

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

1 (152)

1976

BIULETYN INFORMACYJNY

Redaktor Naczelny - prof. mgr inż. Lesław Kędzierski
Z-ca Redaktora Naczelnego - dr inż. Krystyn Plewko

Redaktorzy działów:

mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Moniuszko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Andrzej Klućkiwicz

SZEROKOPASMOWE SYSTEMY TRANSMISJI INFORMACJI

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Informacja i jej przekazywanie	1
2. Rodzaje sieci telekomunikacyjnych	3
3. Możliwości rozwoju usług telekomunikacyjnych	6
3.1. Transmisja informacji wizyjnych	6
3.2. Klasyfikacja usług telekomunikacyjnych	7
3.3. Wyposażenie stacji centralnej	13
3.4. Urządzenia abonenckie	14
4. Struktura szerokopasmowego systemu transmisji informacji	16
4.1. Zagadnienia ogólne	16
4.2. Podstawowe wymagania techniczne	19
4.3. Przykłady rozwiązań praktycznych	22
5. Perspektywy rozwojowe	27
Wykaz literatury	29

Od wydawnictwa

Zawiadamiamy niniejszym, że decyzją Prezesa Głównego Urzędu Kontroli Prasy, Publikacji i Widowisk z września 1976 r., uzgodnioną z Centrum Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej, nazwa czasopisma Problemy Łączności została zmieniona na Biuletyn Informacyjny, który będzie ukazywał się w ilości do 12-13 zeszytów rocznie. Jednocześnie została znacznie zmniejszona dopuszczalna objętość wydawnictwa.

Charakter wydawnictwa pozostaje bez zmiany.

SZEROKOPASMOWE SYSTEMY TRANSMISJI INFORMACJI

1. INFORMACJA I JEJ PRZEKAZYWANIE

Charakterystyczną cechą ostatnich dwóch dziesięcioleci jest gwałtowny wzrost zapotrzebowania na wszelkiego rodzaju informacje. Nie sposób wydzielić takiej dziedziny współczesnego życia, w której można by się obejść bez całej masy różnorodnych informacji, stale aktualizowanych, odpowiednio przetwarzanych i selekcyjnowanych.

Weźmy np. badania lekarskie. Kilkadziesiąt lat temu badanie takie polegało na "opukaniu" chorego i wypytaniu go, jakie zaobserwował objawy choroby i na co dotychczas chorował. Na tej podstawie lekarz starał się postawić diagnozę, ustalając przyczyny choroby oraz środki lecznicze. Często było to trudne lub wręcz niemożliwe, a powodem tego był brak dostatecznej, pełnej i wiarygodnej informacji o rzeczywistym stanie fizycznym chorego.

Obecnie nawet pozornie proste przypadki chorobowe wymagają wykonania wielu analiz i badań. Ich wyniki w postaci opisów, wykresów, zestawień cyfrowych lub zdjęć fotograficznych pozwalają na określenie stanu chorego ze znacznie większą dokładnością, niż było to dawniej możliwe, dzięki czemu ustalenie właściwego sposobu leczenia staje się znacznie łatwiejsze.

Efektywne zużycie informacji zebranych w danym przypadku jest najczęściej połączone z zestawieniem ich z zasobem informacji z danej dziedziny nagromadzonych uprzednio. Dysponowanie tak uzupełnionym materiałem informacyjnym umożliwia podejmowanie właściwych decyzji i ustalenie toku postępowania.

W naszym przykładzie lekarz zestawia informacje o stanie chorego ze swą wiedzą medyczną, nabytą w czasie studiów i uzupełnianą doświadczeniem praktycznym. Jego znajomość rodzajów schorzeń oraz rodzajów środków leczniczych i ich działania pozwala ustalić najwłaściwszy, jego zdaniem, sposób leczenia.

Postać, w jakiej należy podać informacje, powinna być dostosowana do jej użytkownika. A więc informacje przeznaczone dla człowieka muszą być odczytywane za pomocą ludzkich zmysłów, natomiast informacja dla maszyny matematycznej może być podana w postaci taśmy perforowanej lub sygnału elektrycznego zarejestrowanego na taśmie magnetycznej. W wielu przypadkach istotna może jednak być postać, w jakiej podaje się informacje. Na przykład informacje o stanie konta bankowego można podać bądź w formie pisemnej z podaniem liczby cyframi lub słowami /infor-

macja wizualna/ bądź też przekazać głosem /informacja foniczna/. W obu przypadkach informacja ta będzie odebrana prawidłowo. Natomiast sprawdzenie autentyczności podpisu na dokumencie bankowym wymaga wyłącznie informacji wizualnej /wzór oryginalnego podpisu/.

Proces uzyskiwania niezbędnych informacji polega w uproszczeniu na ich wysyłaniu oraz przekazaniu odbiorcy w odpowiedniej postaci. Sposoby przekazywania informacji mogą być różne. Można na przykład rysunek techniczny bezpośrednio oddać osobie, która go potrzebuje, można też przesłać go pocztą, można wreszcie przekazać drogą fotograficzną. Doświadczamy w życiu codziennym, jaką rolę w rozpowszechnianiu wiadomości odgrywają tzw. masowe środki przekazu - prasa, radio i telewizja.

Szczególnie ważne znaczenie dla przesyłania informacji ma telekomunikacja. Podstawowym atutem jest tu szybkość przekazu. Możliwości telekomunikacji, jeśli chodzi o rodzaje przekazywanych informacji, są obecnie nieograniczone. O ile wynalazienie telegrafu umożliwiło przesyłanie wiadomości alfabetem Morse'a, to już wynalazek telefonu rozszerzył znacznie te możliwości, pozwalając przesyłać mowę ludzką, co oczywiście przyspieszyło przekazywanie informacji. Dalszy postęp techniczny powoduje bardzo szybki rozwój telekomunikacji i jej zastosowań. Za pośrednictwem fototelegrafii uzyskujemy możliwość szybkiego przesyłania obrazów czarno-białych lub kolorowych, a wreszcie dzięki telewizji - natychmiastowego przekazywania ruchomych obrazów kolorowych.

Cenną cechą telekomunikacji jest możliwość pokonywania wielkich odległości. Linie telekomunikacyjne obejmują całą kulę ziemską, a ostatnio dzięki wykorzystaniu sztucznych satelitów zaczynają opanowywać również i przestrzeń kosmiczną.

Proces przekazywania informacji metodami telekomunikacyjnymi można podzielić na trzy podstawowe fazy. Pierwszą z nich jest przetwarzanie przesyłanej informacji na odpowiadające jej zmiany prądu elektrycznego. Przy przekazywaniu dźwięków korzystamy z mikrofonu, dzięki któremu fale dźwiękowe wywołują odpowiednie zmiany prądu elektrycznego. Jeśli chcemy przekazać obraz, wykorzystujemy zjawisko fotoelektryczne, dzięki któremu zmiany natężenia oświetlenia zamieniają się na odpowiadające im zmiany natężenia prądu.

Drugą fazą procesu telekomunikacyjnego jest przesłanie przetworzonej na prąd elektryczny informacji do miejsca przeznaczenia. Do tego celu służą linie telekomunikacyjne, które drogą przewodową lub drogą radiową są zdolne przesyłać żądane informacje z miejsca nadania do miejsca odbioru.

Ostatnią wreszcie fazą procesu przesyłania informacji jest jej odtwarzanie w miejscu odbioru w jej pierwotnej postaci. A więc np. przy przesyłaniu informacji dźwiękowej przetwornikiem elektryczno-akustycznym będzie słuchawka lub głośnik, natomiast przy odtwarzaniu informacji wizualnej posłużymy się lampą

obrazową, która przetworzy zmiany prądu elektrycznego na obraz optyczny.

Z transmisją informacji drogą telekomunikacyjną wiąże się nieodłącznie pojęcie szerokości pasma częstotliwości. Ogólnie mówiąc, szerokość ta jest zależna od treści przesyłanej informacji i szybkości jej przesyłania. Przykładowo więc do przesyłania prostych sygnałów impulsowych przy telegrafowaniu wystarcza pasmo częstotliwości o szerokości kilkuset herców, natomiast przesyłanie mowy ludzkiej linią telefoniczną wymaga pasma częstotliwości około 4 kHz. Przy przesyłaniu obrazu, który stanowi informację bardzo złożoną, reprezentowaną przez jego poszczególne elementy, wymagana szerokość pasma częstotliwości jest zależna od czasu, w jakim musimy ten obraz przekazać. W telewizji czas nadawania jednego obrazu może trwać tylko 1/25 sekundy dla zachowania wrażenia ciągłości ruchu. Przy przyjętych obecnie parametrach standardu telewizyjnego wymagane pasmo częstotliwości przy transmisji systemem analogowym wynosi 6 MHz. Jeśli jednak możemy obraz o takiej samej jakości, czyli zawierający tyle samo informacji, przesłać w dłuższym okresie czasu /obraz nieruchomy/, to wymagana szerokość pasma częstotliwości będzie mogła ulec proporcjonalnemu zmniejszeniu. Przykładowo przy czasie nadawania około 60 sekund /1500-krotnie więcej niż w telewizji/ szerokość pasma wyniesie 4 kHz.

Zdolność do przesyłania informacji wygodnie jest określać pojęciem pojemności informacyjnej kanału transmisyjnego. Jednym z czynników określających tę pojemność jest szybkość przesyłania strumienia informacji wyrażona liczbą podstawowych jednostek informacji, czyli bitów przesyłanych w ciągu 1 sekundy. Przykładowo w telewizji kolorowej szybkość przesyłania informacji wynosi około 100 Mbit/s /megabitów na sekundę/, co oznacza, że jeden obraz reprezentuje strumień informacji wynoszący 4 Mbit. Przesłanie takiego obrazu w ciągu 1 minuty wymaga więc szybkości transmisji około 67 kbit/s.

Burzliwy rozwój elektroniki w ostatnich dziesięcioleciach, oparty na technice półprzewodnikowej i obwodów scalonych, stwarza bardzo dogodne warunki wzajemnej wymiany informacji. Obecnie nie można już wyobrazić sobie zarówno życia społeczeństwa, jak i życia każdego człowieka bez codziennego kontaktu z telefonem, odbiornikiem radiowym czy telewizyjnym i innymi urządzeniami telekomunikacyjnymi, które bez przerwy dostarczają nam informacji. Najbliższe lata przyniosą niewątpliwie dalszy rozwój w tej dziedzinie.

2. RODZAJE SIECI TELEKOMUNIKACYJNYCH

Zaledwie 100 lat upłynęło od wynalezienia telefonu przez Grahama Bella /w 1876 r./, a już obecnie dosłownie cała kula ziemiska jest opleciona, jak pajęczyna, siecią niezliczonych linii telekomunikacyjnych. Dostrzegamy jednak tylko zni-

komą ich część - napowietrzne linie przewodowe, głównie telefoniczne. Odbiorcą większości tych linii jest ukryta pod ziemią lub pod wodą, lub są to połączenia radiowe.

Sieci telekomunikacyjne odznaczają się wielką różnorodnością zarówno pod względem przeznaczenia, jak i technicznych rozwiązań systemów telekomunikacyjnych. Rozróżniamy więc sieci telegraficzne i telefoniczne, sieci radiokomunikacyjne i radiofoniczne, sieci telewizyjne, a w ostatnich latach są szybko rozwijane sieci teledancyjne /transmisji danych/. Część z nich tworzy tzw. sieci otwarte przeznaczone do użytku publicznego, jak np. sieć telefoniczna, inne zaś są przeznaczone dla określonych służb i mają charakter zamknięty, jak np. sieć służby przeciwpożarowej czy przeciwpowodziowej.

Klasyfikując sieci telekomunikacyjne z punktu widzenia technicznego należałoby przyjąć za najbardziej charakterystyczne dla nich cechy: szerokość pasma przenoszonych częstotliwości oraz możliwość komutacji, czyli tworzenia połączeń od punktu do punktu.

Największe możliwości komutacyjne ma sieć telefoniczna, w której każdy jej użytkownik ma możliwość uzyskania połączenia z dowolnym innym jej użytkownikiem. Charakterystyczne jest przy tym dla takiego połączenia, że występuje w nim transmisja w obu kierunkach, co oznacza, że oba punkty końcowe są jednocześnie punktami nadawczymi i odbiorczymi.

Przy bardzo szerokich możliwościach komutacyjnych oraz 2-kierunkowej transmisji sieć telefoniczna odznacza się bardzo wąskim pasmem przenoszonych częstotliwości. Jak wiadomo, szerokość kanału telefonicznego wynosi tylko 4 kHz. Oczywiście występują w sieciach telefonicznych linie telekomunikacyjne o znacznie szerszych pasmach częstotliwości, jednak do celów telefonii wykorzystuje się je w ten sposób, że stosuje się tzw. systemy nośne wielokrotne, w których liczba kanałów telefonicznych jest tym większa, im szersze jest pasmo przenoszonych częstotliwości danej linii.

Inny charakter ma sieć radiofoniczna. Przede wszystkim pasmo przenoszonych częstotliwości, choć ograniczone jedynie do częstotliwości akustycznych, jest tu znacznie szersze i dochodzi do 15 kHz. Drugą cechą charakterystyczną sieci radiofonicznej jest 1-kierunkowa transmisja: ze studia radiofonicznego przez linie dźwiękowe /z reguły przewodowe/ do nadajnika radiofonicznego i stąd drogą radiową do odbiorców.

W sieci tej komutacja jest bardzo ograniczona i jest stosowana na liniach dźwiękowych zależnie od tego, z którego ośrodka radiowego jest nadawany program.

Dzięki emisji radiowej sieć telefoniczna przy małej stosunkowo liczbie punktów nadawczych daje dostęp do bardzo dużej, teoretycznie nieograniczonej, liczby odbiorców.

Bardzo podobne własności ma sieć telewizyjna. Tutaj również występuje transmisja jednokierunkowa od źródła programu telewizyjnego do jego odbiorców, zaś komutację stosuje się jedynie w sieci telewizyjnych linii transmisyjnych. Różnica między siecią radfoniczną a telewizyjną polega na znacznie większej szerokości kanału transmisyjnego, która wynosi zależnie od standardu stosowanego w danym kraju 6, 7, 8 a nawet 14 MHz.

W ostatnich dziesięcioleciach zaczęły się bardzo szybko rozwijać sieci telewizji przewodowej. Sieci te występują w bardzo różnorodnych postaciach od bardzo prostych odbiorczych systemów antenowych /anten zblorowych/, obsługujących kilkunastu abonentów, do systemów bardzo rozbudowanych, obejmujących duże osiedla mieszkaniowe o kilkudziesięciu tysiącach mieszkańców.

U podstaw rozwoju tych sieci leży dążenie do poprawy warunków odbioru programów telewizyjnych oraz do zwiększenia liczby programów. Dzięki przesyłaniu programu telewizyjnego drogą przewodową unika się wszelkich zakłóceń pojawiających się przy propagacji fal radiowych w wolnej przestrzeni, jak np. zakłóceń atmosferycznych, zakłóceń ze strony obcych nadajników radiowych, zakłóceń przemysłowych, odbić sygnału dających zjawisko odbioru wielodrogowego, zaników sygnału w strefach cienia występujących przy wysokiej zabudowie miejskiej. Z drugiej strony wykorzystanie bardzo szerokiego pasma częstotliwości linii przewodowych, z reguły współosiłowych, umożliwiło nadawanie znacznie większej liczby programów telewizyjnych niż jest to możliwe drogą radiową. Z reguły przesyła się również programy radfoniczne w zakresie UKF.

Atrakcyjność obu tych cech systemu przewodowego rozsyłania programów telewizyjnych i radfonicznych jest dla odbiorców na tyle duża, że znajduje on coraz więcej zwolenników, pomimo że wiąże się to z ponoszeniem dodatkowych opłat. O szybkości rozwoju telewizji przewodowej świadczy fakt, że liczba abonentów tych sieci w USA przekroczyła już 10 milionów, a w Europie wynosi około 3 milionów.

Podstawową cechą systemu przewodowego rozsyłania programów telewizyjnych jest bardzo szerokie pasmo częstotliwości, obejmujące wszystkie kanały telewizyjne zakresu fal metrowych, a więc łącznie około 300 MHz. Pod tym względem system telewizji przewodowej przewyższa wszystkie inne systemy teletransmisyjne i daje szerokie możliwości przesyłania nie tylko programów telewizyjnych i radfonicznych, do czego były one pierwotnie przeznaczone, ale i wielu innych informacji.

Jeśli jeszcze stworzymy w sieci telewizji przewodowej możliwość transmisji dwukierunkowej, tzn. również i w kierunku od abonenta do stacji centralnej, to możliwość wykorzystania takiej sieci do przesyłania informacji niepomniernie wzrasta, przekształcając je w szerokopasmowy system transmisji informacji.

Rozwój tego rodzaju systemów telekomunikacyjnych jest nieunikniony, o czym świadczą coraz liczniejsze zastosowania praktyczne. Ciągły wzrost zapotrzebowa-

nia na coraz to nowe usługi telekomunikacyjne zmusza do szybkiej rozbudowy istniejących i budowy nowych sieci telekomunikacyjnych. Wydaje się więc uzasadnione twierdzenie, że przez racjonalne wykorzystanie możliwości technicznych, jakimi odznacza się współczesny system telewizji przewodowej, można będzie w połączeniu z zastosowaniem najnowszych osiągnięć elektroniki utworzyć uniwersalne szerokopasmowe systemy transmisji informacji, zdolne zaspokoić wszelkie potrzeby w tym zakresie.

Wielką zaletą takiego rozwiązania byłoby to, że tę samą sieć telekomunikacyjną można by wykorzystać nie tylko do istniejących służb telekomunikacyjnych /telefonia, radiofonia, telewizja, teledakcja itp./, z których każda obecnie użytkuje odrębną sieć, ale również i do wielu nowych służb istniejących jedynie w sferze projektów, co byłoby rewolucyjnym postępem w dziedzinie telekomunikacji.

3. MOŻLIWOŚCI ROZWOJU USŁUG TELEKOMUNIKACYJNYCH

3.1. Transmisja informacji wizyjnych

Współczesny system telewizji przewodowej o transmisji 2-kierunkowej, który można traktować jako szerokopasmowy system transmisji informacji, dysponuje olbrzymimi możliwościami transmisyjnymi w porównaniu z innymi systemami telekomunikacyjnymi. Wykorzystywane pasmo częstotliwości do około 300 MHz obejmuje bowiem ponad 25 kanałów telewizyjnych oraz cały zakres radiofoniczny UKF.

W zastosowaniu do telewizji oznacza to więc możliwość jednoczesnego nadawania do 12 programów przy uwzględnieniu ograniczeń, jakie stawiają pod względem selektywności obecnie produkowane odbiorniki telewizyjne. Wyprodukowanie odbiorników, umożliwiających nie zakłócony odbiór programów telewizyjnych, nadawanych w sąsiednich kanałach, powiększy dwukrotnie tę liczbę. Powstają w ten sposób warunki do znacznego zróżnicowania charakteru programów telewizyjnych, co jest zgodne z występującą obecnie tendencją. Wystarczy wspomnieć tylko o coraz większej popularności telewizyjnych programów szkoleniowych, które przy nadawaniu drogą radiową mogą być realizowane jedynie w ograniczonym zakresie.

Jak wynika z dotychczasowych doświadczeń eksploatacji telewizji przewodowej, nie zachodzi jednak konieczność wykorzystywania wszystkich kanałów telewizyjnych, jakimi dysponuje dana sieć rozsyłowa, na nadawanie programów ogólnodostępnych. Część kanałów można więc przeznaczyć na nadawanie programów specjalnych dla określonych grup odbiorców lub odbiorców indywidualnych /np. na zasadzie telewizji taryfowej lub dzierżawy kanałów/.

Nadawanie programów telewizyjnych, jeśli pod tym pojęciem rozumie się przesyłanie informacji wizyjnych, nie wyczerpuje, nawet przy bardzo dużej różnorod-

ności i liczbie programów i możliwości dwukierunkowej transmisji, wszystkich potrzeb w tej dziedzinie. W wielu przypadkach bowiem ruch nie jest istotną cechą przesyłanego obrazu i wówczas można przesyłać obraz nieruchomy, nie tracąc nic z przekazywanej informacji. Jako przykład takiego obrazu można wymienić rysunek lub wzór podpisu do identyfikacji przy operacjach bankowych. Co więcej, wiele tematów obecnie nadawanych przez telewizję w postaci obrazów, w zasadzie ruchomych, można bez szkody przekazywać jako obrazy nieruchome, np. zdjęcie krajozobrazu czy zabytków architektury. W podobny sposób można przekształcić kurs szkoleniowy z obrazu wykładowcy objaśniającego dany temat czy wypisującego wzory na tablicy w szereg nieruchomych plansz, zmieniających się w określonym tempie i odpowiednio komentowanych.

Przekazywanie informacji wizyjnych w postaci nieruchomych obrazów ma istotne znaczenie dla racjonalnego wykorzystania pasma częstotliwości. Jak to już wyjaśniono w rozdz. 1, szerokość tego pasma musi być tym większa, im krótszy jest czas przeznaczony na nadanie obrazu. Względy ekonomiczne przemawiają więc za tym, aby nie skracać czasu nadawania więcej niż jest to konieczne, gdyż dzięki temu można używać odpowiednio węższego kanału transmisyjnego. W ten sposób w ramach jednego kanału telewizyjnego można utworzyć wiele /do kilkuset/ kanałów transmisji obrazów nieruchomych. Można przy tym stosować zarówno podział częstotliwościowy, jak i czasowy.

W wielu przypadkach informacja wizyjna może być przekazywana w postaci tekstu lub prostych rysunków. Można wówczas stosować system cyfrowy z zastosowaniem kodu, określającego poszczególne znaki alfanumeryczne lub graficzne. Odtwarzanie informacji uzyskuje się np. za pomocą dalekopisu lub odbiornika telewizyjnego połączony z generatorem znaków alfanumerycznych.

Transmisji informacji wizyjnych często towarzyszy transmisja informacji fonicznych jako uzupełnienie. Jest to na przykład regułą przy nadawaniu programów telewizyjnych. Ale istnieje również wiele przypadków, gdy każdy z tych rodzajów informacji występuje oddzielnie, tworząc pełnowartościową informację. Na przykład w telefonii przesyła się jedynie sygnały mowy, a przy nadawaniu tekstów nie ma potrzeby przesyłania sygnałów fonicznych.

3.2. Klasyfikacja usług telekomunikacyjnych

Rozszerzanie zakresu usług telekomunikacyjnych ma bezpośredni związek z rozbudową całego systemu telekomunikacji, zarówno ośrodka nadawczego, sieci transmisyjnej, jak i punktów odbiorczych. Do głównych czynników mających na to wpływ można zaliczyć także, jak:

- struktura łączności
 - a/ przepływ informacji 1-kierunkowy /rozesłanie, zbieranie, monolog/ lub 2-kierunkowy /dialog, transmisja przemienna/,
 - b/ sposób przesyłania informacji /jednocześnie do wszystkich abonentów, jednocześnie do określonych grup abonentów, indywidualnie między abonentami/,
 - c/ drogi łączności /między stałymi użytkownikami, między zmieniającymi się użytkownikami/,
- pojemność kanału informacyjnego /szerokość pasma, stosunek sygnału do szumu, szybkość bitowa, stopa błędów/,
- zasięg pojmowany jako fizyczna odległość między punktem nadawczym a odbiorczym /miejscowy, regionalny, krajowy/,
- wymagania co do jednoczesności /odbiór jednocześnie z nadawaniem, dopuszczalne opóźnienie odbioru/,
- wymagania bezpieczeństwa transmisji /niezawodność, zabezpieczenie przed nieuprawnionymi użytkownikami/,
- geograficzne rozmieszczenie punktów nadawczych i odbiorczych /o dużej gęstości, rozproszone/,

Opierając się na tych kryteriach można dokonać podziału klasyfikacyjnego usług telekomunikacyjnych z punktu widzenia zaangażowania środków technicznych [1]. Podane w tabelicy 3.1. usługi telekomunikacyjne podzielono na 6 głównych grup stosownie do ich struktury łączności. Rozpatrując właściwości tych grup usług z punktu widzenia struktury kanału transmisyjnego oraz możliwości komutacyjnych musimy stwierdzić, że grupy 1 i 2 charakteryzuje ich funkcja rozsyłania /dystrybucji/ informacji, natomiast pozostałe grupy cechuje określony stopień wyłączoneści transmisji. Struktura kanału transmisyjnego jest uzależniona od rodzaju usługi telekomunikacyjnej: czy wymaga ona odrębnych kanałów /przestrzennych, częstotliwościowych lub czasowych/ dla poszczególnych abonentów, czy też mogą to być kanały wspólne dla grup abonentów lub wspólne dla wszystkich. Ważne jest również, czy do realizacji danej usługi wymagany jest jeden kierunek transmisji, czy dwa. Zależności te ilustruje zestawienie podane w tabelicy 3.2.

Rozpatrując wymagania poszczególnych rodzajów usług telekomunikacyjnych od strony realizacji technicznej można zauważyć, że zaangażowanie środków technicznych danego systemu telekomunikacyjnego wzrasta wraz ze wzrostem pojemności informacyjnej kanału transmisyjnego i ze wzrostem stopnia zindywidualizowania usługi.

Tablica 3.1. c.d.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6. łączność między użytkownikami	Zdalna kontrola	Zdalne przetwarzanie								x		
	Teleks	Zdalne zapytywanie								x		
	Symlografia	Wymiana tekstów							x	x	x	
	Telefonia	Wymiana dokumentów, poczta elektroniczna							x	x	x	
	Wizjotelefonía	Dialog	Dialog							x	x	x
		Konferencja	Konferencja							x	x	x
		Konferencja							x	x	x	

o - abonent, ● - centrala, → - kierunek przepływu informacji

Struktura elementów funkcyjnych systemu telekomunikacyjnego w zależności od rodzajów usług

T a b l i c a 3.2.

Grupa struktury łączności	Centrala		Kanał		Urządzenie abonenckie	
	Nadajnik	Odbiornik	Do abonenta	Do centrali	Odbiornik	Nadajnik
1. Rozdział bez ograniczenia	Brak komutacji	-	Kanał rozsyłowy wspólny dla wszystkich abonentów	-	Komutacja lokalna /wybór kanału/	-
2. Rozdział ograniczony	Transmisja sygnałów komutacyjnych odpowiadających grupie abonentów	-	Kanał rozsyłowy wspólny dla grupy abonentów	-	Komutacja zdalna i lokalna /wybór kanału/	-
3. Rozdział na żądanie	Zdalnie sterowana komutacja indywidualnie przez abonenta		Indywidualny kanał abonent		Brak komutacji	Transmisja sygnałów komutacyjnych
4. Zbieranie przez centralę	-	Komutacja przez abonent	-	Indywidualny kanał abonent	-	Brak komutacji
5. Dialog z centralą	Komutacja sterowana zdalnie przez abonenta		Indywidualny kanał abonent		Brak komutacji	Transmisja sygnałów komutacyjnych
6. łączność między abonentami						

3.3. Wyposażenie stacji centralnej

Zależnie od rodzaju usług realizowanych przez przewodowy system telekomunikacyjny zmienia się wyposażenie stacji centralnej. W najprostszym przypadku nadawania programów telewizyjnych i radiofonicznych odbieranych z anteny stacja centralna musi być wyposażona w urządzenie antenowe, wzmacniacze i przemienniki częstotliwości w celu nadawania poszczególnych programów we właściwych dla danej sieci kanałach.

Rozszerzenie możliwości stacji centralnej na odbiór programów telewizyjnych lub radiofonicznych dosyłanych dalekosiężnymi liniami transmisyjnymi wymaga uzupełnienia jej wyposażenia w urządzenia odbiorcze linii kablowych lub radiowych /nazemnych lub satelitarnych/ oraz odpowiednio urządzenia modulacyjne. Dalsze rozbudowy wymaga stacja centralna przy nadawaniu programów lokalnych. Dochodzą bowiem urządzenia studyjne telewizyjne i radiofoniczne /tory kamerowe, telekino, magnetowidy, magnetofony, mikrofony itp./ oraz urządzenia modulacyjne, gdyż każdy z programów lokalnych musi być nadawany w odpowiednim kanale w.cz.

Wprowadzanie nowych rodzajów usług telekomunikacyjnych w szerokopasmowego systemu przesyłania informacji zmienia jego strukturę funkcjonalną. Rola stacji centralnej, ograniczona w systemie tradycyjnym do rozsyłania za pośrednictwem sieci przewodowej programów telewizyjnych i radiofonicznych, zmienia się znacznie przy wprowadzeniu wstecznego kierunku transmisji /od abonentów do centrali/ oraz zróżnicowaniu rodzajów przesyłanych informacji. W tej sytuacji urządzenia stacji centralnej muszą zapewnić:

- odbiór sygnałów nadawanych przez abonenta,
- identyfikację abonenta oraz jego żądania,
- zestawienie odpowiedniego kanału transmisyjnego,
- przesłanie żądanej informacji.

Powoduje to, że układ funkcjonalny stacji centralnej staje się bardzo rozbudowany i skomplikowany /rys. 3.1/^{x/}. Biorąc pod uwagę olbrzymią różnorodność treści i postaci informacji, jakie mogą być przesyłane, stacja centralna musi umożliwić dostęp do źródeł tych informacji. Wśród nich można by wymienić przykładowo:

- banki danych,
- banki informacji,
- agencje prasowe przekazujące aktualności w postaci tekstów, fotografii i komentarzy słownych,

^{x/} Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

- instytucje naukowe nadające programy szkoleniowe w różnych formach /na "żywo", serie obrazów statycznych z objaśnieniami, serie pytań i odpowiedzi itp./,
- biblioteki przekazujące informacje w postaci tekstów, obrazów nieruchomych lub mowy,
- taśmoteki nadające programy telewizyjne i muzyczne,
- agencje handlowe i reklamowe,
- biura podróży
- i wiele innych.

Zakłada się przy tym, że źródła informacji są w wysokim stopniu zautomatyzowane, sterowane odpowiednio wyspecjalizowanymi komputerami, wyposażonymi w układy pamięciowe o dużej pojemności.

Przy usługach telekomunikacyjnych, wymagających indywidualnego połączenia abonenta z centralą lub abonentów między sobą i przekazania odpowiedniego rodzaju informacji urządzenia stacji centralnej muszą drogą odpowiednich komutacji zestawiać kanał transmisyjny o pojemności odpowiadającej charakterowi przesyłanej informacji. Tworzy się w ten sposób system komutacji tym bardziej skomplikowany, im większą zakłada się swobodę w dokonywaniu połączeń i wyborze rodzaju informacji. Wynika z tego, że najbardziej złożony system komutacji uzyskałoby się w założeniu, że każdy abonent danej sieci musi mieć możliwość połączenia się indywidualnym kanałem ze stacją centralną lub dowolnym innym abonentem i musi mieć przy tym możliwość dwustronnej wymiany dowolnego rodzaju informacji.

Jest to oczywiście teoretycznie możliwe, ale obecnie niemożliwe do praktycznej realizacji i na szczęście niepotrzebne.

3.4. Urządzenia abonenckie

Do najbardziej rozpowszechnionych obecnie urządzeń telekomunikacyjnych należą niewątpliwie telefon, odbiornik radiofoniczny i odbiornik telewizyjny. Z urządzeń elektronicznych spotyka się również często w użytku domowym magnetofon, rzadziej magnetowid. Wiele instytucji jest wyposażonych w urządzenia teleksowe i symlografy. Coraz częściej spotyka się też urządzenia końcowe teledacyjne.

Rozwój szerokopasmowych systemów transmisji informacji i związane z tym wprowadzenie nowych rodzajów usług telekomunikacyjnych wiąże się ze zmianą struktury wyposażenia abonenckiego. Już bowiem w telewizji przewodowej należy stosować specjalny konwerter w celu przystosowania typowego odbiornika telewizyjnego do odbioru programów nadawanych w kanałach specjalnych, położonych poza zakresami częstotliwości normalnie wykorzystywanymi w telewizji.

W szerokopasmowym systemie transmisji informacji o szerokim zakresie usług telekomunikacyjnych wyposażenie abonenckie będzie musiało obejmować wiele urzą-

dzeń zdolnych do odbioru i nadawania określonych rodzajów informacji. W tej sytuacji należałoby raczej stosować określenie stacji abonenckiej. Poszczególne urządzenia abonenckie powinny być dołączone do linii transmisyjnej za pośrednictwem układu dopasowującego, który miałby za zadanie:

- odbierać sygnały przesyłane ze stacji centralnej w odpowiednich kanałach częstotliwościowych i rozdzielać je do właściwych urządzeń odbiorczych,
- wysyłać do stacji centralnej, w zakresie częstotliwości przewidzianym dla tego kierunku, sygnały z nadawczych urządzeń abonenckich.

Omówmy przykładowo niektóre zastosowania urządzeń abonenckich do realizacji usług, jakie są przewidywane w szerokopasmowych systemach transmisji informacji:

- **O d b i o r n i k t e l e w i z y j n y** nie tylko umożliwia odbiór programów telewizyjnych, ale może być również wykorzystany jako urządzenie do zobrażenia informacji /"display"/ nadawanej systemem cyfrowym; za pomocą odpowiednich urządzeń uzupełniających /np. generator znaków alfanumerycznych/ można zobrazować na ekranie tekst lub proste rysunki.
- **O d b i o r n i k r a d i o f o n i c z n y** poza odbiorem programów radiofonicznych nadawanych w zakresie UKF z modulacją częstotliwościową może być wykorzystywany do odtwarzania wszelkiego rodzaju informacji fonicznych.
- **A p a r a t t e l e f o n i c z n y** poza tradycyjnym zastosowaniem do przeprowadzenia rozmów można wykorzystywać do nadawania za pomocą tarczy numerycznej /lub zespołu przycisków/ sygnałów w celu zamówienia żądanej usługi.
- **A p a r a t w i z j o t e l e f o n i c z n y** służy do prowadzenia rozmów telefonicznych łącznie z przekazywaniem obrazu współrozmówców lub dokumentów, rysunków, tekstów itp.
- **M a g n e t o f o n** może być wykorzystywany do rejestracji informacji fonicznych odbieranych w czasie niedogodnym dla abonenta /np. rejestracja rozmów telefonicznych w czasie nieobecności abonenta, nagrywanie programów radiofonicznych nadawanych w porze nocnej/.
- **M a g n e t o w i d** znajduje podobne zastosowanie jak magnetofon, ale w odniesieniu do informacji wizyjnych; poza tym, po odpowiednim przystosowaniu może służyć jako pamięć wizyjna do odtwarzania na odbiorniku telewizyjnym obrazów nieruchomych nadawanych metodą powolnego wybierania lub metodą podziału czasowego, a również do nadawania tymi metodami obrazu telewizyjnego uzyskiwanego z lokalnej kamery telewizyjnej.
- **K a m e r a t e l e w i z y j n a** stanowi źródło obrazu telewizyjnego z natury.

- **Generator znaków alfanumerycznych** to urządzenie uzupełniające odbiornik telewizyjny, które odbiera kodowany sygnał cyfrowy i przetwarza go na sygnał wizyjny odpowiadający poszczególnym literom, cyfrom i znakom plearskim.
- **Pulpit manipulacyjny** to urządzenie zawierające szereg przycisków, których uruchomienie powoduje wysłanie do stacji centralnej odpowiednich sygnałów /zwykle kodowanych sygnałów cyfrowych/ oznaczających np. adres abonenta, odpowiedź na zapytanie centrali, żądanie określonej usługi itp. Pulpit manipulacyjny może mieć bardzo zróżnicowane wyposażenie - od 2 przycisków dających możliwość odpowiedzi "tak" lub "nie" do pełnej klawiatury literowej jak w maszynie do pisania.
- **Dalekopis** może być wykorzystywany w sposób tradycyjny do nadawania tekstów lub ich odbioru /zamiast odtwarzania na ekranie odbiornika telewizyjnego/.
- **Symilograf** można wykorzystywać do odbioru fotografii, dokumentów, listów, gazet.
- **Urządzenie końcowe teledacyjne** stosuje się do przekazywania danych.
- **Drukarka wierszowa** ma zastosowanie podobnie jak dalekopis do szybkiego odtwarzania tekstów.
- **Urządzenie liczące** na sygnał nadany ze stacji centralnej może podawać stan zużycia przez abonenta energii elektrycznej, gazu, wody itp.
- **Urządzenie sygnalizacyjne** może wywoływać alarm na stacji centralnej na wypadek kradzieży, włamania, pożaru itp.

Z powyższego przeglądu urządzeń abonentkich widać jasno, jak rozbudowana może być stacja abonentka, przystosowane do szerokich możliwości usług telekomunikacyjnych realizowanych za pośrednictwem szerokopasmowego systemu transmisji informacji /rys. 3.2/. Jest jednak oczywiste, że w większości przypadków wyposażenie to będzie znacznie skromniejsze /szczególnie u abonentów prywatnych/ stosownie do ograniczonego zakresu usług.

4. STRUKTURA SZEROKOPASMOWEGO SYSTEMU TRANSMISJI INFORMACJI

4.1. Zagadnienia ogólne

Koncepcja współczesnej sieci telewizji przewodowej wykształciła się drogą ewolucji urządzeń zbiorowego odbioru programów telewizyjnych, tzw. anten zbior-

rowych. Dzięki ciągłemu udoskonalaniu urządzeń sieci przewodowej oraz zaostre-
niu wymagań technicznych budowane obecnie sieci wykazują bardzo wysokie parametry
jakościowe i stanowią rozwiązania konstrukcyjne na szczytowym poziomie obec-
nego stanu techniki.

Struktura tych sieci umożliwia dalszy ich rozwój, przede wszystkim przez re-
alizację transmisji dwukierunkowej /w niektórych sieciach eksperymentalnych już
jest ona stosowana/, co pozwoli na znaczne rozszerzenie zakresu usług i stopnio-
we przekształcanie w szerokopasmowe systemy transmisji informacji.

Zadaniem systemu telewizji przewodowej jest odbieranie nadawanych drogą ra-
diową programów telewizyjnych i radiofonicznych i rozsyłanie ich drogą przewodową
do odbiorców. Spełnione przy tym muszą być podstawowe wymagania:

- urządzenia odbiorcze powinny umożliwiać odbiór we wszystkich zakresach czę-
stotliwości użytkowanych przez telewizję i radiofonię ultrakrótkofalową, a więc
zarówno w zakresie fal metrowych, jak i decymetrowych /w przyszłości również
centymetrowych/,
- odbierane sygnały powinny być wolne od szumu i zakłóceń,
- sieć rozsyłowa powinna umożliwiać odbiór programów telewizyjnych i radiofo-
nicznych za pomocą typowych odbiorników,
- poziom sygnałów doprowadzanych do punktów odbiorczych powinien być dostatecz-
nie wysoki, aby zapewnić dobrą jakość odbioru.

Wymagania te w sposób dostateczny określają ogólną koncepcję systemu telewi-
zji przewodowej i sposób rozwiązania urządzeń.

Za jedno z podstawowych zagadnień należy uznać ustalenie zakresu częstotliwo-
ści sygnałów odbieranych i sygnałów rozsyłanych siecią przewodową. Pierwsza
część tego zagadnienia jest rozwiązana niejako automatycznie przez pierwsze z
wymienionych wyżej wymagań podstawowych. Natomiast zakres częstotliwości w sie-
ci rozsyłowej jest uwarunkowany własnościami transmisyjnymi kabli współosiowych
używanych do kablowej sieci. Najistotniejszym parametrem jest tu, jak wiadomo,
tłumienność, której wartość silnie wzrasta wraz ze wzrostem częstotliwości /rys.
4.1/. Jest to więc czynnik, który ogranicza górną wartość częstotliwości trans-
mitowanych sygnałów oraz maksymalną długość odcinków kabla.

We współczesnych sieciach telewizji przewodowej przyjmuje się najczęściej
pasmo częstotliwości do 300 MHz. Jest to rozsądna, ekonomicznie uzasadniona
wartość, która z jednej strony zezwala utworzyć dostatecznie dużą liczbę kana-
łów telewizyjnych, a z drugiej strony umożliwia budowę sieci o stosunkowo dłu-
gich odcinkach wzmacniakowych i dużej całkowitej długości linii.

Przyjęty w sieciach telewizji przewodowej zakres transmitowanych częstotliwo-
ści do 300 MHz obejmuje, jak łatwo zauważyć, zakres fal metrowych, a więc I i III

zakres telewizyjny oraz zakres radiofonii UKF. Zgodnie z przyjętym wymaganiami podstawowym podział całego tego zakresu na kanały musi być identyczny z podziałem stosowanym przy emisji radiowej. Zauważmy jednak, że w tym planie rozdziału częstotliwości /rys. 4.2/ występują nie wykorzystane luki poniżej i powyżej III zakresu częstotliwości. Ekonomiczne wykorzystanie transmisyjnych możliwości kabla narzuca konieczność zajęcia tych luk - - - utworzenie dodatkowych, specjalnych kanałów telewizyjnych /rys. 4.2.b

Powstają jednak trudności przy odbiorze programów telewizyjnych nadawanych w tych kanałach, do których przecież nie są przystosowane typowe odbiorniki. Istnieje kilka sposobów rozwiązania tego zagadnienia. Jeden z nich polega na zastosowaniu przy odbiorniku telewizyjnym konwertera /przełicznika/ częstotliwości, który przesuwając specjalne kanały telewizyjne do zakresu fal decymetrowych /IV/V zakres częstotliwości/. Niedogodnością tego rozwiązania jest konieczność stosowania wspomnianego urządzenia przy każdym odbiorniku, co obciąża finansowo abonenta.

Można tego uniknąć instalując przełicznik kanałów w sieci rozsyłowej, w punktach rozgałęźnych, zasilających grupy abonentów. Odcinki linii kablowej od tych punktów do poszczególnych abonentów powinny być możliwie krótkie, aby uniknąć zwiększonego tłumienia przez kabel współosiowy sygnałów przesyłanych w zakresie fal decymetrowych.

Bezpośredni odbiór programów nadawanych w kanałach specjalnych umożliwiają odbiorniki telewizyjne dostosowane do odbioru w całym zakresie częstotliwości od 50 do 300 MHz. Pojawiły się w prasie technicznej wzmianki o wykonaniu tego rodzaju głowic odbiornikowych, które w prosty sposób mogą być zainstalowane. Charakterystyczną cechą tych urządzeń jest poza tym zwiększona selektywność, co umożliwia odbiór sygnałów nadawanych w sąsiednich kanałach telewizyjnych.

Przy przekształcaniu typowego systemu telewizji przewodowej w szerokopasmowy system transmisji informacji zagadnieniem pierwszoplanowym jest utworzenie kierunku zwrotnego transmisji, a więc od abonenta do stacji centralnej. Jest to konieczne do realizacji takich usług telekomunikacyjnych, które wymagają bądź dialogu /abonenta z centralą lub abonentów między sobą/, bądź przesyłania jakichkolwiek informacji od abonenta do stacji centralnej.

Do transmisji w kierunku zwrotnym można wykorzystywać pasmo częstotliwości położone poniżej I zakresu telewizyjnego, a więc obejmujące częstotliwości od 0 do około 40 MHz. Wartość ta może być różna w różnych krajach, zależnie od przyjętego rozkładu kanałów telewizyjnych w I zakresie częstotliwości. Zakres częstotliwości przeznaczony na transmisję w kierunku zwrotnym jest wystarczająco szeroki, aby utworzyć w nim parę kanałów telewizyjnych, a poza tym przesyłać wiele innych sygnałów wymagających węższego pasma częstotliwości. Rozważa się jednak sprawę innego podziału częstotliwości przenoszonych przez sieć przewo-

wą: poszerzenia zakresu dla wstecznego kierunku transmisji kosztem kierunku rozsyłowego. Taki podział byłby korzystny w przypadku konieczności użytkowania znacznej liczby kanałów transmisji wstecznej, co oczywiście zależy od rodzaju usług realizowanych w danym systemie transmisyjnym.

4.2. Podstawowe wymagania techniczne

Każdy szerokopasmowy system telekomunikacyjny musi spełniać bardzo ostre wymagania techniczne, aby zapewnić wysokie parametry jakościowe przesyłanych sygnałów. Warunek ten odnosi się oczywiście i do sygnałów telewizji przewodowej i wywodzących się od nich szerokopasmowych systemów transmisji informacji.

Do najistotniejszych czynników, na jakie należy zwrócić uwagę, aby zapewnić wysoką jakość transmisji, zalicza się:

- stosunek sygnału użytecznego do szumu,
- efekty intermodulacji i modulacji skrośnej,
- wpływ sieci zasilającej,
- zniekształcenia różnicowe fazy i wzmocnienia /istotne przy transmisji parametrów telewizji kolorowej/,
- przebieg charakterystyki czasu przejścia,
- niepożądane promieniowanie,
- odporność na promieniowanie zewnętrzne.

Musi to oczywiście mieć wpływ zarówno na koncepcję rozwiązania stacji centralnej i sieci przewodowej, jak i na konstrukcję urządzeń całego systemu.

Do głównych zadań stacji odbiorczej, która wchodzi w skład stacji centralnej systemu telewizji przewodowej należy odbiór programów telewizyjnych i radiofonicznych nadawanych drogą radiową. Uzyskanie możliwie dobrych warunków odbioru radiowego wymaga korzystnego usytuowania zespołu anten odbiorczych /np. najwyższy budynek w mieście lub wzniesienie terenu/ i zastosowania anten o wysokich parametrach jakościowych /dopasowanie, charakterystyka częstotliwościowa, charakterystyka kierunkowa/. Prawidłowo wykonany zespół antenowy może zapewnić uzyskanie wysokiego stosunku sygnału do szumu i zakłóceń przemysłowych oraz eliminację wpływu niepożądanych emisji radiowych.

W najnowszych rozwiązaniach stacji centralnej przyjęto stosowanie podwójnej przemiany częstotliwości: pierwszej - na częstotliwość pośrednią wzięli i fonii /np. 38 MHz i 31,5 MHz/ oraz drugiej - na częstotliwość nośną kanału, w którym sygnał jest nadawany w sieci przewodowej. Korzyścią takiego rozwiązania jest dobra selekcja poszczególnych programów. Niezależnie od tego stosuje się jeszcze filtry pasmowo-przepustowe w każdym kanale, aby skutecznie usunąć zakłócenia występujące poza pożądanym pasmem częstotliwości. Metoda podwójnej przemiany ułat

wia poza tym automatyczną regulację poziomu wyjściowego, co jest bardzo ważne w eliminacji efektów intermodulacji. Wartość poziomu sygnału wyjściowego powinna bowiem być stała w możliwie wąskich granicach i równa we wszystkich kanałach.

Szczególne uwagi zwraca się wśród urządzeń stacji centralnej na parametry wzmacniaczy, a mianowicie:

- niski poziom szumów własnych /mała liczba szumowa/, co ma bezpośredni wpływ na stosunek sygnału do szumu u abonenta,
- możliwie małe zniekształcenia nieliniarne, wywołujące dodatkowo zjawiska modulacji skrośnej,
- płaski przebieg charakterystyki grupowego czasu przejścia oraz małe wartości fazy różnicowej i wzmocnienia różnicowego, ważne ze względu na transmisję sygnałów telewizji kolorowej,
- stałość wzmocnienia, niezbędną do utrzymania niskiego poziomu intermodulacji.

Dla zobrazowania wymagań technicznych stawianych współczesnym rozwiązaniem urządzeń stacji centralnej warto podać dane według opracowanych w RFN wymagań na stacje centralne wielkich systemów telewizji przewodowej [2].

Zgodnie z tymi zaleceniami graniczne wartości parametrów stacji centralnej powinny wynosić:

D l a t e l e w i z j i

- | | |
|--|---------------------------|
| - poziom sygnału wyjściowego | 93-98 dB μ V |
| - zmiany poziomu wyjściowego | $\leq \pm 0,5$ dB |
| - zakres regulacji poziomu wyjściowego | $\geq \pm 18$ dB |
| - zniekształcenia tłumieniowe w kanale TV /od -0,75 MHz do +4,5 MHz względem nośnej wizji/ | $\leq \pm 0,5$ dB |
| - możliwość przemiany na wszystkie dowolne kombinacje kanałów | |
| - odstęp zakłóceń kanałów sąsiednich | ≥ 60 dB |
| - grupowy czas przejścia | ≤ 50 ns |
| - odstęp intermodulacji | ≥ 65 dB |
| - odstęp sąsiednich emisji | ≥ 65 dB |
| - odstęp harmonicznych | ≥ 80 dB |
| - odstęp szumu od sygnału użytecznego | ≥ 60 dB |
| - odstęp poziomów nośnych wizji i fonii | ≤ 16 dB |
| - impedancja wyjściowa | 75 Ω |
| - moc promieniowana | $\leq 1 \cdot 10^{-10}$ W |

Dla radiofonii UKF

- zmiany poziomu wyjściowego	$\leq \pm 1$ dB
- zakres poziomu wejściowego	30-80 dB μ V
- zakres regulacji poziomu wejściowego	≥ 50 dB
- odstęp zakłóceń na wyjściu	≥ 54 dB
- odstęp szumu	
- przy poziomie wejść. 45 dB μ V	≥ 50 dB
- przy poziomie wejść. 60 dB μ V	≥ 65 dB

Należy zaznaczyć, że wymagania te zostały opracowane w założeniu stopniowego przekształcania systemów telewizji przewodowej w szerokopasmowe systemy transmisji i dlatego są odpowiednio zaostrzone.

Sieci przewodowe współczesnych systemów telewizji przewodowej są na ogół budowane jako sieci typu rozgałęźnego /rys. 4.3/. Do budowy linii głównych /magistralnych/ i linii odgałęźnych 1. rzędu stosuje się kable współosiowe wysokiej jakości o możliwie małych stratach. Są to przeważnie kable o izolacji powietrznej ciśnieniowej /np. kabel CCITT 2,6/9,5 mm/ lub pełnej izolacji polietylenowej. Powłoka kabla jest wykonana zwykle w postaci płaszczka metalowego z Cu lub Al, co daje bardzo dobre warunki ekranowania przed promieniowaniem, ale utrudnia montaż kabla. Tłumienność jednostkowa tego typu kabli wynosi przeciętnie 3-5 dB/100 m przy 300 MHz.

Linie niższych rzędów są budowane przy użyciu kabli niższej jakości, o większej tłumienności /6-10 dB/100 m/, ale za to lżejszych i łatwiejszych do montażu.

W celu kompensacji tłumienia sygnałów wnoszonego przez kabel współosiowy stosuje się wzmacniacze linowe rozmieszczane w takich odległościach, aby ich wzmocnienie wyrównywało straty napięcia wnoszone przez dany odcinek kabla. Maksymalna liczba wzmacniaczy, jaką można połączyć kaskadowo w danej linii, zależy od szerokości przenoszonego pasma /wrażliwość na efekty intermodulacji/, od stałego stosunku sygnału do szumu oraz od parametrów wzmacniaczy /liczba szumowa, wzmocnienie/. Zależności te ilustruje rys. 4.4. Wynika z tego, że długość linii jest ograniczona własnościami kabla i wzmacniaczy oraz wartościami parametrów jakościowych sygnału na końcu linii. W warunkach praktycznych długość linii przewodowej ze wzmacniaczami dochodzi do 10-15 km.

Podobnie jak i przy urządzeniach stacji centralnej, tak i przy budowie wzmacniaczy linowych należy zwrócić uwagę na szereg czynników mających wpływ na jakość transmisji. Za najważniejsze parametry należy uważać możliwie niski poziom szumów własnych, linearność wzmocnienia oraz stabilność wzmocnienia. Stałość wzmocnienia wyjściowego uzyskuje się przeważnie za pomocą sygnału pilotowego przesyłanego ze stacji centralnej w pasmie przesyłowym. Zależnie od systemu przesyła się jeden lub dwa sygnały pilotowe.

Poza tym we wzmacniaczach liniowych należy stosować kompensację zmian tłumienia kabla pod wpływem zmian temperatury.

Wartości parametrów typowego wzmacniacza liniowego przedstawiają się następująco:

- zalecany poziom wyjściowy	92 dB μ V
- odstęp intermodulacji	\geq 90 dB
- wzmocnienie robocze	22 dB
- zalecany poziom wejściowy	
w dolnej części pasma	73 dB μ V
w górnej części pasma	70 dB μ V
- liczba szumowa	
w dolnej części pasma	8 dB
w górnej części pasma	9,5 dB
- odstęp zakłóceń sieciowych	\geq 60 dB

Układ elektryczny wzmacniaczy liniowych musi umożliwiać rozgałęzienie linii lub odprowadzenie od niej linii odgałęźnej. Obudowa mechaniczna musi zapewniać szczelność wzmacniacza na wpływy atmosferyczne oraz na wpływy wielkiej częstotliwości.

W typowym układzie sieci telewizji przewodowej wzmacniacze liniowe są stosowane tylko w liniach głównych oraz liniach odgałęźnych I. rzędu. Dalsze odcinki sieci są budowane bez wzmacniaczy, a jedynie przy zastosowaniu biernych układów rozwidlających i odgałęźnych. W układzie rozwidlającym następuje podział mocy na 2 /spadek napięcia o 6 dB/ lub więcej kierunków, natomiast w układzie odgałęźnym oddziela się jedynie niewielką część mocy sygnału /spadek napięcia ok. 1 dB na jedno odgałęzienie/. Przy budowie tej części sieci należy mieć na uwadze taki dobór tłumienia na poszczególnych doprowadzeniach do punktów abonentkich, aby poziom sygnału w tych punktach był w przybliżeniu jednakowy /rys. 4.5/. Zalecana wartość tego poziomu wynosi około 70 dB μ V.

4.3. Przykłady rozwiązań praktycznych

4.3.1. Sieci telewizji przewodowej w RFN

W grudniu 1974 roku nastąpiło oficjalne oddanie do użytku eksperymentalnych sieci telewizji przewodowej w Hamburgu i w Norymberdze. Głównym celem zaistnienia tych sieci jest badanie warunków eksploatacyjnych, a także zapotrzebowania na nowe rodzaje usług telekomunikacyjnych i możliwości ich realizacji.

W obu sieciach wykorzystuje się zakres częstotliwości od 47 do 272 MHz /rys. 4.5/. Pozwala to na rozsyłanie 12 programów telewizyjnych oraz programów radiofonicznych w całym zakresie UKF /w tym specjalnych programów stereofonicznych/.

Zakres częstotliwości od 5 do 47 MHz jest zarezerwowany na łączność w kierunku wstecznym /zastosowania przyszłościowe/, a tymczasem wykorzystywany do celów nadzoru sieci.

Sieć telewizji przewodowej w dzielnicy Hamburga Barmbeck została zbudowana z inicjatywy Zarządu Poczty RFN przez firmy AEG-Telefunken oraz Robert Bosch GmbH [3]. Sieć jest zaprojektowana na nadawanie 12 programów telewizyjnych i 12 programów radiofonicznych. Obecnie nadaje się 5 programów telewizyjnych /w tym 2 programy z NRD/ oraz 12 programów radiofonicznych /w tym 4 programy z NRD/. Na stacji centralnej zastosowano podwójną przemianę częstotliwości /częstotliwość pośrednia wizji 38,9 MHz, fonii 33,4 MHz/, co zapewnia dobrą selektywność nawet przy odbiorze sygnałów nadawanych w sąsiednich kanałach. Przypadek taki występuje przy odbiorze 2. programu NRD w kanale 29 i 2. programu NDR /Nordwestdeutsche Rundfunk/ w kanale 30.

W kanałach 11 i 29, w których są odbierane programy telewizji kolorowej SECAM z NRD, zainstalowano transkodery SECAM/PAL. Programy telewizyjne są nadawane w kanałach 2, 4, 6, 8 i 10, natomiast w kanałach specjalnych S2, S4, S6, S8, S10 i S14 nadaje się tymczasowo sygnały pomiarowe.

Przy odbiorze sygnałów radiofonicznych również zastosowano podwójną przemianę częstotliwości /częstotliwość pośrednia 10,7 MHz/. Program Deutschlandfunk nadawany na falach średnich /548 kHz/ jest demodulowany do pasma naturalnego, a następnie nadawany z modulacją częstotliwościową w przewidzianym kanale zakresu UKF.

Sieć rozsyłowa jest podzielona na linie typu A, B, C i D. Ze stacji centralnej są odprowadzone 3 linie typu A /linie główne/. Najdłuższa z nich ma 5 km i zawiera 19 wzmacniaczy liniowych. Po pełnej rozbudowie będzie miała ok. 10 km średnicy. Do budowy tych linii zastosowano kabel typu A-2yk2y-1k-Kx. Jest to kabel współosiowy z pełną izolacją polietylenową. Przewód zewnętrzny tworzy płaszcz miedziany spawany wzdłużnie o średnicy 19,4 mm. Izolacja zewnętrzna kabla jest polietylenowa. Tłumienność kabla przy częstotliwości 300 MHz wynosi 4,3 dB/100 m.

Linie typu B są wykonane tym samym rodzajem kabla. Dołączone są one do linii typu A przez wzmacniacze odgałęźne. Wzmacniacze liniowe instalowane w liniach typu B są jednocześnie punktami dołączenia linii typu C, wykonanych kablem współosiowym typu A-2Yk2Y-1i /o średnicy 1,8/11,5 mm i tłumieniu 6,5 dB/100 m przy 300 MHz/. W liniach tych nie stosuje się wzmacniaczy, a ich długość nie może przekraczać 200 m. Od linii typu C są odprowadzane przez układy odgałęźne linie typu D /odgałęzienie abonenckie/ o maksymalnej długości 50 m. Wykonywane one są kablem typu A-2Yk2Y-1h /o średnicy 1,1/7,3 mm i tłumieniu 9,8 dB/100 m przy 300 MHz/.

Linie typu D, a tym samym cała sieć rozsyłowa, kończą się w tzw. punkcie zdaw-

czym, który pod względem technicznym i prawnym rozdziela sieć przewodową eksploatowaną przez zarząd poczty od prywatnej instalacji abonenckiej. Do punktu zdawczego może być dołączona zarówno instalacja odbiorcza obejmująca jedno mieszkanie, jak i rozbudowane urządzenie zbiorowego odbioru obejmujące duży blok mieszkaniowy.

Wzmacniacze liniowe instalowane w liniach typu A i B odznaczają się nowoczesną konstrukcją panelową /rys. 4.7/. Można dzięki temu wyposażać je zależnie od potrzeb /np. do drugiego wyjścia wzmacniacza liniowego można dołączyć wzmacniacz odgałęźny o 4 wyjściach do zasilania linii B lub C/. Obudowy tych wzmacniaczy zapewniają całkowitą szczelność na wpływy atmosferyczne i promieniowanie w.c.z. Wzmacniacze mogą pracować bez regulacji wzmocnienia lub z regulacją za pomocą sygnałów pilotowych, które są wysyłane ze stacji centralnej w pasmie przesyłowym sieci na częstotliwościach 80 MHz oraz 228,25 MHz. Wszystkie wzmacniacze liniowe umożliwiają transmisję w kierunku wstecznym w pasmie 5-47 MHz. Wykorzystuje się to obecnie do przesyłania do stacji centralnej sygnałów nadzoru wzmacniaczy. Zasilanie wzmacniaczy jest zdalne napięciem przemiennym 60 V.

Doświadczalna sieć telewizji przewodowej w Norymberdze ma taką samą strukturę, jak sieć w Hamburgu. Została ona zbudowana z inicjatywy Zarządu Poczty RFN przez firmę TE-KA-DE. Sieć ta obejmuje powierzchnię 1,2 km², na której znajduje się około 6000 mieszkań /stare i nowe budownictwo/ zamieszkałych przez 15000 osób /rys. 4.8/. W czasie uruchamiania sieci zainstalowano 114 przyłączy zasilających 2400 mieszkań /ok. 6000 mieszkańców/.

Charakterystyczną cechą odróżniającą sieć telewizji przewodowej w Norymberdze od sieci w Hamburgu jest specjalny rodzaj kabla, jaki zastosowano tytułem eksperymentu /rys. 4.9/. Jest to kabel typu A-WE2Y39a-Kx/StVI zawierający:

- przewód współosiowy CCITT 2,6/9,5 mm
- 2 ekranowane wiązki po 5 symetrycznych czwórek przewodów,
- dodatkowe żyły dla zdalnego zasilania, nadzoru, połączeń służbowych itp.

Wiązki ekranowane mają poprawione własności transmisyjne. Ich tłumienność przy 17 MHz wynosi poniżej 3,7 dB/100 m.

Zewnętrzna warstwa kabla składa się ze stalowego płaszczka falistego, pokrycia antykorozyjnego oraz powłoki polietylenowej. Kabel jest napełniany powietrzem pod ciśnieniem, co poprawia własności eksploatacyjne, ale niestety stwarza dodatkowe trudności instalacyjne.

Obecnie nadaje się 5 programów telewizyjnych oraz 6 programów radiofonicznych, lecz sieć jest przystosowana do przebudowy na szerokopasmowy system telekomunikacyjny o transmisji dwukierunkowej. W torze współosiowym wykorzystuje się obecnie pasmo częstotliwości 47-272 MHz, zaś na transmisję w kierunku wstecznym zarezerwowano zakres 5-40 MHz. Poza tym przewiduje się wykorzystywanie do

transmisji informacji torów symetrycznych zawartych w kablu.

Biorąc pod uwagę możliwości transmisyjne eksperymentalnej sieci przewodowej w Norymberdze przewiduje się stopniowe wprowadzanie w przyszłości nowych usług telekomunikacyjnych [4]:

A. Wykorzystanie dotychczasowej pojemności transmisyjnej toru współosiowego

- programy telewizyjne z innych republik RFN i z zagranicy,
- przesunięte w czasie powtarzanie programów oryginalnych,
- programy z lokalnego studia telewizyjnego,
- rejestrowane programy dla różnych grup zainteresowań /rozrywka, sport, polityka, kultura itp./,
- programy szkoleniowe różnych kierunków,
- różnego rodzaju wiadomości w formie tekstów.

B. Wykorzystanie dwukierunkowej transmisji toru współosiowego

- nadzór placów zabaw dzieci,
- nadzór ruchu ulicznego,
- lokalne studio.

C. Wykorzystanie dwukierunkowej transmisji ekranowanych torów symetrycznych

do transmisji telewizyjnych

- programy szkoleniowe /np. połączenia między szkołami/,
- wymiana informacji gospodarczych /połączenia między bankami, przedsiębiorstwami itp./,
- nadzór komunikacji do celów policyjnych;

do teledacji

- zastosowanie nadzoru /pożar, włamanie/,
- automatyczne włączanie zdalne, sterowanie zdalne,
- wzajemne połączenia między komputerami,
- transmisja cyfrowa wyższego stopnia /np. 34 Mbit/s/,
- symiografia;

za pomocą urządzeń elektronicznego przetwarzania danych

- służby informacyjne różnego rodzaju,
- banki danych, banki informacji wizualnych;

do wizjotelefonii

- sieć wizjotelefoniczna z wieloma odbiorcami,
- wizjokonferencje.

4.3.2. System transmisji obrazów nieruchomych

Prowadzone przez japońską administrację łączności badania nowych systemów telekomunikacyjnych obejmują również szerokopasmowe systemy transmisji informacji i ich zastosowanie. W tej dziedzinie wykonano między innymi doświadczalne badania transmisji obrazów nieruchomych [5].

W systemie tym zastosowano zasadę podziału czasowego, tzn. każdy obraz jest nadawany w czasie określonym normami japońskiego standardu telewizyjnego 525 linii, 30 obrazów na sekundę, a więc w ciągu 1/30 sekundy. Do 2-kierunkowej łączności między abonentami i stacją centralną wykorzystuje się kanał E /rys. 4.10/ w kierunku od centrali do abonentów, zaś kanał \bar{E} - w odwrotnym kierunku.

Schemat blokowy systemu przedstawiono na rys. 4.11. Jeśli abonent A chce przesyłać obraz nieruchomy do abonenta B, wówczas wysyła sygnał wywoławczy na częstotliwości f_c /rys. 4.12/, który daje mu rezerwację najbliższego wycinka czasu /1/30 s/. W tym okresie zostaje wysłany sygnał wizyjny /2 pola obrazu/ na częstotliwości f_v wraz z kodem adresowym abonenta B /rys. 4.13/. Stacja centralna odbiera sygnał nadawany przez abonenta A i wysyła go kanałem E. Sygnał wywoławczy f_c powoduje zablokowanie u pozostałych abonentów możliwości wystąpienia własnego sygnału wywoławczego na czas nadania obrazu nieruchomego. Kod adresowy powoduje u abonenta B przygotowanie urządzenia do odbioru obrazu nieruchomego.

Do rejestracji odbieranego obrazu zastosowano magnetowid płytowy, który umożliwia zarejestrowanie jednego pełnego obrazu telewizyjnego /2 pola/, który następnie jest odtwarzany na ekranie odbiornika.

Nieruchomy obraz może być nadany jednorazowo lub powtarzany okresowo z ustaloną częstotliwością.

Opisywany system umożliwia również nadanie przez stację centralną wybranego obrazu na żądanie abonenta. W tym celu abonent musi nadać do centrali /np. za pomocą telefonu lub jednym z kanałów transmisji zwrotnej/ numer kodowy obrazu, który chciałby obejrzeć. Na sygnał ten stacja centralna wyszukuje żądany obraz w magazynie i nadaje go /w kanale E/ na zasadzie wyżej opisanego.

W systemie z czasowym podziałem kanału niezbędna jest ścisła synchronizacja urządzeń abonenckich i urządzeń stacji centralnej. W tym celu nadaje się na częstotliwości nośnej f_s równej 129,25 MHz /rys. 4.12/ sygnały synchronizacji linii, pól i obrazów.

Obecnie bada się inne wersje opisanego systemu. Rozważa się również możliwość zastosowania półprzewodnikowego układu pamięciowego do rejestracji sygnału obrazu.

5. PERSPEKTYWY ROZWOJOWE

Realizacja nowej usługi telekomunikacyjnej jako sposobu przekazu informacji jest uzależniona od wielu czynników, wśród których do najistotniejszych można zaliczyć:

- zapotrzebowanie na daną usługę,
- techniczne możliwości realizacji usługi,
- korzyści ekonomiczne,
- koszty realizacji,
- koszty eksploatacyjne.

Należy ją brać pod uwagę przy rozpatrywaniu przypuszczalnych kierunków rozwoju sieci telewizji przewodowej i wykorzystania tych sieci jako szerokopasmowych systemów transmisji informacji.

Wiadomo, że postęp w rozwoju gospodarczym pociąga za sobą silny wzrost zapotrzebowania na wymianę informacji. Choć widać więc wzrost poziomu gospodarczego oznacza rozwój telekomunikacji i zróżnicowanie usług telekomunikacyjnych, to jednak kierunki tego rozwoju muszą być różne w zależności od struktury gospodarczej, politycznej i społecznej danego kraju.

Jeśli chodzi o wprowadzenie nowej usługi telekomunikacyjnej, to nie można się sugerować tym, że jeżeli nie ma zapotrzebowania na tę usługę, to jej wprowadzenie wydaje się niecelowe. Odgrywają tu bowiem dużą rolę pewne tradycyjne przyzwyczajenia i dopiero po wprowadzeniu nowej usługi może się okazać, jak była ona potrzebna.

Szerokopasmowe systemy przewodowe mają z natury rzeczy zasięg ograniczony własnościami transmisyjnymi kabla. Z tego więc powodu są z reguły instalowane na obszarach miejskich o dużym zagęszczeniu ludności. Lokalny charakter szerokopasmowych sieci przewodowych rzutuje w silnym stopniu na rodzaje informacji, jakie mogą być w tych sieciach transmitowane. Będą to więc przede wszystkim informacje o charakterze lokalnym.

W najbliższej przyszłości można przewidywać zarówno szybki wzrost liczby sieci telewizji przewodowej, jak i wprowadzanie w nich takich nowych usług telekomunikacyjnych, które nie są związane z istotną zmianą dotychczasowej struktury tych sieci. Będą to więc przede wszystkim usługi należące do 1. i 2. grupy według tablicy 3.1: programy telewizyjne i radiofoniczne, zarówno lokalne, jak i krajowe oraz zagraniczne, przy czym będzie wzrastać ich różnorodność z przewagą programów szkoleniowych. Duże znaczenie mogą tu mieć systemy transmisji nieruchomych obrazów oraz tekstów. Na podstawie wyników próbnej eksploatacji, jaką prowadzono w Anglii z systemem TELEX nadawania w sygnale wizyjnym dodatkowych informacji w postaci tekstów i prostych rysunków, można sądzić, że taka

forma przesyłania informacji wizualnych może się okazać bardzo pożyteczna: mogą to być bowiem systemy wąskopasmowe, nie wymagające przy tym kanału łączności zwrotnej. Rozbudowa urządzenia abonenckiego byłaby w tym przypadku stosunkowo niewielka /np. dekodery sygnału cyfrowego do odtwarzania tekstów na odbiorniku telewizyjnym/.

Następnym etapem rozwoju szerokopasmowych systemów transmisji informacji byłoby wprowadzenie usług wymagających tworzenia indywidualnego kanału między abonentem i centralą /usługi grupy 3 i 4 wg tablicy 3.1/. Wymagać to jednak będzie modyfikacji dotychczasowej struktury sieci, gdyż w powszechnie obecnie przyjętym typie sieci rozgałęzionych wydzielenie indywidualnych kanałów abonenckich jest praktycznie niemożliwe. Wiąże się to również z rozbudową wyposażenia stacji centralnej /identyfikacja adresów abonentów, rejestracja zleceń, magazyny informacji wysyłanych na zlecenie itp./, a także i stacji abonenckiej /wysyłanie zleceń i informacji do centrali, odbiór informacji przeznaczonych przez centralę dla określonego abonenta/.

I wreszcie końcowym etapem rozwoju szerokopasmowych systemów transmisyjnych byłoby wprowadzenie wymiany informacji w pełnym zakresie łączności między abonentami. Odnośnie przesyłania informacji wizualnych w postaci obrazu ruchomego nasuwa się szereg wątpliwości co do istotnych potrzeb w tej dziedzinie. Dotychczasowe doświadczenia z wizjotelefonią wykazały bowiem, wbrew pierwotnym oczekiwaniom, że główną korzyścią tego systemu może być możliwość przekazywania obrazu różnego rodzaju dokumentów /tekst, rysunki/, a nie obrazu współrzędnych. Niestety jakość obrazu w wizjotelefonii jest zbyt niska do tych celów.

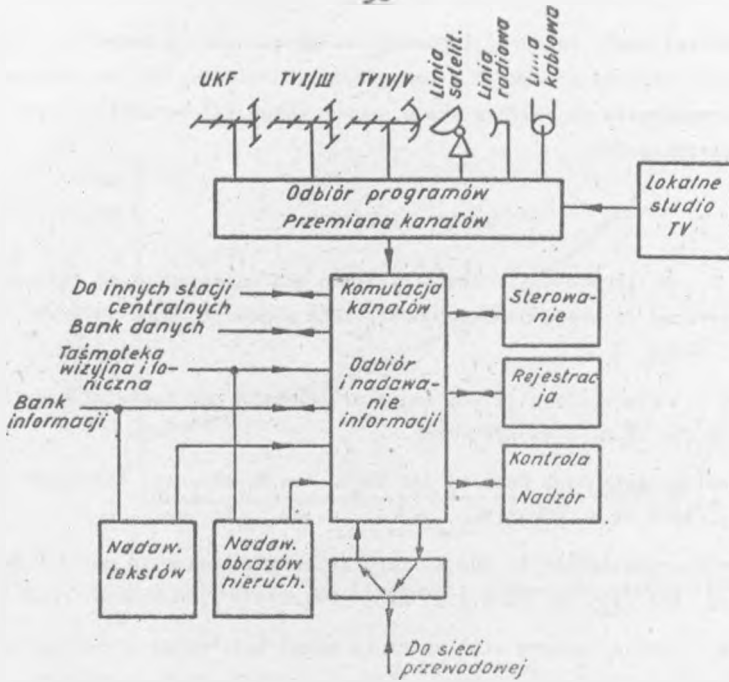
Ponieważ przesyłanie obrazu ruchomego wymaga zaangażowania wielu środków technicznych /kamera telewizyjna itp./ i kanału transmisyjnego o dużej pojemności informacyjnej, wydaje się więc, że w najbliższej przyszłości usługi w tym zakresie ograniczą się do celów obserwacji i nadzoru /np. kontrola ruchu ulicznego, obserwacja chorych, kontrola placów zabaw, ochrona budynków itp./. W tym przypadku "producentami" obrazu telewizyjnego byłyby instytucje publiczne lub organizacje, dla których można by wydzielić z ogólnej sieci przewodowej odrębne kanały transmisyjne.

Na zakończenie wypada zwrócić uwagę na ważną rolę nowoczesnego przemysłu elektronicznego w rozwoju szerokopasmowych systemów transmisji informacji. Do realizacji różnorodnych usług telekomunikacyjnych, jakie są możliwe w tych systemach niezbędny jest bowiem rozwój produkcji wielu urządzeń do wyposażenia stacji centralnych /komputerów, urządzeń sterujących i komutacyjnych, układów pamięciowych dla magazynów informacji itp./, a także stacji abonenckich /pamięć wizyjna do odtwarzania obrazów stałych, generatory znaków alfanumerycznych, pulpity manipulacyjne itp./. Zastosowanie do tych wyrobów techniki obwodów scalo-

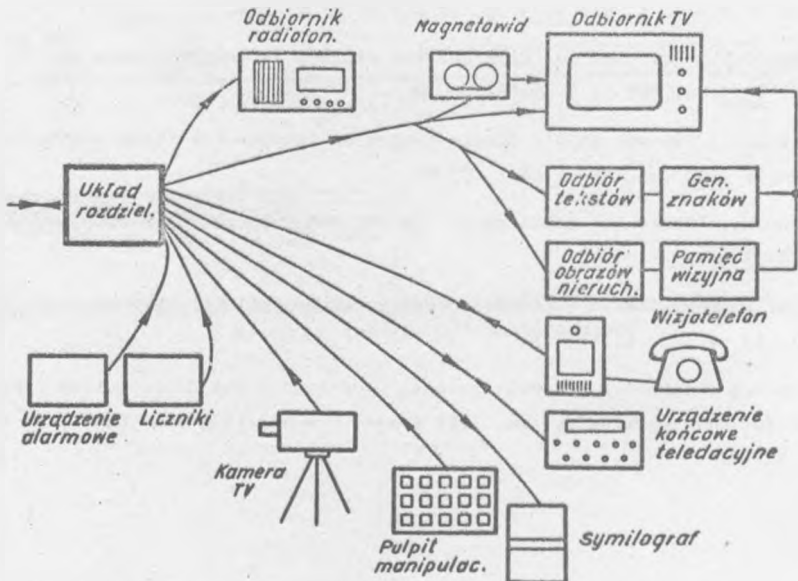
nych o wielkiej skali integracji pozwoli osiągnąć wysokie parametry jakościowe urządzeń przy masowej produkcji i rozsądnym ich koszcie, co jest niezbędnym warunkiem wprowadzania na szeroką skalę nowych usług telekomunikacyjnych ekonomicznie uzasadnionych.

WYKAZ LITERATURY

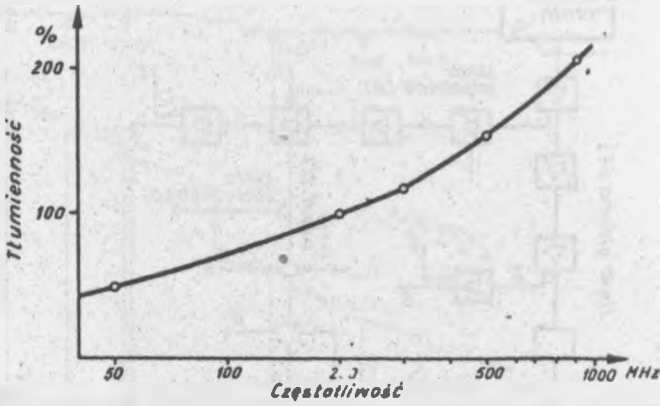
1. Becker D., Willibald G.E.: Classification and assesment of telecommunication services in broad-band networks. IEEE Trans. Commun. 1975 vol. COM-23 nr 1 s. 63-69.
2. Duerkop P.: Professionelle Empfangseinrichtungen und Kopfstationen für GGA. NTZ 1975 Jg. 28 H. 8 s. K283-K285.
3. Die Kabelfernsehanlage Hamburg der Deutschen Bundespost. Fernmelde Praxis 1975 Jg. 52 H.12 s. 500-513.
4. Groenen W.: Möglichkeiten für weitere Breitbanddienste in der KTV-Anlage Nurnberg. NTZ 1975 Jg. 28 H.8 s. K289-K290.
5. Maeda K.: Individualized still-picture communication on a two-way broad-band CATV system. IEEE Trans. Commun. 1975 vol. COM-23 nr 1 s. 104-107.
6. Conruyt P., Remy M.: Options techniques et capacite d'evolution des reseaux de teledistribution. Echo Rech. 1974 nr 78 s. 34-41.
7. Groenen W. i in.: Die erste Kabelfernseh-Versuchsanlage der deutschen Bundespost in Nurnberg. NTZ 1975 Jg. 28 H.4 s. K139-K144.
8. McVoy D.S., Reynolds R.: Cost barrier clacked in two-way cable TV. Electronics 1975 vol. 48 nr 4 s. 96-100.
9. Volk J.L.: Two-way CATV's future hinges on inexpensive frame grabbers. Electronics 1973 vol. 46 nr 14 s. 77-81.
10. Blanc M., Fleury L., Leclercq M.: La visioconference. Echo Rech. 1975 nr 81 s. 4-13.
11. Midorikawa M. i in.: TV conference system. Rev. Electr. Commun. Lab. 1975 vol. 23 nr 5-6 s. 453-468.
12. Hare A.G., Ithell A.H.: Multipurpose wide-band local distribution - proposal for anintegrated system. IEEE Trans. Commun. 1975 vol. COM-23 nr 1 s. 42-48.



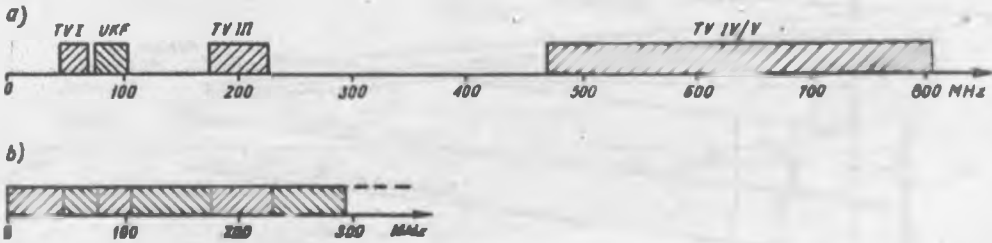
Rys. 3.1. Schemat stacji centralnej szerokopasmowego systemu transmisji informacji



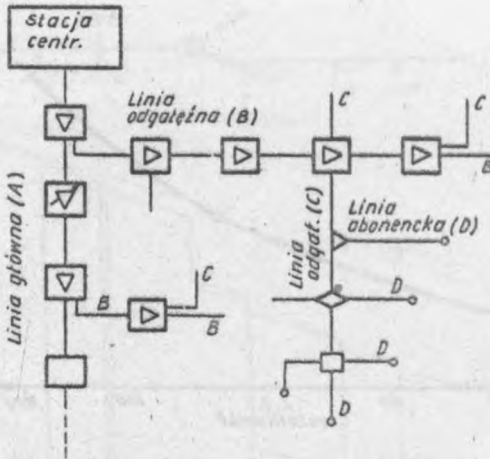
Rys. 3.2. Schemat stacji abonenckiej



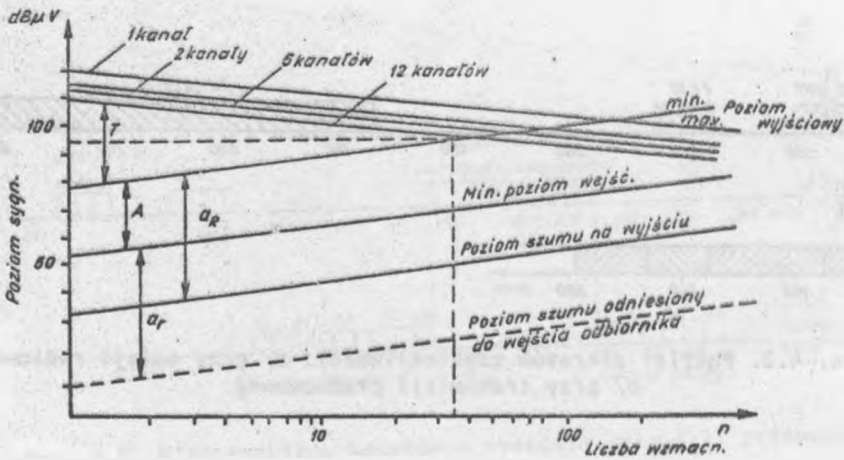
4.1. Charakterystyka tłumienności przewodu współosiowego



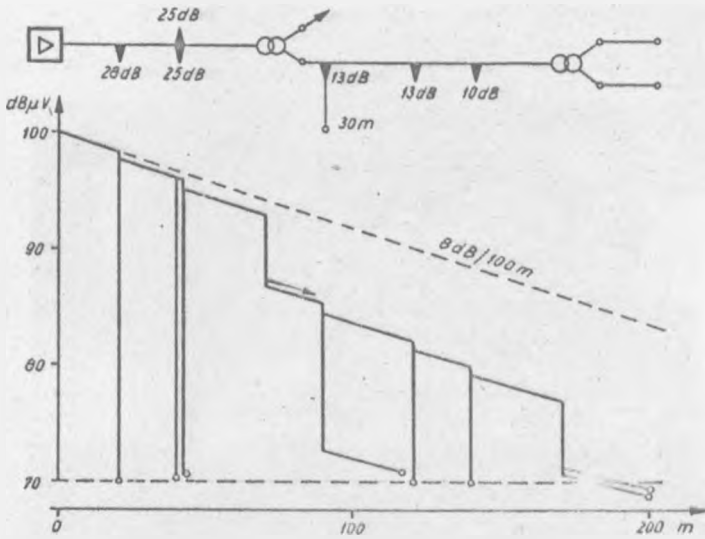
Rys. 4.2. Podział zakresów częstotliwości: a/ przy emisji radiowej, b/ przy transmisji przewodowej



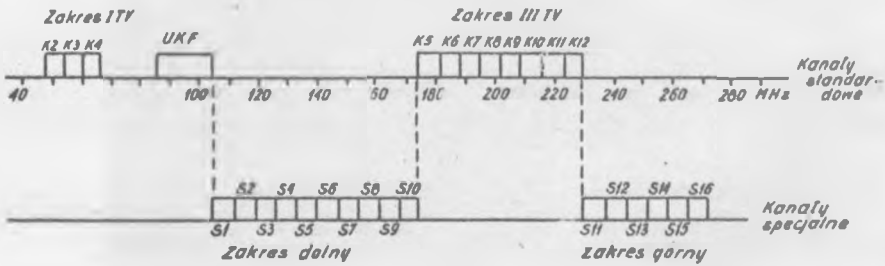
Rys. 4.3. Schemat sieci przewodowej typu rozgałęźnego



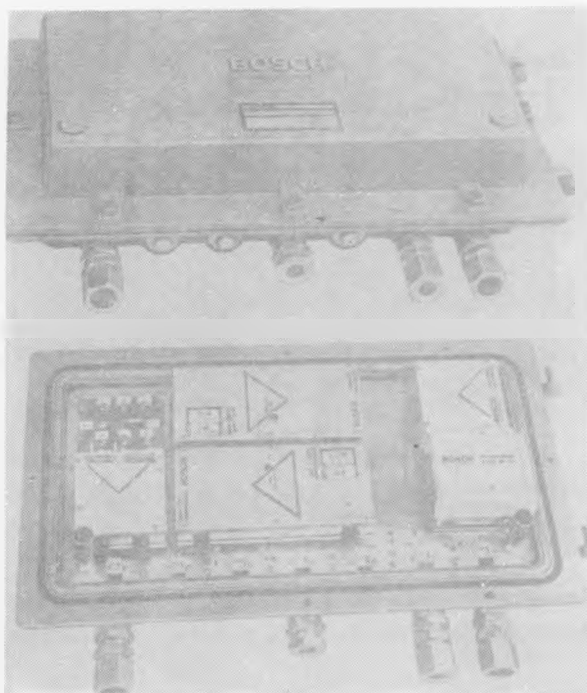
Rys. 4.4. Wykres możliwości kaskadowego łączenia wzmacniaczy



Rys. 4.5. Przebieg tłumienia sygnału w sieci przewodowej



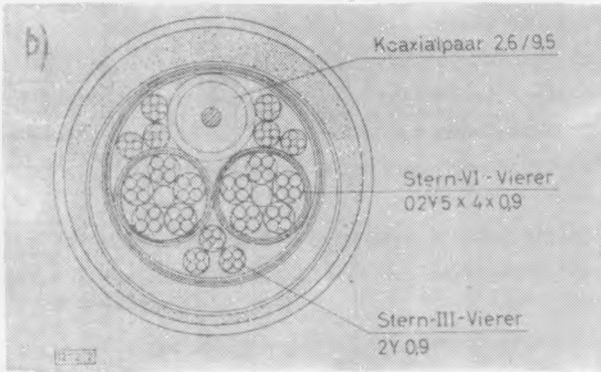
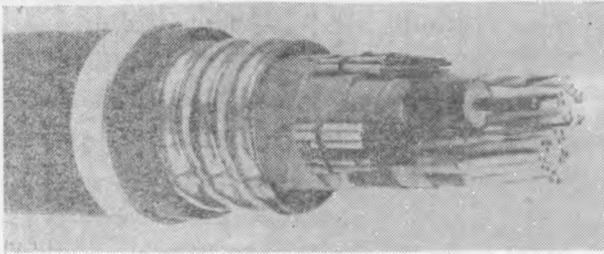
Rys. 4.6. Plan rozkładu kanałów w systemie telewizyjnej przewodowej



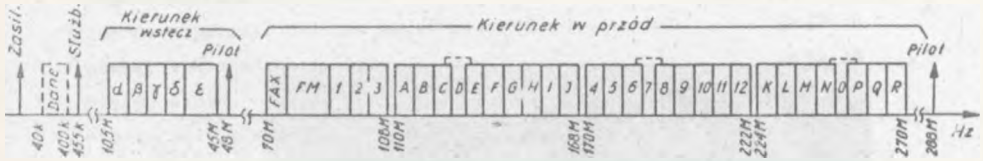
Rys. 4.7. Wzmacniacz liniowy dla sieci telewizji przewodowej



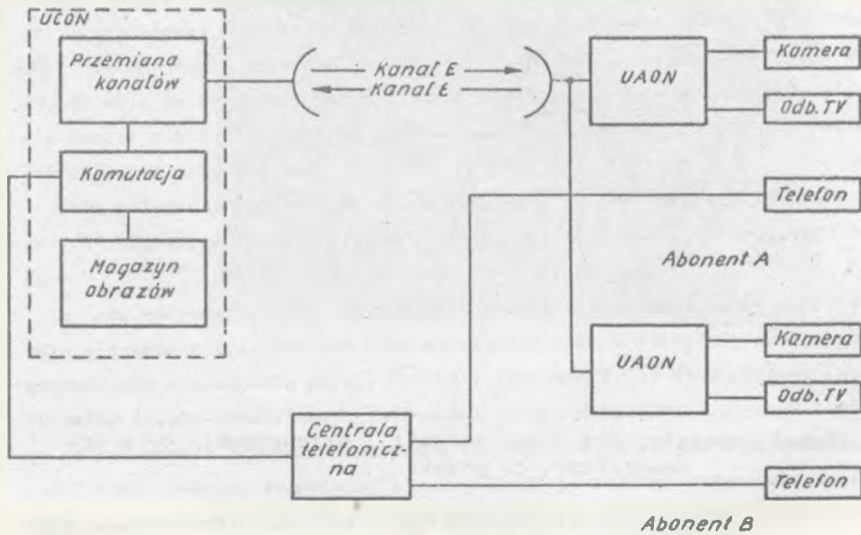
Rys. 4.8. Plan sieci telewizji przewodowej w Norymberdze



Rys. 4.9. Kabel specjalny dla sieci telewizji przewodowej: a/ widok zewnętrzny, b/ przekrój



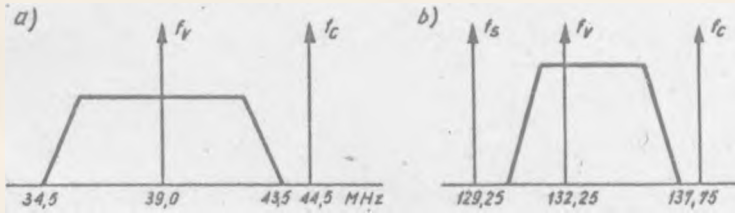
Rys. 4.10. Plan rozkładu kanałów w japońskim systemie telewizji przewodowej



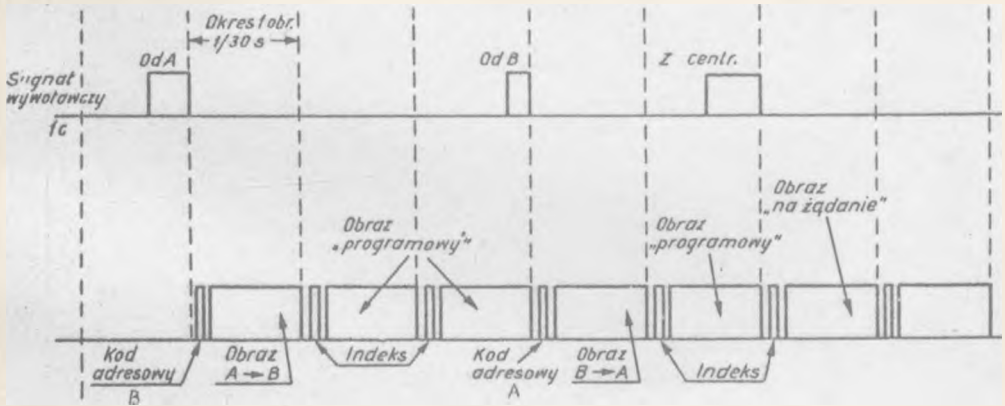
Rys. 4.11. System transmisji obrazów nieruchomych

UCON - urządzenie centralne systemu transmisji obrazów nieruchomych

UAON - urządzenie abonenckie systemu transmisji obrazów nieruchomych



Rys. 4.12. Rozmieszczenie częstotliwości sygnałów przy transmisji obrazów nieruchomych: a/ w kanale E, b/ w kanale E



Rys. 4.13. Przebiegi czasowe sygnałów przy transmisji obrazów nieruchomych

