969 t. 21 nr 4, s. 5-6.
3. Libois L.J., Lucas P., Dupont A.: La commutation des données. Commutation et Electron. 1968 nr 21, s.5-29.
4. Daude R.: Téléx et Téléinformatique. Rev. PTT France, 1969 t. 24 nr 6, s. 21-30.
5. Cykl artykułów. Siemens Z. /Datenfernverarbeitung/, 1969 t. 43 - wydanie specjalne.
6. Cykl artykułów. Siemens Z. /Datenfernverarbeitung/ 1969 t. 43 - wydanie specjalne.
7. Cykl artykułów. Siemens Data Report, 1970 nr 3.
8. Haller U., Matejka D.: Ein laufzeitgesteuertes Datensicherungssystem zur optimalen Datenübertragung im Fernsprechnet. NTZ 1970 t. 23 nr 3, s. 134-142.
9. Bazilewicz E.B., Gurow W.S., Jetruchin N.N., Pankratow A.G.: Poredacza danych. Izdatielstwo-Swiaź Moskwa 1969 ss. 175.
10. Materiały robocze Administracji Łączności Wielkiej Brytanii (w dyspozycji Zakładu Transmisji i Przetwarzania Danych IL, Warszawa).

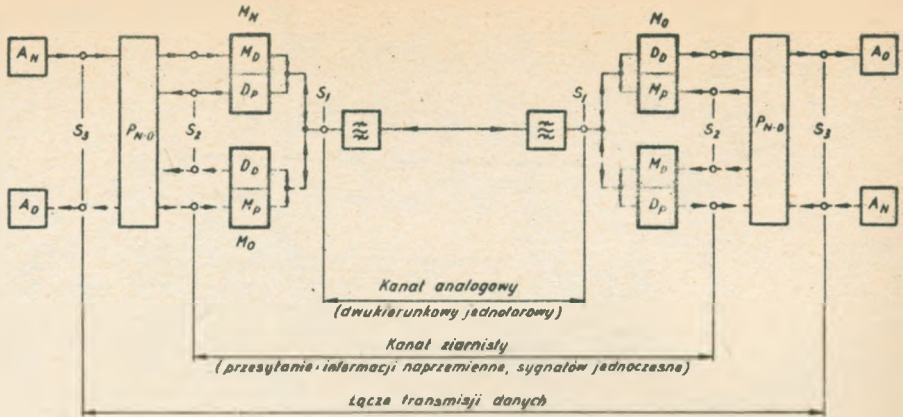
11. Sochacki J. i zespół: Transmisja danych. Biblioteka Problemów Telekomunikacji. WKiŁ Warszawa 1966 nr 10 ss. 208.
12. Sochacki J.: Transmisja danych. Problemy Łączności IŁ Warszawa 1963 t. 3 nr 3.
13. Sochacki J.: Współczesne systemy i urządzenia transmisji danych. Problemy Łączności, IŁ Warszawa 1967 t. 7 nr 1 i nr 3.
14. Artman J.: Transmisja danych - stan obecny i perspektywy rozwoju. Problemy Łączności IŁ Warszawa 1969 t. 9 nr 42.



Rys. 1. Schematyczna struktura połączenia telekomunikacyjnego przystosowanego do przesyłania danych: a/ przesyłanie danych w jednym kierunku, b/ przesyłanie danych w dwóch kierunkach na przemian, c/ przesyłanie danych jednocześnie w dwóch kierunkach

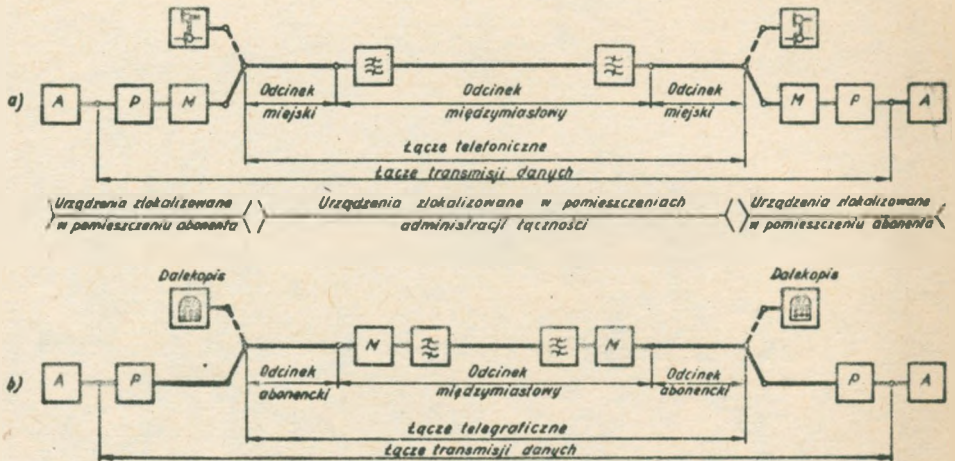


Rys. 2. Podstawowa struktura łącza transmisji danych

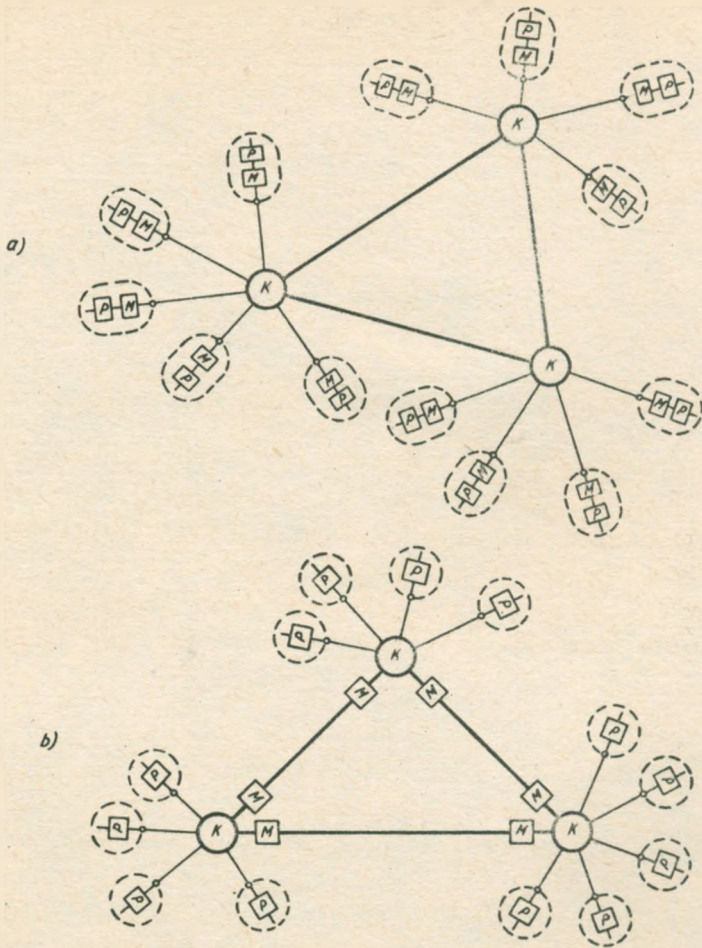


Rys. 3. Uproszczona struktura łącza transmisji danych przystosowanego do dwukierunkowego naprzemiennego przesyłania danych /z kanałem powrotnym/

A_N - końcowy aparat nadawczy, A_O - końcowy aparat odbiorczy, M_N - modem nadawczy, M_O - modem odbiorczy, M_D - modulator kanału docelowego, D_D - demodulator kanału docelowego, M_P - modulator kanału powrotnego, D_D - demodulator kanału powrotnego, P_{N-O} - urządzenie protekcji /nadawczo-odbiorcze/, S_1 - styk liniowy, S_2 - styk wewnętrzny, S_3 - styk zewnętrzny

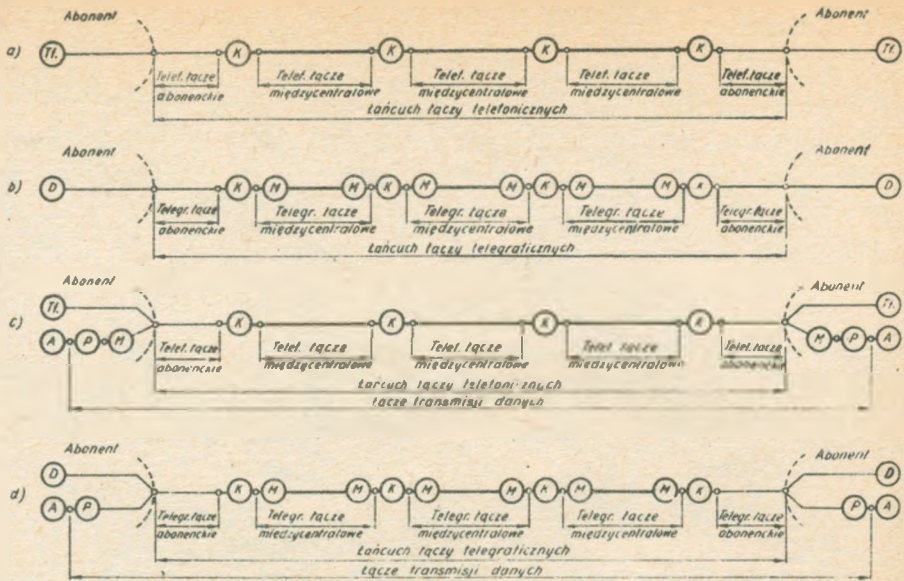


Rys. 4. Współzależność między łączem transmisji danych i łączem telefonicznym /a/ lub telegraficznym /b/



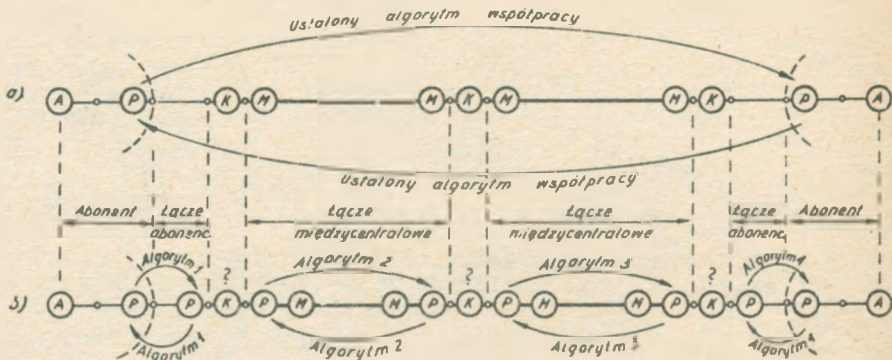
Rys. 5. Podstawowe struktury sieci przystosowanych do transmisji danych: a/ sieć analogowa /typu telefonicznego/, b/ sieć ziarnista /typu telegraficznego/

— - łącza międzymiastowe, — - łącza abonenckie, () -
 - abonenci, K - punkty komutacyjne, M - modemy, P - urządzenia
 protekcji



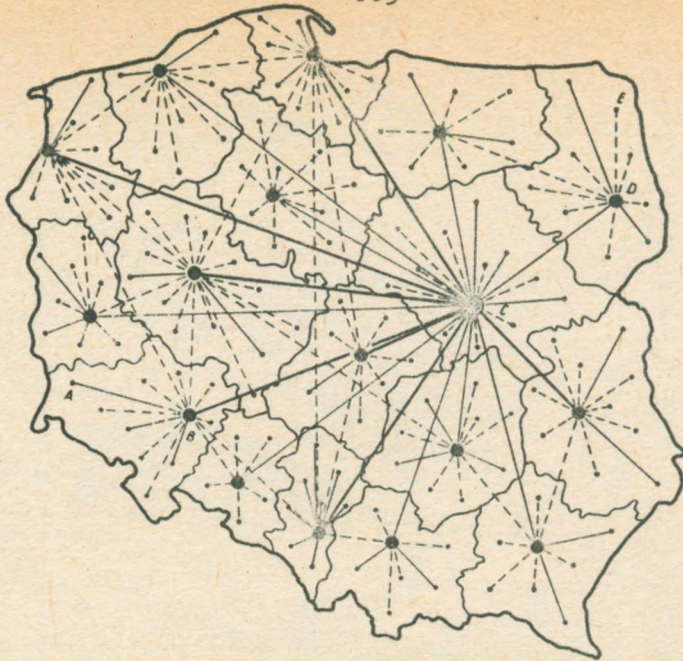
Rys. 6. Struktura łańcucha telefonicznego /a/ i telegraficznego /b/ oraz struktura łączy transmisji danych zbudowanego na łańcuchu telefonicznym /c/ i telegraficznym /d/

Tf - aparat telefoniczny, D - dalekopis, A - końcowy aparat transmisji danych, P - urządzenie protekcji, M - modem, K - punkt komutacyjny

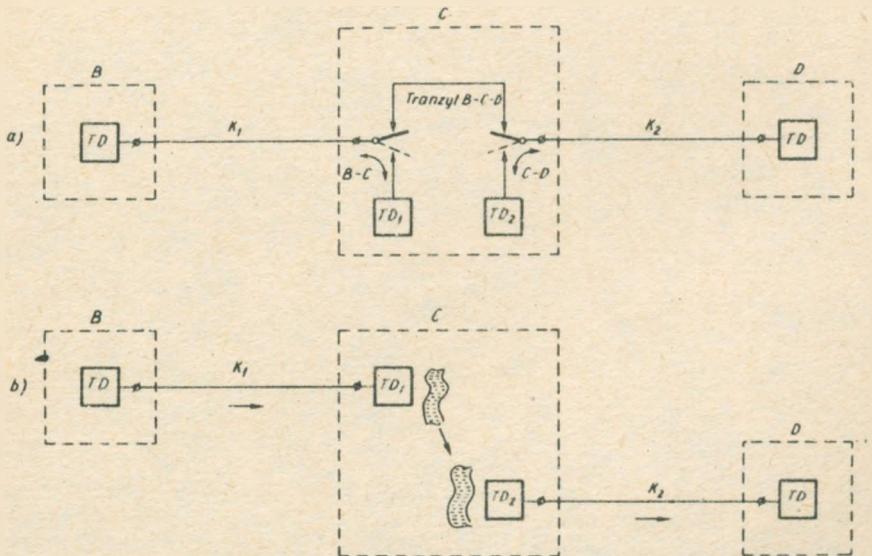


Rys. 7. Zasady wzajemnej współpracy urządzeń protekcji: a/ w rzeczywistym łączy transmisji danych, b/ w ewentualnym zestawie łączy transmisji danych

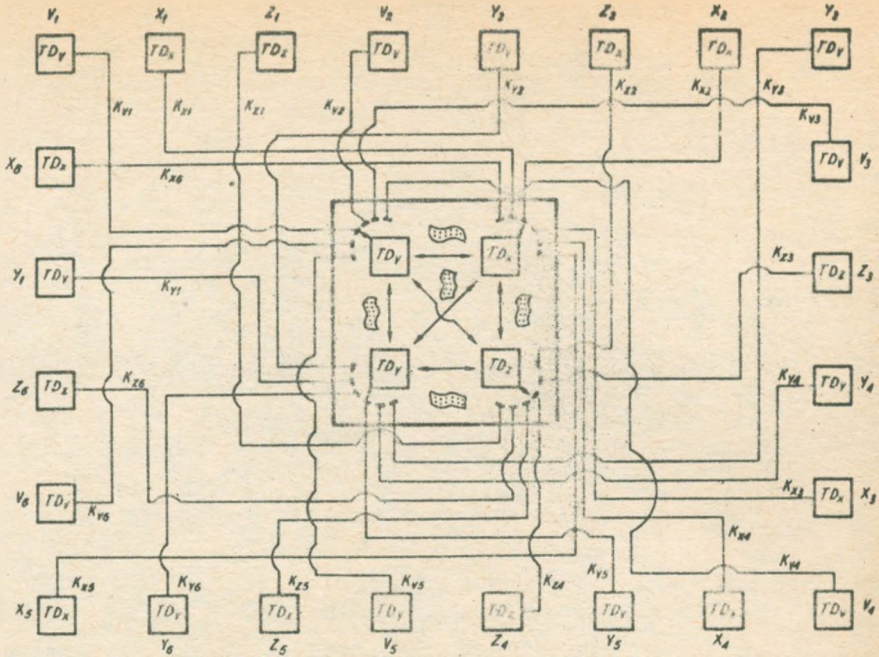
A - aparat końcowy transmisji danych, P - urządzenie protekcji, M - modem, K - punkt komutacyjny



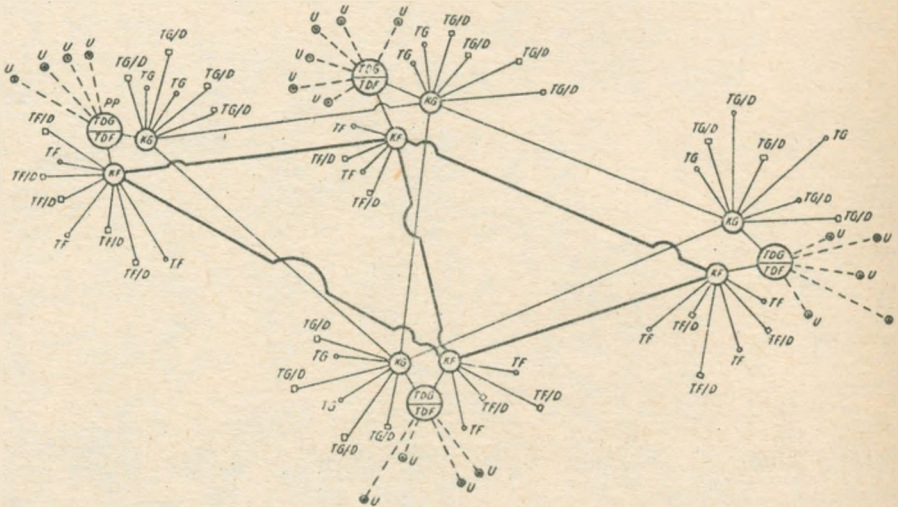
Rys. 8. Wizja publicznej sieci transmisji danych
 — faza pierwsza — faza druga ---- faza trzecia



Rys. 9. Idea ruchu tranzytowego w publicznej sieci transmisji danych: a/ w systemie z komutacją łączy, b/ w systemie z komutacją wiadomości /z retransmisją/

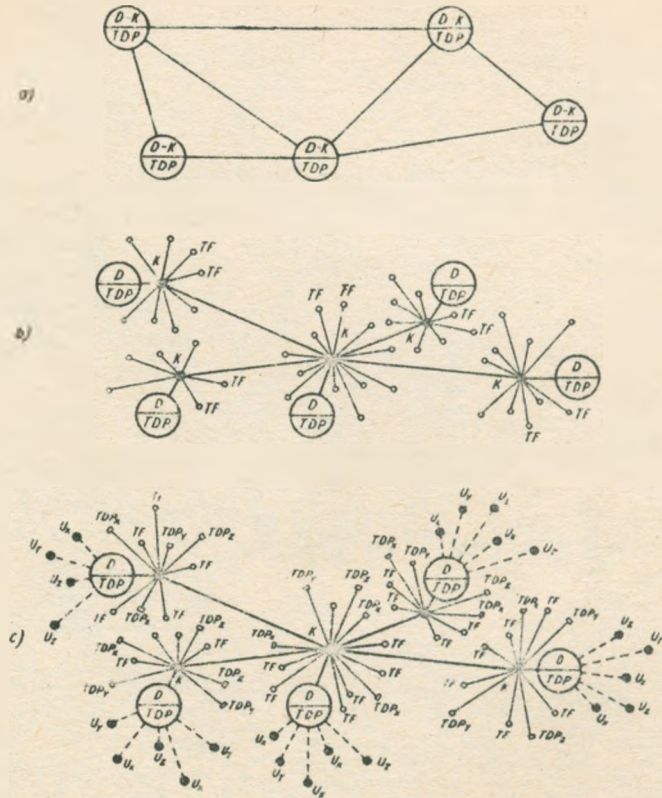


Rys. 10. Idea zastosowania komutacji łączy w placówce tranzytowej publicznej sieci transmisji danych



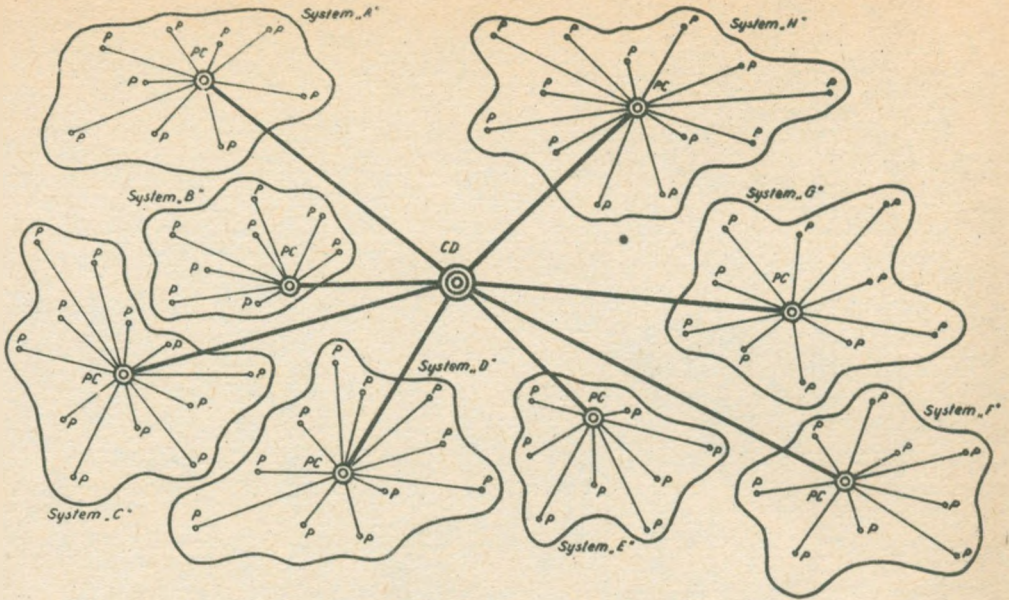
Rys. 12. Idea integracji publicznej sieci transmisji danych, sieci telexowej, abonenckiej sieci telefonicznej, abonenckiej sieci transmisji danych typu telegraficznego i abonenckiej sieci transmisji danych typu telefonicznego

⊙U - placówki systemów teleinformacyjnych nie posiadające urządzeń transmisji danych - - - - - droga fizycznego transportu informacji

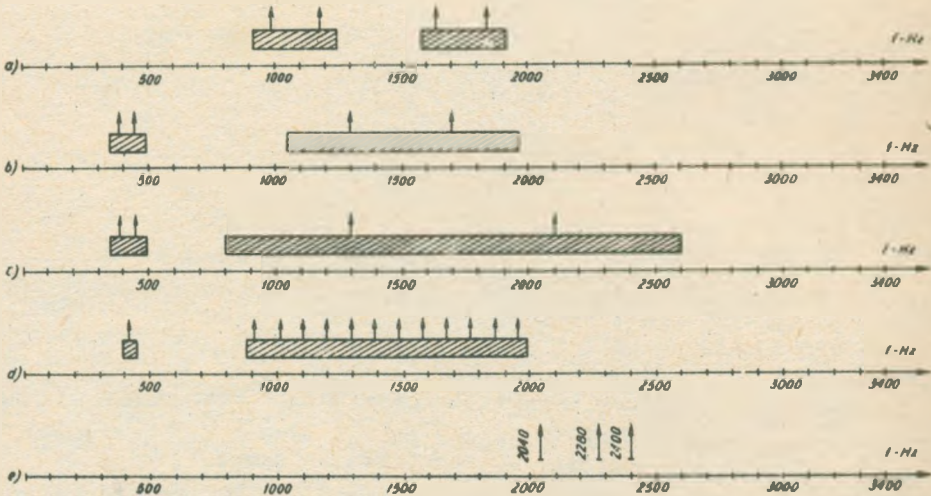


Rys. 11. Poszczególne fazy rozwoju publicznej sieci transmisji danych i jej integracji z siecią komutowaną /telefoniczną/:
 a/ faza wyjściowa, b/ włączenie placówek publicznej sieci transmisji danych do telefonicznej sieci komutowanej, c/ integracja publicznej sieci transmisji danych z komutowaną telefoniczną siecią abonencką i z zamkniętymi systemami teleinformatycznymi typu X, Y, Z

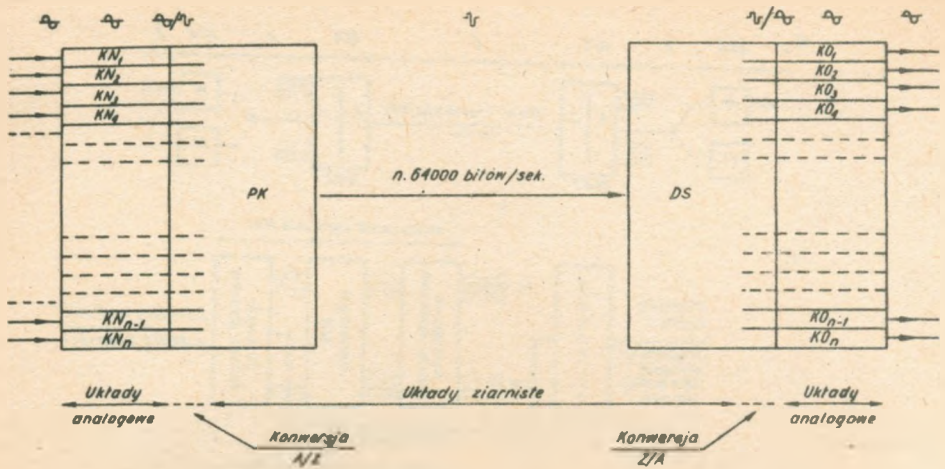
© U_x, U_y, U_z - placówki systemów teleinformatycznych X, Y, Z, nie posiadające urządzeń transmisji danych, - - - - - droga fizycznego transportu informacji



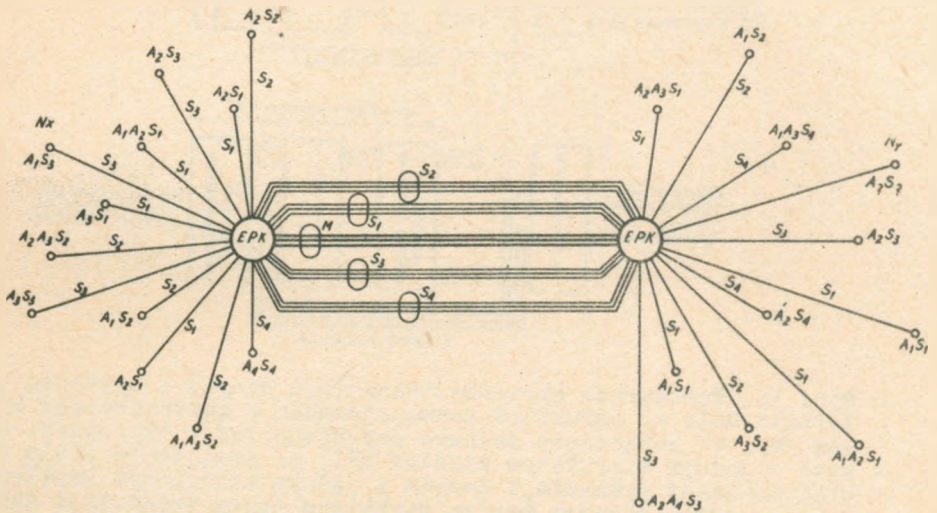
Rys. 13. Ideowa struktura przyszłego centralnego teleinformacyjnego systemu zarządzania państwem i jego gospodarką /CSZ/



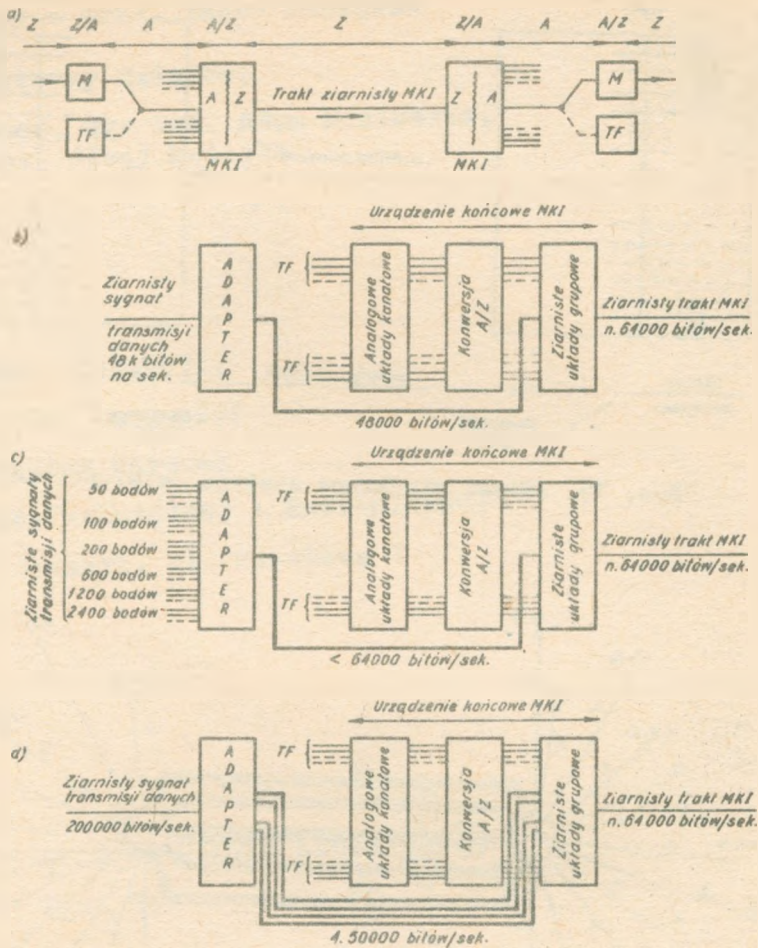
Rys. 14. Pasma częstotliwości zajęte przez poszczególne mode-
my transmisji danych na tle częstotliwości stosowanych w sy-
stemie sygnalizacji wewnątrzpaństwowej: a/ modem 200-bodowy,
b/ modem 600/1200-bodowy przy pracy z szybkością 600 bodów,
c/ modem 600/1200-bodowy przy pracy z szybkością 1200 bodów,
d/ modem wieloczęstotliwościowy, e/ częstotliwości stosowane
w systemie sygnalizacji wewnątrzpaństwowej



Rys. 15. Ideowa struktura systemu telefonii MKI



Rys. 17. Ideowy schemat połączeń w perspektywicznej elastycznej sieci transmisji danych



Rys. 16. Współpraca systemów transmisji danych z systemem telefoni MKI: a/ struktura konwencjonalna z zastosowaniem mode-
mów /M/, b/ połączenie jednego szybkiego łącza transmisji da-
nych z jednym ziarnistym kanałem MKI, c/ połączenie wielu ziar-
nistych łączy transmisji danych z jednym ziarnistym kanałem MKI,
d/ połączenie jednego bardzo szybkiego łącza transmisji danych
z czterema ziarnistymi kanałami MKI

