

1970  
Nr 5 (98)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PRZEGLĄD  
ZAGADNIEŃ  
ŁĄCZNOŚCI





MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

# PRZEGLĄD ZAGADNIENI ŁĄCZNOŚCI

ROK 10

WARSZAWA 1970

NR 5(98)

---

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 Możejko, dr Stanisław Włoszczowski**

**Adres Redakcji:**

**Instytut Łączności**

**Branżowy Ośrodek**

**Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej**

**Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1**

**NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO**

**Redaktor: J. Borkowska**

**Montaż tekstu: B. Drabik**

---

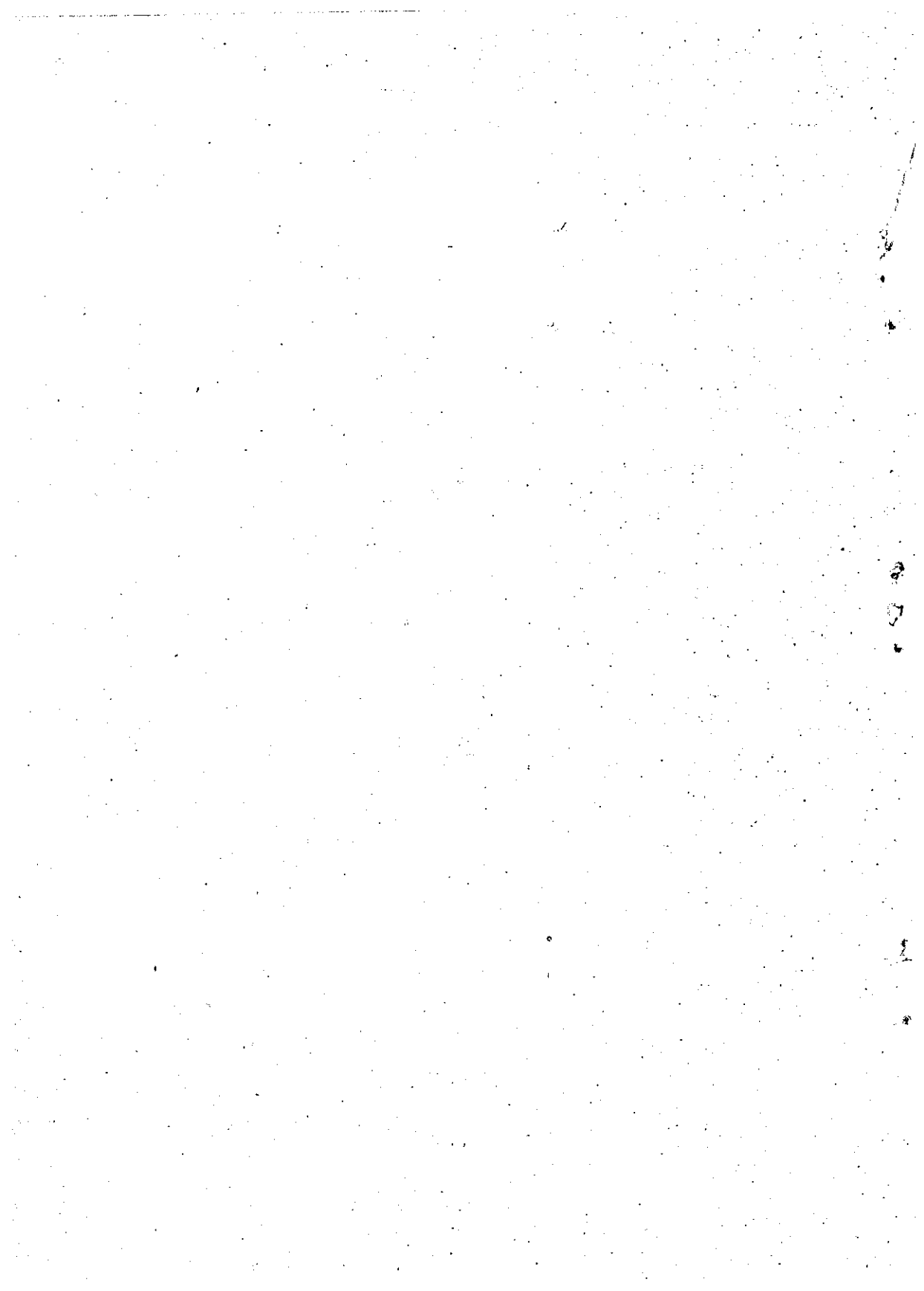
**Dział Wydawniczy Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 755. Druk ukończono  
w czerwcu 1970 r.**

**PRZEGLĄD  
ZAGADNIENÍ ŁĄCZNOŚCI**

**Stan obecny i przewidywany rozwój  
telekomunikacji**

**SPIS TREŚCI**

	Str.
1. Jacobaeus C.: Tendencje rozwojowe w telekomunikacji - Opracował J. Kibortt	1
2. Whyte J.S.: Usługi telekomunikacyjne w Zjednoczonym Królestwie Brytyjskim (Z.K.) - Opracował J. Kibortt	23
3. Cannon R.W.: Łączność na kuli ziemskiej - Obecny stan techniczny i przyszłościowe kierunki rozwoju - Opracował J. Zygiere-wicz	52



## TENDENCJE ROZWOJOWE W TELEKOMUNIKACJI

Opracował J. Kibortt na podstawie referatu Jacobaeus C: Trends of development in telecommunications. Telefonaktiebolaget L. Ericsson, ss. 24.

### 1. WSTĘP

Telekomunikację można zdefiniować w następujący sposób: jest to przekazywanie informacji względnie wymiana informacji dotyczących faktów, twierdzeń, przypuszczeń, propagandy, wiadomości politycznych lub religijnych, świadomych kłamstw, uczuć i wszystkiego tego, co się ludzkiem zechce przekazać innym.

Telekomunikacja wykorzystuje na ogół zmysły wzroku i słuchu, ale może również posilkować się zmysłem dotyku. Transmituje ona mowę, muzykę, nieruchome i ruchome obrazy, teksty, dane w postaci pisemnej itd.

Można by zapytać, co właściwie spowodowało takie szerokie rozpowszechnienie się telekomunikacji od czasu drugiej wojny światowej.

Wydatki na telekomunikację, licząc średnio i z grubszą, wzrosły dwukrotnie więcej niż wytwórczość narodowa. Oczywiście wchodzi tu w grę szereg czynników. Jednym z nich jest przypuszczalnie wyróżniająca człowieka zdolność udzielania swym bliźnim i odbierania od nich

informacji, zużytkowania ich ewentualnie czerpania z nich przyjemności (lub przeciwnie, irytacji).

Ludzka inteligencja w bardzo dużej mierze polega na tej zdolności przekazywania informacji, a można by sądzić nawet, że inna inteligencja nie istnieje.

Innym czynnikiem rozwoju telekomunikacji jest sama ludzka społeczność i jej tryby funkcjonowania. Istnieje współzależność między usługami świadczonymi przez telekomunikację a organizacją społeczeństw. Sposoby kierowania organizacjami społecznymi, tryby działania naszych instytucji publicznych i przedsiębiorstw gospodarczych są związane z telekomunikacją. Bazują one na tym, co może im dać telekomunikacja i często ulegają zmianom na skutek wprowadzania nowych rodzajów usług telekomunikacyjnych.

Od czasu drugiej wojny światowej rozpoczął się bardzo intensywny postęp. Wiele wynalazków ujrzało światło dzienne w postaci wyrobów, których użycie zapewnia jakieś korzyści techniczne czy też ekonomiczne. Produkcja sprzętu telekomunikacyjnego wzrosła gwałtownie. Tendencja cen w ustalonych wartościach monetarnych była bardzo korzystna dzięki nowym odkryciom i wprowadzaniu nowych procesów technologicznych w produkcji.

Dr C. Jacobaeus zapoznaje czytelnika z przewidywanym postępowaniem w ograniczonym okresie nadchodzącego siódmego dziesięciolecia. Ogranicza się przy tym do takich dziedzin telekomunikacji, jak telefonia, teleks i transmisja danych. Punktem wyjścia jest stan obecny. Zastrzega się On, że wszelkie prognozy muszą być bardzo ostrożne, gdyż



trudno przewidzieć zdobycze nauk podstawowych, które mogą nagle i gwałtownie zmienić kierunek rozwoju techniki.

## 2. ELEMENTY

Od czasów drugiej wojny światowej główny nacisk kładzie się na jakość produkowanych elementów. Prace badawcze w tej dziedzinie umożliwiły poznanie mechanizmu trwałości elementów, a chemia tworzyw sztucznych dała materiały o doskonałych właściwościach elektrycznych względnie magnetycznych. Opracowano nowe technologie, dzięki którym można wytwarzać masowo elementy tanie wysokiej jakości. Należy przypuszczać, że postęp na tym polu, choć może nie w takim tempie jak ostatnio, będzie trwał przez następne dziesięciolecie.

### 2.1. Elementy półprzewodnikowe

Opanowanie techniki planarnej umożliwiło produkcję tanią i niezawodnych elementów półprzewodnikowych. Rozwinęła się technika układów scalonych różnego rodzaju: układy monolityczne, układy cienko- i grubowarstwowe i ich kombinacje. Otrzymano zespoły wyższego rzędu stanowiące np. wzmacniacz lub przerzutnik. Układ scalony stanowi stan pośredni między pojedynczym elementem i całym złożonym zespołem. Na drodze pełnego rozwoju tej techniki stanęła trudność wykonania indukcyjności w postaci scalonej.

Zaczęto mimo to scalać całe skomplikowane zespoły, a szczególnie matryce pamięciowe z układami dekodowa-

nia adresów w pojedynczym kryształu krzemu pod nazwą MSI (Medium Scale Integration - średni stopień scalenia) i LSI (Large Scale Integration - wysoki stopień scalenia). Ulepszona technologia planarna rozwinęła się do tego stopnia, że obecnie już można pomieścić 150000 elementów na powierzchni  $1 \text{ cm}^2$ . Stało się to możliwe dzięki użyciu warstw o grubości rzędu  $1 \mu\text{m}$ . Również technika półprzewodników tlenków metali MOS (Metal Oxide Semiconductor) ma tak wiele zalet produkcyjnych, że zaczyna wchodzić w coraz większym zakresie do układów MSI i LSI.

Do nowości w dziedzinie elementów półprzewodnikowych należy zaliczyć:

- ultraszybkie diody sygnałowe używane w komutacji,
- diody mocy dla wielkich mocy i wysokich napięć w kierunku zaporowym,
- tranzystory różnego rodzaju z dwukierunkowymi włączaniem,
- tranzystory z wykorzystaniem pola (tranzystory polowe),
- tranzystory krzemowe dużych mocy (setki watów),
- scalone układy cyfrowe MSI i LSI (szczególnie typu MOS),
- scalone wzmacniacze kilkuwatowe.

Istnieje tendencja "kapsułkowania" elementów w plastyku, ale jeszcze są pewne trudności z zabezpieczeniem ich przed wilgocią.

Tyryistory i termistory zostały ostatnio znacznie ulepszone i wchodzą w życie w coraz większym zakresie.

## 2.2. Rezystory

Ostatnio coraz powszechniej stosuje się oporniki z tlenków metali i metalizowane (cienkowarstwowe). Utrzymują się one w bardzo wąskich granicach tolerancji, są stabilne i niezawodne. Wchodzą na rynek również układy cienko- i grubowarstwowych rezystorów jako tłumiki. Oporniki zmienne typu Cermet coraz bardziej przewyższają jakością dawne oporniki drutowe i węglowe.

## 2.3. Kondensatory

W budowie kondensatorów stosuje się obecnie nowe dielektryki, jak polistyren, polipropylen, policarbonat, a później teflon, choć ten ostatni jeszcze jest drogi. Polistyren został tak ulepszony, że wytrzymuje znacznie wyższe temperatury niż do niedawna.

Opracowano kondensatory tantalowe elektrolityczne i blokowe. Kondensatory elektrolityczne miały wyprzeć dotychczasowe aluminiowe. Okazało się jednak, że te ostatnie przy użyciu nowych metod technologicznych uzyskują bardzo dużą trwałość, znoszą wyższe temperatury i wytrzymują konkurencję.

Kondensatory ceramiczne zaczęto robić sposobem wielowarstwowym przy małej stałej dielektrycznej, a te z dużą stałą dielektryczną uzyskały lepszą niezawodność i trwałość.

## 2.4. Filtry

Znaczny wysiłek skierowano na stworzenie aktywnych filtrów RC i monolitycznych filtrów krystalicznych, szczególnie do użytku jako filtry kanałowe w urządzeniach transmisyjnych. Do tego samego celu zaczyna się też używać filtrów mechanicznych.

## 2.5. Cewki i transformatory

Nowe materiały ferrytowe wykazują coraz lepsze przenikalności, mniejszą stratność, lepszą stabilność (mniejszą "dysakomodację"). Wymiary rdzeni maleją; możliwe staje się użycie coraz wyższych częstotliwości. Kształty rdzeni zmierzają do lepszego wykorzystania miejsca na płytkach drukowanych. Coraz większe zastosowanie znajdują rdzenie typu C ze względu na moc.

## 2.6. Pamięci (rejestry, magazyny)

Najczęściej stosowane są pamięci ferrytowe, a szczególnie 4-drutowe 3D, choć istnieje tendencja przechodzenia na 3-drutowe  $2\frac{1}{2}D$ , a ewentualnie i na 2-drutowe  $2\frac{1}{2}D$ . W tej dziedzinie nastąpił pewien zastój. Na całym świecie poszukuje się tańszych i lepszych elementów pamięciowych, nie uzyskano jednak dotąd nic godnego uwagi.

Powstało kilka typów pamięci cienkowarstwowych, ale nie znalazły one większego uznania. Pokłada się wielkie

nadzieje w pamięciach półprzewodnikowych, ale jak dotąd są one jeszcze ciągle zbyt drogie.

## 2.7. Przekazniki

Technika obwodów drukowanych stworzyła bodźce do konstruowania miniaturowych przekazników. Powstały różne rodzaje małych przekazników i to nie tylko typu konwencjonalnego, ale np. pręcikowych (Reed) zarówno "suchych", jak i "zwilżanych" rtęcią. Nie wydają się one jednak być popularne.

## 2.7. Technika obwodów drukowanych

Od jednostronnie drukowanych poprzez dwustronnie drukowane płytki doszliśmy obecnie do znacznie bardziej złożonych układów wielowarstwowych. Rozwiązane zostało w ten sposób zagadnienie krzyżowania się przewodów. Ścieżki poszczególnych warstw są łączone ze sobą metodą metalizowanych otworów. Płytki drukowane muszą być wyposażone w wielostykowe wtyki o wysokiej jakości styku; osiąga się tę jakość przez pozłacanie. Sposób ten został również przeniesiony na innego rodzaju zestyki rozłączalne.

## 3. APARATY TELEFONICZNE

Podzespoły składowe aparatu telefonicznego w zasadzie nie uległy zmianie od 19 wieku. Oczywiście zostały one znacznie ulepszone dzięki nowej technologii oraz

postępowi w zrozumieniu podstawowych zasad fizyki, jak również poznaniu mechanizmu działania naszych zmysłów. Dzięki nowym materiałom i lepszej technologii uzyskały one większą trwałość i niższą cenę. Należy się jednak spodziewać wkrótce prawdziwej rewolucji w tej dziedzinie. Nowe materiały, technika półprzewodników i nowe wymagania będą czynnikami kształtującymi przyszłościowy aparat telefoniczny.

Mikrofon węglowy, choć daje dużą moc na wyjściu, źle oddaje widmo częstotliwości akustycznych i wprowadza zakłócenia harmoniczne. Wprowadzenie taniego wzmacniacza półprzewodnikowego umożliwi użycie znacznie lepszych mikrofonów. Pracuje się obecnie nad mikrofonem o bezpośrednim oddziaływaniu ciśnienia na półprzewodnik, nad mikrofonem piezoelektrycznym i mikrofonem elektretowym. Ten ostatni wydaje się być najbardziej obiecującym wobec tego, że nauczyliśmy się produkować elektrety o dużej trwałości. Mikrofon taki wprowadza małe zniekształcenia harmoniczne i równomierniej oddaje widmo częstotliwości.

Słuchawka może być również piezoelektryczna lub elektretowa, ale wówczas oczywiście sygnały przyjściowe muszą być wzmacniane.

Nowe typy dzwonek o dużej impedancji mogą być łączone po kilka równolegle. Coraz częściej padają głosy za wprowadzeniem jako sygnału wywoławczego akustycznego prądu działającego wprost na słuchawkę. Prąd dzwonienia zostaje przetworzony przez układ tranzystorowy na ton 1500-2000 Hz z pewną modulacją. Sygnał taki jest przy-

jemniejszy i lepiej przyciąga uwagę niż zwykły dzwonek. Koszt przetwornika nie będzie wysoki.

Tarcza numerowa długo jeszcze utrzyma prymat jako źródło sygnałów wybierczych. Można się jednak spodziewać, że klawiatura numerowa będzie z nią konkurowała. Wprawdzie jest ona droższa, ale abonenci godzą się nawet na droższą taryfę byle ją mieć; jest ona szybsza i wygodniejsza w użyciu. Z wieloprzyciskowej klawiatury można wysyłać dodatkowe (poza cyframi) sygnały kodowe. Z proponowanych różnych systemów kodu (aparatuowego wej-  
dzie prawdopodobnie w życie kod zalecany przez CCITT, w którym przewidziano dwie grupy po cztery częstotliwości. System ten umożliwia nadawanie sygnałów do komputerów, jak również wybieranie poprzez szereg central i poprzez łącza nawet złej jakości.

W łonie CCITT dyskutuje się rozbudowę klawiatury do 16 przycisków, aby umożliwić korzystanie ze wszystkich możliwych 16 kombinacji częstotliwości. Kombinując przyciski dwa razy po dwa, można tworzyć sygnały alfanumeryczne do nadawania danych bezpośrednio do komputerów. Wprowadzenie klawiatur choćby do małej części aparatów będzie wymagało zmiany rejestrów w centralach. Są więc i takie rozwiązania, w których sygnały klawiaturowe są już w samym aparacie przetwarzane na serie impulsów dekadowych.

#### 4. WIDEOFONY

W uzupełnieniu tego, co pisze o tym Whyte należy przytoczyć z artykułu Jacobaeusa, że prawdopodobnie wi-

deofon będzie mógł dość wyraźnie przedstawiać głowę współrozmówcy, natomiast nie będzie można dokładnie odczytywać tekstów o drobniejszych literach. Możliwe, że dla umożliwienia przekazywania tekstów można będzie przełączać wideofon na bardziej dokładny obraz kosztem zmniejszenia ruchomości tego obrazu. Dyskutuje się, czy wideofony mają pracować na częstotliwości 1 czy 2 MHz. Większa częstotliwość daje lepszy obraz. Reprodukacja barwna jest także możliwa, ale wątpliwe jest, czy jako znacznie droższa zyska większy popyt. Ciekawym zastosowaniem wideofonu może być używanie go jako ekranu danych przy współpracy z komputerem.

## 5. SIEĆ ŁĄCZY MIEJSCOWYCH

Jak wiadomo, koszt sieci łączy miejscowych stanowi więcej niż połowę całości kosztu telefonizacji jakiegoś obszaru.

W ciągu szeregu lat starano się usilnie zmniejszyć koszty sieci kablowej. Jednocześnie jednak na skutek stałego wzrostu cen miedzi kable stają się coraz droższe.

Większość kabli miejscowych robi się obecnie z żyłami o średnicy 0,4 mm. Poważne wysiłki skierowano na umożliwienie budowy kabli o żyłach 0,32 mm, jednak te cienkie żyły są bardziej kruche i zarówno łączenie ich między sobą jak i zakańczanie wymagają dużej umiejętności i ostrożności.

Wzrost cen miedzi pobudził zainteresowanie się gli-



nem jako materiałem przewodowym. Tu znów wystąpiły trudności łączenia i zakańczania żył, gdyż glin utlenia się na powierzchni, co utrudnia lutowanie.

Można się jednak spodziewać, że o ile ceny miedzi nadal będą wzrastać, glin znajdzie, mimo wszystko, szersze zastosowanie. Zostaną opracowane nowe technologie, w których kruchość i zła lutowalność glinu zostaną wyeliminowane. Trzeba jednak pamiętać, że kable aluminiowe są grubsze, wobec czego mogą powstać trudności przy umieszczaniu ich w istniejącej kanalizacji kablowej.

Będzie się produkowało kable z powłokami nieołówianymi. Pracuje się nad kablami aluminiowymi z powłoką polietylenową, owiniętą obołowioną taśmą stalową i impregnowane asfaltem. Spodziewane są w tej dziedzinie dalsze nowości w wyniku coraz to innych zestawień materiałowych.

Czasem konieczne bywa wtrącanie cewek Pupina w długie łącza abonenckie. Konieczne przy tym staje się włączanie specjalnych wzmacniaczy dla prądu zasilania. Wydaje się, że pupinizacja łączy abonenckich będzie miała bardzo ograniczone zastosowanie. Zostały natomiast opracowane tanie systemy nośne, za pomocą których, nie oszczędzając na szerokości pasma, a z drugiej strony zadowalając się przeciętnymi parametrami transmisyjnymi, można będzie zmniejszyć koszty sieci abonenckich do minimum. Wysiłki w tym kierunku nie dały, jak dotąd, zbyt dobrych rezultatów i trudno byłoby przepowiadać szerokie zastosowanie tych systemów, nawet przy użyciu tańszej techniki obwodów.

Utrzymuje się często, że całkowicie zadowalający system transmisyjny może powstać jedynie w oparciu o dwutorowe doprowadzenia do aparatów abonenckich. Jest jednak mało prawdopodobne wprowadzenie takich łączy na szerszą skalę ze względu na ich wysoki koszt.

W dalszej perspektywie trzeba się liczyć z całkowitą przemianą systemu sieci abonenckiej.

Gdy zapotrzebowanie na przyłącza szerokopasmowe stanie się powszechne, np. dla wideotelefonów, ekranów transmisji danych, telewizji z anten centralnych, będzie prawdopodobnie opłacalne użycie kabli współosiowych o małej średnicy w znacznej części sieci. Umożliwi to również przeprowadzenie tezy o dwutorowych doprowadzeniach do aparatów telefonicznych.

Gdy to nastąpi, wówczas jeden kabel współosiowy będzie mógł obsłużyć cały szereg pomieszczeń biurowych lub mieszkań. Przed punktem rozgałęzienia na poszczególne telefony trzeba będzie oczywiście instalować urządzenie systemu wielokrotnego.

## 6. SYSTEMY TELETRANSMISYJNE

### 6.1. Systemy kablowe

Systemy nośne na kablach współosiowych normalnych i małowymiarowych początkowo o 960 kanałach, potem 2700 osiągają w obecnie opracowywanym systemie 10000 kanałów na jednym torze. System ten prawdopodobnie wejdzie do eksploatacji w latach 1971-72. Wszystkie te systemy są

już tranzystorowane. Następna wersja będzie zapewne wymagała częstotliwości 150-200 MHz, tu jednak zaczynają się trudności z liniowością elementów.

Na polu kabli podmorskich trzeba zanotować zamierzone połączenie kabla między Ameryką Płd. i Portugalią (TAT5), w którym to kablu z zatopionymi wzmacniakami tranzystorowymi będzie czynnych 720 kanałów. Wątpliwe jest, czy będzie się dążyło do zwiększenia tej liczby, gdyż liczy się raczej na duży nadmiar wolnych obwodów satelitarnych. Kable współosiowe mogą również przenosić programy telewizyjne, jednak wydaje się korzystniejsze używanie do tego celu radiolinii.

Wielkie zainteresowanie budzą opracowywane obecnie systemy wielokrotne dla małych odległości. Systemy te oparte na zasadzie FDM (rozdziak częstotliwościowy kanałów) pracują na wyższych częstotliwościach, co prowadzi do potania aparatury. Najbardziej obiecująca jest jednak technika PCM. Pierwotnie używano tu systemu z 24 kanałami i 7-bitowym kodem. W Europie rozwija się obecnie system 32 (30) kanałowy z 8-bitowym kodem i ten stanie się systemem standartowym. Będzie on mógł konkurować z systemami FDM. Stanowić on będzie również lepsze rozwiązanie dla wideofonów.

W USA dyskutuje się system mieszany analogowo-cyfrowy. Wydaje się możliwe wydzielenie 1800 kanałów z kabla współosiowego i wykorzystanie ich do transmisji cyfrowej. Możliwości takiej grupy będą następujące: 80 megabitów na sekundę, a na jeden kanał 44 kilobitów na sekundę.

## 6.2. Radiolinie

W ciągu szóstego dziesięciolecia radiolinie zostały w większości stranzystorowane. Obecnie już tylko lampy z falą bieżącą nie można zastąpić tranzystorem, ale wobec postępów techniki wytwarzania półprzewodników spowodowanych rozwojem komunikacji satelitarnej można się będzie i tego spodziewać. Ekonomia radiolinii opiera się na trzech cechach elementów: skuteczności, liniowości i trwałości. Cechą postępu w budowie stacji przekaźnikowych będzie miniaturyzacja elementów mikrofalowych i zmniejszenie zapotrzebowania mocy. Siłownie diodowe będą musiały ustąpić bateriom typu samochodowego. Dzięki zmniejszeniu kosztów wytwarzania elementów mikrofalowych jak i elementów dla częstotliwości pośrednich oraz ich lepszej jakości (zredukowana temperatura szumów) koszt kanało-kilometra obniży się do połowy kosztu obecnego.

Wzmacniacze częstotliwości pośredniej w stacjach przekaźnikowych będą się składały z kilku monolitycznych układów scalonych i jednostek mikrofalowych np. mikserów, a miejscowe oscylatory będą typu cienkowarstwowych układów scalonych.

Rozwój radiolinii w ruchu międzymiastowym i międzynarodowym spowoduje wyczerpanie się przydzielonych do tego celu zakresów częstotliwości 2, 4, 6 i 7 GHz w większości krajów uprzemysłowionych i trzeba będzie sięgnąć po zakresy 12 i 16 GHz. W tych zakresach występu-

je silnie "fading", wobec czego stanie się bardziej atrakcyjne stosowanie techniki PCM.

Przy tych zakresach odległości między stacjami przekąźnikowymi będą musiały być mniejsze i trzeba będzie stosować odbiór zbiorczy (kilku-antenowy). Zwiększony koszt na częstsze stacje przekąźnikowe kompensuje się natomiast mniejszymi wymiarami anten i masztów.

### 6.3. Komunikacja satelitarna

Ostatnio używano satelitów do łączności telefonicznej i telewizyjnej między określonymi dwiema stacjami naziemnymi, a więc głównie dla łączności między administracjami różnych państw. W siódmym dziesięcioleciu zakres stosowania satelitów ma się rozszerzyć na specjalnego typu transmisję danych, np. danych nawigacyjnych między samolotem i stacjami naziemnymi i danych meteorologicznych między bezobsługowymi punktami pomiarowymi a centralą telemetryczną. Będą one używane także do rozprzestrzeniania programów radiowych i telewizyjnych mniej lub bardziej bezpośrednio do indywidualnych odbiorników. Dla tych 3 zastosowań tele-satelitów:

- a) połączeń między administracjami łączności,
- b) służby specjalnych rodzajów transmisji danych,
- c) rozprzestrzeniania telewizji

zostaną opracowane wyspecjalizowane typy satelitów.

### 6.3.1. Satelita typu a)

Satelita tego typu charakteryzować się będzie kilkoma dużymi antenami o kierunkowości sterowanej z ziemi. Satelita taki będzie prawdopodobnie zawierał wielką liczbę stacji przekaźnikowych, każda o pojemności co najmniej 1200 kanałów telefonicznych lub 1 programu telewizyjnego. Stacje te będą pracowały w zakresach 4 i 6 GHz, a później może i 16-30 GHz. Wobec wymaganej trwałości ok. 10 lat żądać się będzie ścisłej kierunkowości, stabilności i precyzyjnego sterowania położeniem na synchronizacji orbicie. Ciężar takiego satelity będzie wynosił 500-1000 kg. Stacja przekaźnikowa w satelicie będzie stanowiła liniowy wzmacniacz, który jednak retransmituje sygnały przychodzące w pasmie 6 GHz na sygnały wychodzące w pasmie 4 GHz. Jest zatem możliwe rozszczepianie całej liczby kanałów przechodzących przez stację na grupy np. po 1, 12, 60 lub 120 kanałów i modulowanie każdej grupy na przynależnej jej nośnej wysokiej częstotliwości.

Każda grupa kanałów telefonicznych z jej przynależną częstotliwością nośną zostaje przydzielona do pracy w jednym określonym kierunku. Taki sztywny przydział niezależny od aktualnego zapotrzebowania nie pozwala na dobre wykorzystanie pojemności, wobec czego w nowym systemie INTELSAT SPADE pola kanałów telefonicznych, z których każdy ma swoją własną częstotliwość nośną (FM-PCM), może być przydzielana do danego kierunku na żądanie FDMA. Aktualny stan tej ogólnej puli jest nadzorowany i sterowany przez tzw. processory stacji naziemnych, po-

łączonych każda z każdą za pomocą wiązek kanałów transmisji danych w samym systemie SPADE. System przydzielania na żądanie może również korzystać ze sposobu "paczek" sygnałów TDM-PCM, przy czym każda szczelina w ramce 125  $\mu$ s jest przydzielana do danego kierunku na żądanie - TDMA. "Paczki" z różnych stacji naziemnych są tak zsynchronizowane, że na przyjeździe do satelity są właściwie rozmieszczone w czasie. Processory stacji naziemnych są w systemie TDMA bardziej skomplikowane niż w systemie FDMA ze względu na zagadnienie synchronizacji "paczek", natomiast odbiorniki i nadajniki w systemie TDMA są znacznie prostsze.

### 6.3.2. Satelity typu b)

Satelity typu b) będą wyposażane w stacje przekaźnikowe pracujące na zakresach mikrofalowych jak i VHF lub UHF w przeciwieństwie do satelitów typu a).

Pewna część tych satelitów będzie obiegała po specjalnych orbitach, choć będą też i takie, które pozostaną na orbitach synchro-stacjonarnych. Będą miały 1 lub 2 anteny: jedną np. dla odbioru i nadawania w zakresie mikrofalowym, a drugą w zakresie VHF. Liczba stacji przekaźnikowych będzie tu ograniczona. Ciężar wyniesie mniej niż 500 kg.

### 6.3.3. Satelity typu c)

Satelity tego typu będą dysponowały dużą mocą (2 kW) i ścisłą kierunkowością. Ciężar tych satelitów zatem

wyniesie ok. 1 tony. Dla stosowanej tu częstotliwości rzędu UHF mogą być potrzebne anteny reflektorowo-paraboliczne o średnicy 10-15 m, nie sterowane z ziemi. Zapotrzebowanie mocy będzie tu 10-20 kW. Pokrywane będzie ono przypuszczalnie przez cienkowarstwowe baterie słoneczne, tak że użycie stosów atomowych nie będzie konieczne. Liczba programów telewizyjnych ograniczy się maksymalnie do 4.

## 7. CENTRALE TELEFONICZNE

Autór przepowiada długotrwałe panowanie systemu Crossbar na całym świecie w zakresie sieci wiejskich, miejskich i międzymiastowych wraz z międzynarodowymi. Przypuszczalnie jednak sterowanie zostanie stopniowo elektroniczne aż do stosowania maszyn matematycznych do sterowania centralami. Jeśli idzie o centrale pełnoelektroniczne, to rozwijać się one będą niezależnie dopiero po przejściu przez stadium quasi-elektroniczne ze względu na to, że nie istnieją jeszcze zestyki elektroniczne, które mogą konkurować z zestykiem mechanicznym.

Sterowanie będzie się odbywać drogą zamagazynowanego programu, dzięki czemu łatwo będzie "dobudowywać" do tych central coraz to nowe udogodnienia. System ten umożliwi również daleko posuniętą samokontrolę urządzeń komutacyjnych, co niesłychanie ułatwi konserwację.

Elektronizacja central międzymiastowych może nastąpić szybciej niż miejscowych, gdyż wobec braku tam łączności abonenckich, zestyk metaliczny nie jest warunkiem dobrej pracy torów rozmównych. Szczególnie, gdy będzie zastosowany system PCM.



Ponieważ długo jeszcze będą używane międzymiastowe łącza wielokrotne o podziale częstotliwościowym i łącza lokalne prądu stałego zanim zostaną one zamortyzowane, nie będą mogły być wprowadzone systemy z integracją komutacji i transmisji.

Po zautomatyzowaniu ruchu międzymiastowego przyjdzie kolej na ruch międzynarodowy. W Europie, w wielu krajach już taki automatyczny ruch istnieje. W Ameryce abonenci USA łączą się automatycznie z abonentami Kanady. Nie ma też przeszkód technicznych na drodze do automatycznej sieci światowej; tymczasem jednak brak dostatecznej liczby łączy i konieczność stosowania rejestrów dla bardzo dużej liczby cyfr w numerach powstrzymują rozwój tej dziedziny. Bardzo kosztowne połączenia światowe wymagają też bardzo kosztownych urządzeń do automatycznego drukowania rachunków za rozmowy.

Stosunkowo najmniejszy postęp spodziewany jest w dziedzinie central abonenckich, gdyż już teraz dają one swym abonentom bardzo wiele udogodnień. Ewentualnie można przypuszczać, że powstaną centrale PBX obsługujące naraż kilku użytkowników, każdego o innym numerze zbiorowym. Dałoby to zmniejszenie ogólnych kosztów instalacji i konserwacji. Ale i przeciwnie, pożądanym byłoby móc zaspokoić potrzeby takich użytkowników central PBX, którzy mają poszczególne swe agendy rozrzucone po wielu miejscach w terenie.

### 8. TELEKS

Prawdopodobnie teleks będzie stopniowo wypierał zwykły telegraf. Oparty dotąd na bazie mechanicznej teleks będzie stopniowo ulegał elektronizacji: przede wszystkim nadajników i odbiorników. Można sobie wyobrazić elektronizację również samego procesu drukowania, ale jeszcze długo sposób mechaniczny będzie znacznie tańszy. Centrale teleksowe łatwiej zelektronizować niż centrale telefoniczne, zatem można się spodziewać postępu w tym kierunku w ciągu nadchodzącego 10-lecia.

Wchodzi w życie system z komutacją wiadomości polegający na przetrzymywaniu ich do chwili zwolnienia się drogi transmisyjnej. Istnieje już kilka takich central w Europie. Sterowane są one za pomocą zmagazynowanego programu.

Wobec przystosowania sieci teleksowej do szybkości 80 bodów nie będzie można przejść na większą szybkość, choć byłoby to bardzo pożądane (np. 200 bodów) bez przebudowy całej sieci transmisyjnej.

### 9. TRANSMISJA DANYCH

Rozwój maszyn matematycznych dla potrzeb rządów, przemysłu i nauki pociągnął za sobą potrzebę stworzenia metod szybkiego dostarczania im danych i otrzymywania od nich odpowiedzi. W nadchodzącym 10-leciu nastąpi dalszy szybki rozwój w dziedzinie transmisji danych. Przewiduje się, że w r. 1970 w USA 5% kanałów telefonicz-

nych będzie użytkowanych dla transmisji danych. Rozróżnić można 2 metody: równoległą i szeregową. Pierwsza polega na podziale kanału na podpasma, z których każde będzie przenosiło inny sygnał, w drugiej w jednym pasmie sygnały będą przekazywane kolejno. Transmisja może być dokonywana na drodze modulacji częstotliwości, amplitudy lub fazy. Przez zwykły kanał telefoniczny można już przekazywać do 9600 bitów/s, przy czym powyżej 3600 bitów/s potrzebne są urządzenia kompensujące zakłócenia opóźnieniowe.

Większe szybkości można będzie prawdopodobnie osiągnąć, stosując nowoczesne techniki transmisji.

Autor maluje obraz przyszłej wymiany dóbr bez użycia pieniędzy i czeków, kiedy stany kont i ich zmiany będą mogły być kontrolowane za pomocą transmisji danych.

## 10. DZIEDZINY POMOCNICZE I KONKLUZJE

Autor, będąc sam specjalistą w dziedzinie teorii ruchu telefonicznego, zwraca uwagę na szczególną rolę tej nauki w rozwoju telekomunikacji i na to, że w powstawaniu teorii prawdopodobieństwa i statystyki, teorii czysto matematycznych, niepoślednią rolę odegrali właśnie telatechnicy. Prawie wszystkie zagadnienia naukowe zostały matematycznie opanowane. Pozostało jeszcze tylko zdobyć większego i pełniejszego rozeznania np. w zakresie projektowania sieci o różnej konfiguracji z alternatywnym kierowaniem ruchu. W nowej technice trzeba

będzie np, umieć określić wielkość processorów sterujących pracą central o sterowaniu programowym. Trzeba stworzyć matematyczny model ruchu dla małych grup, zbadać jak wzrasta ruch telefoniczny, jak zachowuje się abonent, gdy natrafia na zajętość itp. Są to tematy prac na nadchodzące 10-lecie.

W konkluzji można stwierdzić, że telekomunikacja będzie techniką coraz bardziej elektroniczną, choć będzie jeszcze używała wielu elementów mechanicznych. Zdecydowanie jednak trzeba będzie odrzucić elementy nieelektroniczne, jak fluidistory i przekaźniki chemiczne. Zalety elektroniki i elektromechaniki są tak wielkie, że nie widać w przyszłości innej techniki, która mogłaby ją prześcignąć, a podstawowe nauki: fizyka i chemia nie przynoszą nowych odkryć, które mogłyby zachwiać podstawami obecnej i przewidywanej techniki.

Zatem twierdzenie, że telekomunikacja będzie się rozwijała po dotychczasowych liniach i będzie jedynie w swych odchyleniach nosiła piętno indywidualne nadawane jej przez nieraz genialnych i poświęcających jej swe życie techników przemysłu i eksploatacji wydaje się być w pełni ugruntowane.

USŁUGI TELEKOMUNIKACYJNE  
W ZJEDNOCZONYM KRÓLESTWIE BRYTYJSKIM /Z.K./

Opracował J. Kibortt na podstawie artykułu  
Whyte J.S.: Telecommunications services in  
the United Kingdom. Radio electron. Eng. 1969  
t. 37, nr 5, s. 289-296.

Sieć telekomunikacyjna Z.K. była tworzona przez wiele lat i obecnie jest ogromnie rozbudowana. Tory szerokopasmowe na kablach współosiowych i radiowe systemy mikrofalowe wiążą między sobą ponad 150 miast i miasteczek, a na rok 1971 zaplanowano uzyskanie ogólnej wielkości sieci szerokopasmowych łączy ponad 170000 MHz-mil, które powiążą wzajemnie ze sobą około 270 miast i miasteczek. Zastosowanie w sieci transmisyjnej techniki cyfrowej pozwala w sposób ekonomiczny wykorzystać systemy wielokrotne na znacznie krótszych odległościach niż to było dawniej możliwe przy stosowaniu metod analogowych. Za 2 lata planowana już jest eksploatacja ogółem 400000 kanało-mil sieci P.C.M.

Wprowadzenie techniki cyfrowej do sieci łączy międzycentralowych otwiera nowe możliwości również w dziedzinie telekomutacji.

Jest w przygotowaniu cały szereg nowego typu usług, a prace w laboratoriach rozwojowych wytyczają kierunki tworzenia przyszłościowych systemów telekomunikacyjnych.

## 1. WSTEP

Obecna sieć telekomunikacyjna Zjednoczonego Królestwa (Z.K.) powstała w wyniku ciągłego wzrostu w okresie ponad 70 lat. Jest to już teraz sieć olbrzymia - aktywy kapitałowe Poczty Brytyjskiej (P.B.) przekraczają 1500 milionów funtów i wznoszą się o ok. 250 mln funtów rocznie.

Z reguły we wszystkich rozwiniętych krajach świata tempo rozrostu sieci ciągle się powiększa i wszystko wskazuje na to, że ta tendencja utrzyma się jeszcze przez długie lata. Następuje nie tylko wzrost zapotrzebowania na przyłącza do ogólnej sieci oraz wzrost ilości ruchu w sieci, ale - szczególnie w handlu i przemyśle - użytkownicy coraz bardziej zaczynają rozumieć korzyści jakie, w ich przemysłowej czy handlowej działalności wynikają ze stosowania wielkiej różnorodności urządzeń telekomunikacyjnych, spośród których zwykła (w obecnym znaczeniu) łączność telefoniczna będzie odgrywała coraz mniejszą rolę.

## 2. STAN ISTNIEJĄCY

Obecnie pracujące systemy oraz świadczone przez P.B. usługi zostały w dużym stopniu powiązane ze strukturą gospodarczą i socjalną kraju i czynniki powołane do stałej obserwacji rozwoju tych usług zdają sobie sprawę, jaki wpływ ma na pomyślność gospodarki narodowej odpowiednio rozwinięta i tania łączność.

Szereg nowości technicznych, które umożliwią w przyszłości wprowadzenie nowych rodzajów usług, mogą w znacznym stopniu przyczynić się do podniesienia na wyższy poziom życia zarówno jednostki, jak i całego społeczeństwa. Zanim opisane zostaną zarówno te dopiero studiowane jak i te już wprowadzane w życie nowe rozwiązania techniczne i nowe technologie celowe będzie zrekapitulowanie podstaw obecnego systemu łączności. Przede wszystkim wyposażenie siedziby abonenta historycznie rzecz biorąc, to aparat abonencki (telefon). Indywidualni abonenci połączeni są z miejscowym punktem komutacyjnym - centralą - parami przewodów biegnących w kablu wielożyłowym, przy czym każda z nich służy albo jednemu indywidualnemu, albo jednocześnie dwóm abonentom. Abonenci tej samej centrali mogą być łączeni ze sobą na żądanie poprzez jej organy komutacyjne, a jeżeli zażądano połączenia z abonentem innej, odległej centrali, centrala wyjściowa zostaje połączona z docelową za pomocą łącza międzycentralowego, lub przy dużych odległościach - za pomocą łącza międzymiastowego. Połączenie centrali wyjściowej z docelową łączami sieci miejscowej czy też międzymiastowej może ewentualnie wymagać dodatkowych, pośrednich (tzw. tandemowych czy też tranzytowych) punktów komutacyjnych.

Taki układ elementów tworzących sieć telekomunikacyjną, stworzony w zaraniu istnienia publicznej sieci telefonicznej, istnieje do dziś, z tym jednak, że w ostatnich latach rozróżnienie pojęć komutacji i transmisji zaczęło się zacierać na rzecz pojęcia scalonego, o-

bejmującego i sieć łączy i urządzenia centralowe.

Łączność oparta o elektryczne zjawiska rozpoczęła swą karierę w 19 wieku od wynalazku telegrafu. Już w tamtych czasach znaczenie usług telegrafii zostało umniejszone przez wynalazek i rozwój telefonii, tym niemniej telegrafia przetrwała do naszych czasów i nadal spełnia ona ważną rolę.

Pierwsze publiczne telefony zostały założone w Z.K. w ciągu lat siedemdziesiątych 19 wieku, a od tych lat do dziś liczba ich osiągnęła ponad 11 milionów.

W ciągu ostatnich 20 lat daje się znów zauważyć stały rozwój usług nietelefonicznych. Pierwszą z mających większe znaczenie stała się telewizja, a począwszy od lat czterdziestych naszego stulecia długość sieci łączy szerokopasmowych udostępnionych przedsiębiorstwom rozgłaszania wzrosła do ponad 8000 kanało-mil.

W ostatnich 15 latach dał się zauważyć znaczny rozwój usług teleksowych, którego tempo w Z.K. wynosi ok. 19% rocznie; interesujące będzie tu stwierdzenie, że aż 40% całego generowanego ruchu teleksowego kieruje się do krajów zamorskich.

Trzecim przykładem usług nietelefonicznych są usługi związane z transmisją danych, na które zapotrzebowanie w najbliższej przyszłości będzie coraz bardziej wzrastało w miarę ogromnie wzrastającego rozpowszechniania się "komputerów"<sup>x)</sup>.

<sup>x)</sup> W r. 1961 P.B. zaoferowała po raz pierwszy urządzenia transmisji danych pracujące na komutowanych łączach telefonicznych, a już w końcu roku bieżącego (1969) urządzenia Datel (patrz. rozdz. 5) pokrywały zakresy szybkości transmisji od 100 do 2400 bitów na sekundę.



Przekazywanie danych odbywa się przez publiczną sieć telegraficzną, publiczną sieć telefoniczną lub przez łącza prywatne, jeżeli te ostatnie spełniają wymagania użytkownika, a modemy instalowane na styku łącz prywatnych z siecią publiczną P.B. tłumaczą sygnały z urządzeń prywatnych użytkownika na ustalone międzynarodowo postaci transmitowanych sygnałów i odwrotnie. W przypadku urządzeń pod nazwą "Datel 600" np. stosowana jest modulacja częstotliwości sygnału o częstotliwości akustycznej. Obecnie pracuje w Z.K. około 2000 modemów, przy czym szacuje się wzrost ich liczby do 40000 w ciągu najbliższych 4 lat.

Inną cechą charakterystyczną stanu współczesnej telekomunikacji jest wzrost ruchu międzynarodowego w ciągu ostatniego dziesięciolecia. Interesujące może być stwierdzenie, że gwałtowny wzrost ruchu w obszarze północnego Atlantyku zbiegł się z wprowadzeniem systemu dalekosiężnych kabli podmorskich, do czego przyczyniła się P.B. swoją pionierską współpracą z przedsiębiorstwem American Telephone and Telegraph Corporation. Wobec naszej wyspiarskiej pozycji nie było przypadkiem, że graliśmy wiodącą rolę w rozwinięciu tego systemu i że jedyny w świecie specjalny okręt do układania kabli transatlantycznych był własnością P.B. Ten wzrost ruchu międzynarodowego oznacza, że planowanie nie może opierać się tylko na potrzebach krajowych. Prace rozwojowe powinny być podejmowane na tle światowych zapotrzebowań na łączność szybką, dokładną, niezawodną i niezbyt kosztowną. Implikuje to wzrastającą współzależność poszczególnych

planów narodowych. Międzynarodowy plan numeracji jest tego doskonałym przykładem, a międzynarodowe systemy sygnalizacji i wymiany danych, to niezwykle ważne dziedziny, w których międzynarodowa współpraca staje się konieczną dla zapewnienia ciągłości rozwoju udogodnień telekomunikacyjnych w skali całego globu. Wydajna międzynarodowa współpraca w tych sprawach została osiągnięta w takich wyspecjalizowanych instytucjach jak CCITT, CCIR oraz w coraz większej mierze CEPT (Europejska Konferencja Administracji Łączności).

### 3. BLISKA PRZYSZŁOŚĆ

Zanim spojrzymy w przyszłość dalszą, zapoznajmy się z tymi nowymi urządzeniami, które wejdą do eksploatacji w ciągu najbliższych kilku lat.

#### 3.1. Aparatura abonencka

Zaczyna już wchodzić w życie cały szereg różnych nowych typów aparatów telefonicznych, a jeszcze inne są w przygotowaniu.

I tak np. aparat głośnomówiący, nie zajmując rąk użytkownika, umożliwia mu pisanie w czasie rozmowy. Zaproponowane przez P.B. rozwiązanie takiego aparatu może służyć za przykład nowoczesności; opanowano w nim te wady, które cechowały dotychczasowe rozwiązania, a przede wszystkim nie pewnie działające przełączanie obwodów głosem.

Wkrótce ukąą się automatyczne nadajniki częściej używanych przez abonenta numerów. Będzie to niewielka przystawka do zwykłego telefonu. Dowolny z zarejestrowanych w tej przystawce normalnych numerów zostaje wydawany automatycznie po przyciśnięciu odpowiedniego przycisku.

Dostępne będą też urządzenia zdalnie piszące, w których pióro w odbiorniku posuwa się po papierze naśladowując pióro, które prowadzi abonent nadający, dzięki czemu będzie można przekazywać rysunki, szkice, rękopisy itp. poprzez zwykłe łącza telefoniczne.

W nieco dalszej przyszłości będą dostarczane abonentom takie urządzenia, jak "wideofony", a kombinując ze sobą wyżej wymienione urządzenia, abonent będzie mógł skompletować sobie cały zespół komunikacyjny zamiast zwykłego telefonu.

### 3.2. Transmisja danych

Spodziewany wzrost zapotrzebowania na urządzenia transmisji danych będzie zaspokajany kilkoma sposobami. Cechą charakterystyczną transmisji danych w odróżnieniu od telefonii jest szeroki wachlarz różnych stawianych jej wymagań, a zakres różności tych wymagań będzie raczej rósł niż malał. I tak do indywidualnego korzystania z komputera wystarczają szybkości telegraficzne, dla służb gromadzących dane będzie wymagane przekazywanie bardzo małych porcji danych z dużej liczby odległych nadajników z małymi szybkościami i w znacznych odstępach

czasu; do wyciągania informacji z odległego "rejestru" w celu wizualnego przedstawienia ich zestawu potrzebne będą większe szybkości, a dla bezpośredniej wymiany danych między komputerami trzeba będzie dysponować znacznie większymi szybkościami. Urządzenie "Datel 300", o którym będzie mowa w załączniku, jest przykładem aparatury opracowanej specjalnie dla odbiorców, którzy zamierzają zbierać w jednym punkcie centralnym małe ilości informacji z wielu odległych stacji. Z tym urządzeniem kontrastuje modem pozwalający na operowanie szybkościami 48 kilobodów. Rozwiązanie modemu jest już dalece zaawansowane i będzie on zainstalowany w przyszłym roku w sieci Londyn - Birmingham - Manchester.

Wszystkie urządzenia komutacyjne dróg transmisji danych omawianych wyżej systemów pracują, jak dotąd, na zasadzie komutowania obwodów. W odróżnieniu od tego, jako przykład stosowania zasady "komutowania wiadomości" można podać urządzenie "STRAD"<sup>x)</sup> zainstalowane w r. 1959 na lotnisku Gatwick, które komutuje wiadomości ruchu lotniczego operacyjnego. Urządzenie to pozwoliło na zebranie cennych doświadczeń i wykrycie całego szeregu trudności tak technicznych, jak eksploatacyjnych.

Urządzenie z komutacją wiadomości zostało ostatnio wprowadzone do komutowania telegraficznego ruchu zamorskiego, natomiast intensywnym badaniom poddany został projekt zorganizowania wieloadresowego ruchu teleksowa-

---

x) Signal Transmission and Distribution

go ("Multitelex") za pomocą opartego na komputerze urządzenia rejestrowo-nadawczego z komutacją wiadomości.

Wykorzystanie do transmisji danych istniejącej sieci łączący telefonicznych ma tę ważną zaletę, że sieć ta, będąc bardzo rozbudowaną, pozwala na przekazywanie danych praktycznie między dowolnymi punktami kraju, jak też do większości krajów świata. Stopnia rozprzestrzenienia tej sieci nie da się prawdopodobnie przewyższyć tworzeniem jakiegokolwiek innej sieci specjalnej dla transmisji danych. Jednakże już sam wzgląd na szerokość pasma narzuca tu ograniczenia na szybkość przenoszenia informacji.

Studiuje się obecnie szereg różnych systemów, które umożliwią zaferowanie użytkownikom jeszcze szerszego zakresu usług. Szczególną uwagę zwraca się na typ sieci z magazynowaniem i wydawaniem wiadomości. W związku z tym została nawiązana współpraca między P.B. i Państwowym Laboratorium Fizyki, mająca na celu przestudiowanie omawianego przez p. D.W. Daviesa w jednym z dalszych referatów<sup>x)</sup> wygłaszanych na tej konferencji typu sieci. Zaletami Jego propozycji są: uniezależnienie szybkości transmisji w sieci od szybkości nadawania informacji przez abonenta, możliwość kontroli błędów i możliwość alternatywnego wyboru dróg. Trzeba jednak będzie poświęcić temu zagadnieniu jeszcze wiele pracy, zanim można będzie z całkowitą odpowiedzialnością stwierdzić, że uzyskane rozwiązanie spełnia również wymagania ekonomiki.

<sup>x)</sup> Sieć komunikacyjna dla systemów z komputerami o czasie realnym. Radio and Electronic Engineer t. 37, nr 1, s. 45-57, styczeń 1969.

Zależy to między innymi od szybkości wzrostu ruchu transmisji danych, rozkładu ruchu w funkcji odległości, rozkładu szybkości transmisji i rozkładu objętości przesyłanych wiadomości. Dlatego też P.B. rozpoczęła na wielką skalę sondowanie "rynku" w celu uzyskania podstawowych danych niezbędnych do prawidłowej oceny badanych systemów.

### 3.3. Sprzęt komutacyjny

Większość sprzętu komutacyjnego w istniejących centralach opiera się na wybierakach dwururowym typu Strowgera. Rozwój współpracy między P.B. i głównymi wytwórcami w Z.K. doprowadził do wypracowania nowych typów łącznic elektronicznych, które we właściwym czasie zastąpią urządzenia istniejące. Urządzenia te, choć zapewniały dobrą i taną łączność przez tyle dziesiątków lat, cierpią bowiem na szereg wad.

Pierwszą spośród nowych central elektronicznych, które będą mogły być włączone do publicznej sieci telefonicznej jest centrala TXE2, będąca już obecnie standardowym typem centrali telefonicznej zasilającą do ok. 240 erlangów całkowitego ruchu, co przy średniej częstotliwości wywołań odpowiada 2000 łączy. Jest to centrala ze sterowaniem rejestrowym z komutacją łączy rozmównych oparta na zasadzie podziału przestrzennego przy zastosowaniu przekaźników przeciekowych (Reed) wg Encykl. Techn. - Teleelektryka (jest to więc centrala quasi-elektroniczna). Są to przekaźniki, w których zestyk stanowią

zachodzące na siebie blaszki ze stali magnetycznej z połączanymi powierzchniami stykowymi zamknięte w miniaturowej rurce szklanej. Kilka takich rurek umieszczone są wewnątrz zwojnicy wytwarzającej strumień magnetyczny. Zamknięcie zestyku w odpowiedniej atmosferze chroni zestyk od zanieczyszczeń i uszkodzeń mechanicznych, wobec czego można oczekiwać od takiego zestyku, że w ciągu swego bardzo długiego życia będzie dawał idealne niskooporowe połączenie i nie będzie wymagał jakiegokolwiek regulacji. Brak szumów stykowych i duży stopień niezawodności są to cechy niezmiernie pożądane w czasach stałego wzrostu kosztów ludzkiej siły roboczej.

Każda centrala zawiera dwa identyczne zespoły sterujące, które pracują na zmianę co 8 minut. Za każdym razem, gdy droga połączeniowa zostanie zestawiona, jest ona sprawdzana zanim zostanie przedłużona do abonenta. W przypadku nieudanego połączenia zostaje przeprowadzona druga próba jego zestawienia. Przy nieudanym połączeniu następuje automatycznie wydrukowanie szeregu danych charakteryzujących chwilowy stan urządzenia w momencie zaistnienia błędu. Ta właściwość powinna stać się bardzo istotnym przyczynkiem do podniesienia wydajności konserwacji.

Jeżeli chodzi o centrale większe, to zaprojektowano drugi typ rejestrowej centrali z przekaźnikami pręcikowymi, znany pod symbolem TXE4. Typ ten zdolny jest do załatwiania ruchu do 4500 erlangów względnie obsłużenia 40000 łączy. Wykonanie tego typu będzie zakończone jako pierwsze, a pełne badania eksploatacyjne rozpoczną się

wkrótce w centrali Tudor w Londynie.

Razem z krzyżowymi typami central, które już są instalowane dla tranzytowej obsługi łączy międzymiastowych i które wkrótce będą instalowane w nowych międzymiastowych centralach komutacyjnych, a więc w Londynie i w kilku innych strefach miejscowych, powyższe typy central prawdopodobnie będą stanowiły wzorce dla następnej generacji urządzeń komutacyjnych mających zastępować centrale Strowgera.

Typowe, nowe udogodnienia, jakimi te nowe typy central elektronicznych będą mogły służyć abonentom, są następujące:

a. Skrócone numery wywoławcze

Użytkownik może uzyskać połączenie zasadniczo z każdym punktem świata za pomocą szyfru złożonego tylko z trzech, czterech cyfr. Urządzenie centrali rozpoznaje łącznie wywołujące, przyjmuje szczególny zaszyfrowany numer i na jego podstawie wybiera ze swej pamięci szyfrowej odpowiedni pełny numer abonenta żadanego, po czym zestawia doń połączenie. Użytkownik może w pamięci centrali zarejestrować dowolny numer wraz z odpowiadającym mu szyfrem, a centrala będzie jednoznacznie tłumaczyła otrzymany szyfr na właściwy numer. Użytkownik może oczywiście zawsze poczynić zmiany w pamięci centrali.

b. Przerzucanie ruchu przychodzącego na inny numer

Użytkownik może zasygnalizować do centrali inny numer, do którego życzy sobie, aby kierowane były przy-



chodzące doń wywołania. Urządzenie pozwala na takie przetrzucanie ruchu na numery miejscowe, jak również na numery osiągane w sieci dalekosiężnej. Podczas gdy ruch przychodzący do danego abonenta jest kierowany do innego aparatu, jego własny aparat może być nadal używany w ruchu wychodzącym.

Pewna odmiana tego urządzenia umożliwia przetrzucanie ruchu przychodzącego na stanowisko lub nawet całkowite zablokowanie numeru dla wywołań, gdy abonent nie chce, aby mu przeszkadzano.

#### c. Połączenia konferencyjne

Urządzenie umożliwia abonentowi wywołanie kilku innych numerów zarówno lokalnych jak i międzymiastowych, i następnie zestawienie konferencyjnego połączenia z całą grupą tych numerów.

#### d. Sygnał o oczekującym wywołaniu

Sygnał ten zawiadamia abonenta zajętego rozmową, że ktoś inny chce z nim uzyskać połączenie. Rozmawiający abonent może to awizowane wywołanie przyjąć (zwalniając się z dotąd prowadzonej rozmowy) lub zignorować. Tajemnica rozmów pozostaje przy tym nienaruszona.

#### e. Magazynowanie wywołań

Abonent otrzymujący sygnał zajętości może zażądać zmagazynowania wywołania i rozłączyć się. Wówczas po zwolnieniu się żadanego abonenta zostanie zestawione połączenie i nastąpi wywołanie obydwu abonentów.

#### f. Połączenia opłacane przez żądanego abonenta

Udogodnienie to polega na tym, że abonent może upoważnić określonych innych abonentów lokalnych lub też nie należących do jego strefy do telefonowania do niego na jego własny koszt.

### 3.4. Transmisja

Sieć międzymiastowa w Z.K. opiera się głównie na kablach wielokrotnej, częstotliwościowej telefonii nośnej i na radioliniach mikrofalowych, które wiążą między sobą ponad 150 miast i miasteczek, a w r. 1971 będą wiązały ponad 300. Tory szerokopasmowe zostaną podzielone na znormalizowane szerokości pasm 4000, 240 i 48 kHz dla tworzenia odpowiednio grup czwórných, dwójnych i pierwotnych, które będą mogły być ze sobą łączone w celu uzyskiwania dalekosiężnych dróg transmisyjnych o określonych charakterystykach bez przejść przez pośredniczące punkty komutacyjne.

W ciągu wielu lat stałego i intensywnego postępu w doskonaleniu sprzętu transmisyjnego i wykorzystywania tego postępu, szczególnie w eksploatacji coraz szerszych pasm na istniejących trasach kablowych, uzyskano dziesięciokrotne zmniejszenie kosztu na 1 kanał w porównaniu z rokiem 1920. Proces ten trwa nadal i, abstrahując od wzrastającej wagi systemów cyfrowych, o których dalej będzie mowa, istnieją jeszcze dalsze możliwości zmniejszenia kosztów budowy transmisyjnych systemów analogowych.

Wobec tego, że wzrasta stosowana szerokość pasma w kabłach, odstępy między wzmacniakami musiały się zmniejszać i zanim weszły w życie tranzystory, powstało nowe poważne zagadnienie, gdyż z racji wymiarów wzmacniaków i dość skomplikowanych urządzeń zasilających okazało się konieczne instalowanie ich w budynkach naziemnych. Odstęp między wzmacniakami w systemie 12 MHz wynosi 3 mile (5 km). Każde znaczniejsze zmniejszenie tego odstępu stwarzałoby, szczególnie na terenach miejskich, poważny kłopot ze znalezieniem miejsca na nowe budynki. Pojawienie się tranzystorów pozwoliło na zrezygnowanie z naziemnych budowli na rzecz instalacji zakopywanych w ziemi, i tak ten ongiś trudny problem przestał istnieć.

Sieć przekaźnikowych stacji mikrofalowych może służyć 625-liniowej telewizji barwnej jak również innym celom telekomunikacyjnym i jest wykorzystywana do łączenia między sobą punktów komutacyjnych sieci telewizyjnej głównych miast zarówno dla zaspokojenia potrzeb rozrywkowych, jak i handlowych lub przemysłowych.

Koszt krotnic nie zależy od długości łącza, podczas gdy koszt wyposażenia liniowych jest do tej długości prawie proporcjonalny; wynika stąd, że istnieje w danych warunkach minimalna długość łącza, przy której koszty krotnic stają się na tyle dominujące, że wielokanałowość przestaje się opłacać w porównaniu z osobnymi obwodami fizycznymi. Fakt, że długość 65% wszystkich łączy wynosi mniej niż 5 mil stanowi silny bodziec w dążeniach w kierunku zmniejszenia minimum opłacalnej długości systemów wielokrotnych.

Jednym z najważniejszych osiągnięć wpływających na tę sytuację jest wprowadzenie modulacji impulsowo-kodowej (PCM) umożliwiającej wielokrotne wykorzystanie symetrycznych par kablowych na małych odległościach. W tych systemach z każdego kanału rozmównego są pobierane próbki stanu elektrycznego 8000 razy na sekundę, przy czym każdy z wyników jest zakodowywany jako grupa cyfr binarnych określających wielkość (amplitudę) "próbki". W systemie UK24 takie kanały utworzone są więc na zasadzie podziału czasowego, a do każdej grupy kodowej dodawany zostaje jeden bit na każdy kanał dla celów sygnalizacji i synchronizacji. Cyfrowy charakter transmitowanych sygnałów umożliwia ich wielokrotną regenerację w krótkich odstępach. W ten sposób powstaje system transmisyjny, szczególnie odporny na zakłócenia.

Większość istniejących sieci o krótkich łączach opiera się na kablach pupinizowanych o stosunkowo dużym poziomie przesłuchu między parami dla wysokich częstotliwości, co stanowiło przeszkodę w ich wielokrotnym wykorzystaniu na zasadzie analogowej, natomiast użycie odpornego na przesłuchy systemu PCM pozwala na uniknięcie powyższych przeszkód.

Zwykle stosowane odcinki między cewkami Pupina wynoszą 1800 metrów, i gdy te kable przechodzą na pracę w systemie PCM, cewki zostają usunięte i zastąpione przez regeneratory zasilane poprzez żyły kablowe. Dla każdego kierunku transmisji muszą być użyte osobne pary żył, w rezultacie po uwzględnieniu par, które nie mogą być użyte dla PCM uzyskuje się 10-krotnie lepsze wykorzysta-

nie par w porównaniu z 2-przewodowym systemem telefonii naturalnej.

Zastosowanie tej nowej techniki pozwala na ekonomiczne wielokrotne wykorzystanie torów na krótkich odległościach rzędu 8 + 10 mil.

Ponieważ wielkość produkcji rośnie i wprowadza się na coraz szerszą skalę do schematów logicznych tzw. układy scalone, istnieją widoki na osiągnięcie opłacalności tych systemów nawet dla jeszcze krótszych odległości. Poczta Brytyjska planuje na rok 1970 użytkowanie 400000 kanał-mil systemów PCM<sup>x)</sup>.

#### 4. WIDOKI NA DAJSZĄ PRZYSZŁOŚĆ

W aspekcie dalszej przyszłości można wyodrębnić następujące tendencje:

- a) tworzenie wielu nowych usług nietelefonicznych,
- b) rozwój na wielką skalę transmisji danych z bardzo dużymi szybkościami do współpracy wielkich centrów obliczeniowych i z małymi szybkościami dla obsługi bardzo dużej liczby punktów gromadzących dane,

c) koniec ery strowgerowskiej w komutacji i wprowadzenie central z podziałem przestrzennym i przekaźnikami pręcikowymi lub wybierakami krzyżowymi ze sterowa-

---

x) Pełniejsze omówienie systemów PCM znajdzie czytelnik w artykule K.W. Cattermole: The impact of pulse code modulation network - The Radio and Electronic Engineer, 1969 t. 37 nr 1, s. 33-45.

niem elektronicznym, a dalej rozwój techniki sterowania programowego,

d) wzrost wykorzystania technik cyfrowych wewnątrz sieci z rozprzestrzenieniem już istniejących systemów PCM na łączach wewnątrzstrefowych na sieć łączy między-miastowych i przy sprzyjających okolicznościach zintegrowanie komutacji cyfrowej z transmisją,

e) w bardzo dalekiej przyszłości stopniowe przechodzenie na sieć czysto cyfrową.

Dla zilustrowania wyżej wyliczonych tendencji w następnych podrozdziałach zostaną omówione prowadzone w tych kierunkach prace badawcze i rozwojowe.

#### 4.1. Zintegrowana komutacja i transmisja PCM

Przy koncentracji wiązek łączy PCM takiej, jaka będzie w londyńskiej rejestrowej (Director system) sieci central staje się atrakcyjne wykorzystanie komutacji na zasadzie PCM. Gdy odcinki łączy PCM między punktami komutacyjnymi mają być połączone ze sobą w centrali tandemowej z podziałem przestrzennym, w połączeniu potrzebnym jest 4-krotne przejście z techniki analogowej na cyfrową i odwrotnie. Jeśliby jednak udało się stworzyć centralę cyfrową zdolną do komutowania bezpośrednio sygnałów PCM, przejścia analogowo-cyfrowe po obu stronach centrali tandemowej byłyby zbędne, a długość odcinków o opłacalnym stosowaniu PCM odpowiednio by się skróciła. Jakość transmisji również skorzystałaby na tym zintegro-

wanym systemie, gdyż szum kwantowania powstający na stykach systemów analogowego i PCM ulegnie znacznemu osłabieniu w związku z tym, że w zintegrowanym systemie przejścia analogowe-cyfrowe będą potrzebne tylko w centralach końcowych.

Doświadczalna centrala tandemowa PCM została skonstruowana przez Stację Badawczą Poczty w Dollis Hill i zainstalowana w celu przeprowadzenia badań laboratoryjnych w centrali Empress w Londynie. Badania dały pozytywne wyniki. Obecnie centrala ta poddana została wstępnym próbom eksploatacyjnym po których nastąpi włączenie jej do rzeczywistej eksploatacji we współpracy z centralami Acorn, Ealing i Shepherds Busch.

Dla przeprowadzenia eksperymentu w centrali Empress sieć łączy została ukształtowana w układzie gwiazdzystym z translatorami PCM w centralach końcowych.

Zakończenia te wyposażone są w generatory impulsów zsynchronizowane z nadchodzącymi sygnałami i dostarczają informacji taktowych dla obu kierunków transmisji; w ten sposób szybkość odbierania cyfr informacji w centrali tandemowej jest taka sama, jak szybkość informacji z niej nadawanych. Zachodzi również konieczność wyrównywania zmian w opóźnieniach (powodowanych przez wahania temperatury kabli), które to wyrównanie osiąga się przez wyposażenie każdej grupy kanałów w tandemie w rodzaj regeneratora. Regenerator wyrównywa zmienne opóźnienia, wpisując przychodzące cyfry do "małej pamięci" z szybkością nadchodzących sygnałów i wydając in-

formacje z szybkością ustaloną przez generator zegarowy w centrali tandemowej.

Jednakże, mimo że w ten sposób sygnały nadchodzące do centrali tandemowej będą wyrównane w czasie, może powstać problem fazy, gdy nadchodzący sygnał z centrali A w szczelinie czasowej N zastanie tę N-tą szczelinę zajętą na drodze prowadzącej do centrali żądanej. Aby uwzględnić tę ewentualność, urządzenia centralowe zestawia ze sobą nie tylko połączenia, które nie wykazują opóźnień fazy między przyściowymi a wyjściowymi drogami, ale również połączenia z opóźnieniami z taką korekcją fazy, aby różne szczeliny czasowe mogły być łączone między sobą (komutacja kanałów czasowych).

Stosowanie zintegrowanej komutacji i transmisji PCM jest ekonomicznie słuszne jedynie przy odpowiednio dużej gęstości ruchu i to ogranicza obecnie stosowalność tego systemu w centralach końcowych. Szereg rozmaitych rozwiązań tego zagadnienia podlega studium w odniesieniu do central z mieszanym rodzajem podziału: przestrzennym i czasowym, jak też do wysuniętych koncentratorów w sieci miejscowej, które mogłyby być sterowane za pomocą zespołów przetwarzania danych (procesorów) z pobliskiej centrali. Dla przypadków, w których użycie central z podziałem czasowym nie jest jeszcze ekonomicznie uzasadnione rozpatruje się możliwość wykorzystania odmiennej koncepcji, a mianowicie użycie komutacji z podziałem przestrzennym działającej pod kontrolą zespołu przetwarzania danych o zmagazynowanym programie. Taki zespół przetwarzania danych mógłby w zasadzie sterować



pracą więcej niż jednej centrali i tu otwierają się daleko idące perspektywy współpracy pewnej liczby central w rejonie pod kontrolą jednego centralnego zespołu przetwarzania danych, nadającego rozkazy poprzez łącza transmisji danych o dużej szybkości.

#### 4.2. Zracjonalizowana miejscowa sieć rozdzielcza

Sieć łączy abonenckich stanowi podstawową pozycję w kapitale inwestycyjnym - w danej chwili ogółem 400 milionów funtów - i stoi ona do wyłącznej dyspozycji abonentów, którzy generują bardzo mały ruch, co w języku ekonomicznym oznacza, że zwrot kapitału jest bardzo powolny.

Poczta studiuje zatem wszelkie pomysły prowadzące do lepszego wykorzystania sieci abonenckiej i zwiększenia liczby usług oferowanych abonentowi.

Ostatnio podjęto ciekawy eksperyment w Washington New Town, mający na celu stworzenie szeroko pojętego systemu łączności dla wszystkich mieszkań i obejmującego w pełni wszelkie usługi i udogodnienia w rozdzielczej sieci abonenckiej.

Miasto to, którego budowa już się rozpoczęła, zostało wybrane jako obiekt do eksperymentu polegającego na tym, że do każdego domu (mieszkania) będzie doprowadzona osobna para przewodów telefonicznych od wspólnego koncentrycznego kabla położonego pod ziemią już w czasie budowy miasta. Szerokopasmowa sieć rozdzielcza na kablu koncentrycznym będzie oparta na podziale często-

tliwości w zakresie 40-225 MHz. Mieszkańcy będą podłączali zwykłe telewizory i odbiorniki radiowe do tego kabla rozdzielczego i będą mogli odbierać wszystkie programy telewizyjne nadawane przez BBC i ITA na ekrany 405 i 625 linii oraz programy radiowe BBC 1, 2, 3 i 4 wraz z lokalnym programem radiowym z Durham w pasmie 2. Wolne części widma częstotliwości będą mogły być użyte dla innych, przyszłych usług szerokopasmowych, jak telewizja edukacyjna lub telewizja dla zamkniętych kół odbiorców.

Główny kabel "omnibusowy" będzie wyposażony w zasilane prądem stałym wzmacniaki podziemne rozmieszczane w odstępach co ok. 360 m, a do indywidualnych mieszkań będą poprowadzone odgałęzienia. W początkach 1969 roku ok. 300 mieszkań zostanie z całym tym wyposażeniem gotowych do zasiedlenia.

Prowadzi się też długoterminowe studia nad możliwościami zastosowania jedynej "omnibusowej" sieci rozdzielczej, łączącej wszystkie lokale w danym obszarze, zdolnej do dostarczenia użytkownikom szerokiego wachlarza usług łącznie z telefonią. Rozważa się różne możliwości łącznie z tzw. głównym torem pierścieniowym z kabla współosiowego, działającym na zasadzie cyfrowej; brane są też pod uwagę i zupełnie nowe pomysły, jak wykorzystanie torów optycznych.

#### 4.3. Telewizja edukacyjna i "konfrawizja"

Doprowadzenie zwykłej telewizji poprzez lokalną sieć rozdzielczą do domu to tylko jedna z możliwości usług z

tej dziedziny. Obok tego rozwijają się inne 2 rodzaje usług telewizyjnych.

W Londynie pracuje obecnie bardzo rozgałęziony, zamknięty system telewizyjny obsługujący z górną 1000 szkół, dostarczający każdej szkole 6 lub 9 osobnych kanałów dla odbiorników 625-liniowych<sup>x)</sup>. Inna usługa, wzbudzająca duże potencjalne zapotrzebowanie w świecie gospodarczym, to niedawno zainstalowana i demonstrowana doświadczalna łączność telewizyjna między Ministerstwem Poczty w Londynie i jego Stacją Badawczą w Dollis Hills. Usługa ta pod nazwą konfrawizji polega na połączeniu za pomocą wysokiej jakości łącza telewizyjnego specjalnie wyposażonych lokali - studiów. W każdym studio są dwa odbiorniki, jeden z nich ukazujący do 5 osób siedzących przy odległym stole konferencyjnym i drugi ukazujący uczestników konferencji na miejscu.

Zainstalowany jest też 2-torowy układ foniczny o wysokiej jakości. Stwierdzono, że te urządzenia pozwalają na załatwianie interesów w sposób szybki i nie męczący. Do przekazywania rysunków, czy też wykresów o wymiarach 3x2 stopy (90x60 cm) zastosowane są osobne kamery, dzięki którym te rysunki mogą być odbierane na odległym końcu łącza. Urządzenie zawiera również aparaturę do bezpośredniego przekazywania informacji dokumentalnych, tzw. facsimile. Jeżeli publiczne zapotrzebowanie na taką łączność okaże się dostateczne, aby można

<sup>x)</sup> "Telewizja i edukacja" The Radio and Electronic Engineer, 36, nr 4, str. 218. Październik 1968 r.

było z korzyścią zainwestować w ich produkcję kapitały, można będzie urządzić takie studia we wszystkich większych miastach kraju i wynajmować je na konferencje handlowe, akcje reklamowe i podobne przedsięwzięcia.

Eksperymentalne urządzenie oglądane było nie tylko przez wielu potencjalnych użytkowników z terenu Z.K., ale wywołało również zainteresowanie w krajach zambrskich i ściągnęło zwiedzających z innych krajów łącznie ze Stanami Zjednoczonymi i Kanadą.

#### 4.4. Nowe ośrodki transmisji

Spoglądając jeszcze dalej w przyszłość, widzimy rozwój wielu innych możliwości technicznych, jak np. "videofony", służby nadzorcze: takie jak przeciwpożarowa, przeciwwłamaniowa, zdalny odczyt liczników energii elektrycznej, gazo- i wodomierzy, zdalny nadzór nad dziećmi i starcami, zdalna kontrola i uruchamianie urządzeń gospodarstwa domowego: jak kuchnie, ogrzewanie, wizualne korzystanie w domu z informacji z "banków danych", zdalnych zakupów, wykładów i wielu innych udogodnień. Szybkość rozwoju usług tego typu zależeć będzie od wielu czynników, spośród których ekonomika będzie ważniejsza od potencjału technicznego.

Niektóre z tych służb będą wymagały bardzo szerokiego pasma; jeżeli np. 1% połączeń telefonicznych odbywać się będzie między videofonami, zwiększy to w dwójnasób wymagania co do szerokości pasma w naszym krajowym systemie transmisyjnym, a jeżeli będą one stanowiły choć-

by tylko 5%, to wymagania te będą musiały być podporządkowane tej usłudze. Z tego względu prace rozwojowe prowadzone w Stacji Badawczej Poczty Brytyjskiej i gdzie indziej idą w kierunku znalezienia ośrodków przenoszenia, dzięki którym można byłoby używać szerokich pasm częstotliwości na skalę znacznie szerszą niż dotychczas, w ramach rozsądnych granic kosztów. Szczególnie interesujące pod tym względem są dwie możliwości, z których można byłoby skorzystać: falowody kołowe i światłowody. Na terenie wyżej wymienionej Stacji Badawczej w Martlesham Heath zainstalowano przy współpracy z uniwersytetem londyńskim kołowy falowód dla celów doświadczalnych. Już obecnie wydaje się pewne, że istnieją możliwości praktycznego rozwiązania wszystkich zagadnień technicznych z budową takich falowodów o charakterze komercyjnym; początkowe trudności, które wymagały szczególnej precyzji w składaniu falowodu mogą być pokonane za pomocą całego szeregu sposobów i jeśli wzrost zapotrzebowania będzie dostateczny, gotowy do eksploatacji system będzie mógł być udostępniony w ciągu 10 lat.

Jeszcze bardziej atrakcyjne wydaje się być użycie nitki z włókna szklanego jako "światłowodów". Nitka o średnicy 100  $\mu\text{m}$  z wewnętrznym rdzeniem o średnicy kilku  $\mu\text{m}$  może pomieścić co najmniej 1000 kanałów telefonicznych, wobec czego kabel zawierający 100 takich nitki we wspólnej powłoce z polietylenu o średnicy zewnętrznej 6 mm może zastąpić ok. 50000 dwutorowych łączy telefonicznych ze wzmacniakami co 2 km ich przebiegu. Jeszcze nie można powiedzieć, czy wszystkie związane z tym pomy-

słom trudności techniczne i praktyczne możliwe będą do opanowania, ale prowadzone w tym kierunku badania dają jak dotąd bardzo zachęcające wyniki.

Jest rzeczą zrozumiałą, że w ramach takiego jak ten referatu nie jest możliwe wyczerpujące przedstawienie wszystkich kierunków rozwojowych, toteż trzeba było wybrać z nich i opisać te, które mogą wzbudzać szczególne zainteresowanie uczestników tej konferencji.

W rezultacie można stwierdzić, że nie było jeszcze dotąd w dziejach telekomunikacji takiego okresu, w którym nastąpiłby taki wzrost sieci i w którym postęp techniczny byłby tak gwałtowny. Sieci komutacyjne i transmisyjne rozwijają się, rozprzestrzeniają się i modernizują wszelkimi dostępnymi sposobami redukującymi opłacalność.

Trzeba jednak pamiętać, że wykorzystywanie wynikających z postępu techniki możliwości musi być hamowane ze względu na kapitały zainwestowane w dawne urządzenia, a wprowadzanie najnowszych technik w życie musi opierać się na wnikliwej kalkulacji uwzględniającej oszczędne wykorzystywanie tak szczupłych sił fachowych, jak i środków materialnych angażowanych w służbę społeczeństwa.

##### 5. ZAŁĄCZNIK: USŁUGI "DATEL" POCZTY BRYTYJSKIEJ

Urządzenie "Datel" stanowi zespół szczególnego rodzaju łącza i jeśli to konieczne - urządzenia modylator-demodylator (modem) umożliwiające użytkownikowi ke-

rzystanie z transmisji danych w ustalonym zakresie szybkości. Używane obecnie i mające być wprowadzane do eksploatacji urządzenia Datel o różnych zakresach usług są opisane niżej.

### "Datel 100"

Wszystkie możliwości transmisji danych zapewnione przez łącza telegraficzne do prędkości maksymalnej 100 bitów/sekundę.

Urządzenie umożliwia korzystanie z łącza teleksowego albo prywatnego i zawiera wyposażenie końcowe umożliwiające przyłączenie, oprócz zwykłych dalekopisów, automatycznych nadajników taśmowych, reperforatorów i wykrywaczy błędów, do nadawania i odbioru danych w dowolnym 5-bitowym alfabecie. Dopuszcza się używanie aparatur prywatnych, przy czym urządzenie usługowe zawiera zespoły komutacyjne umożliwiające dołączenie takiej prywatnej aparatury do łącza.

### "Datel 200"

Umożliwia przekazywanie serii danych przez łącza telefoniczne z prędkością 200 bitów/sekundę przy użyciu wyposażenia końcowego skojarzonego z Datel-Modemem nr 2-Poczty Brytyjskiej do jednoczesnego nadawania i odbioru.

### "Datel 300"

Umożliwia stosowanie wieloczęstotliwościowych systemów gromadzenia danych pracujących nie bezpośrednio

nio do 20 znaków na sekundę poprzez łącza telefoniczne. Przeznaczone do zaspokajania potrzeb użytkowników, którzy chcą gromadzić w jednym punkcie centralnym niewielkie porcje danych z pewnej liczby odległych stacji. Dostarczać się będzie dwa systemy: jeden, używany wówczas, gdy dane na odległych stacjach są rejestrowane na kartach dziurkowanych, a dane zmienne mogą być nadawane ręcznie ze zwykłej klawiatury cyfrowej; drugi, używany wówczas, gdy dane mogą być rejestrowane na taśmie dziurkowanej lub na dziurkowanych krawędziach kart. Wyposażenia odległych stacji jak i centralnego modemu dostarczane będą przez Pocztę Brytyjską.

#### "Datel 600"

Urządzenie pozwala na transmisję serii danych przez łącza telefoniczne z prędkością do 1200 bitów/sekundę. Pocztowy "Datel-Modem nr 1" umożliwia dwa rodzaje transmisji - do 600 bitów/sekundę i do 1200 bitów/sekundę z ewentualnym kanałem powrotnym 75 bitów/sekundę.

#### "Datel 2000"

Użytkownik otrzymuje, łącze telefoniczne o ulepszonej charakterystyce, za które płaci dodatkową opłatę zależną od typu ulepszenia, jakie otrzymuje. Powinny być przy tym możliwe prędkości do 2000 bitów/sekundę lub nawet większe, co jednak zależy będzie w dużej mierze od typu użytych modemów, wobec czego Poczta, która tu nie dostarcza tych modemów nie może gwarantować określonej szybkości transmisji.



### "Datel 2400"

Urządzenie to planowane na koniec 1968 r. ma umożliwić transmisję serii danych binarnych przy ustalonej prędkości 2400 bitów/sekundę poprzez 2-torowe łącza prywatne o ulepszonej charakterystyce. Możliwe będzie otrzymanie kanału powrotnego 75 bitów/sekundę, jak też wykonanie kanału alternatywnego pracującego w publicznej sieci telefonicznej z ustaloną prędkością 600/1200 bitów/sekundę.

Pocztowy "Datel-Modem nr 7" został zaprojektowany specjalnie do tego rodzaju pracy i ma znormalizowane przyłącza dla odpowiednich urządzeń zatwierdzonych przez Poczta.

### Udogodnienia dodatkowe

Wszystkim urządzeniom "Datel" z dostarczonymi przez Poczta modemami umożliwiono pracę bezobsługową w tym sensie, że można będzie uzyskać dane poprzez łącza telefoniczne od stacji odpowiadających automatycznie na przekazane do nich żądanie.

## ŁĄCZNOŚĆ NA KULI ZIEMSKIEJ OBECNY STAN TECHNICZNY I PRZYSZŁOŚCIOWE KIERUNKI ROZWOJU

Opracował Janusz Zygierewicz na podstawie artykułu R.W. Cannona: Global communications: Current techniques and future trends. Radio electron. Eng. 1969 t. 37 nr 5, s. 259-286.

### 1. ZAPOTRZEBOWANIE

Na początku 1967 roku ogólna liczba aparatów telefonicznych na świecie wynosiła 208,5 miliona, przy czym liczba ich uległa podwojeniu w ciągu ostatnich 41 lat. Prawie połowa aparatów telefonicznych przypadła na St. Zjednoczone A.P. (98,8 miliona); znajdująca się na drugim miejscu Japonia miała 16 milionów aparatów, dalej w kolejności były: W. Brytania, Niemcy Zachodnie, ZSRR, Kanada, Francja i Włochy. 31 krajów posiadało ogółem więcej niż pół miliona aparatów telefonicznych.

Biorąc rzecz historycznie łączność międzynarodowa, a tym bardziej międzykontynentalna, sprowadzała się przez długi czas głównie do łączności telegraficznej ze względu na niemożność realizacji dalekosiężnych łączności rozmównych wysokiej jakości. Jedynie Europa stanowiła wyjątek w tym zakresie ze względu na większe rozpowszechnienie dalekosiężnych łączności telefonicznych.

W zakresie rozbudowy dalekosiężnych linii telefonicz-

nych wysokiej jakości nastąpił radykalny postęp dopiero w ostatnich kilku latach. Na pewnych obszarach kuli ziemskiej liczba międzynarodowych połączeń telefonicznych wzrasta w tempie około 20% na rok. W tym samym mniej więcej tempie następuje rozwój służb dalekopisowych.

Naturalnym dążeniem użytkowników systemów łączności jest przechodzenie z wykorzystywania łączy teleksowych użytku publicznego na korzystanie z prywatnych, wydzierżawionych łączy, i ta dziedzina służby łączności ulega również szybkiemu rozwojowi. Jako podstawowych użytkowników dalekosiężnych łączy tego typu można wymienić towarzystwa międzynarodowych linii lotniczych (rys. 4)<sup>x)</sup>.

Wszystkie te czynniki mają również wpływ na tempo wzrostu zapotrzebowania na łącza telegramowe, przy czym tempo tego wzrostu w skali światowej dla rozmaitych obszarów kuli ziemskiej waha się w granicach 2 do 5% na rok.

Rozpatrując wpływ rozbudowy systemów łączności w poszczególnych krajach na stan łączności w skali całej kuli ziemskiej, należy wziąć pod uwagę znaczne różnice w stopniu tej rozbudowy na poszczególnych obszarach naszego globu. Rozwój w tej dziedzinie na gęsto zaludnionych obszarach Europy i Północnej Ameryki daleko wyprzedza stan rzeczy istniejący w innych częściach świata. Dlatego też, ponieważ przeważająca liczba łączy realizowa-

<sup>x)</sup> Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

nych na i między obszarami Europy i Ameryki Północnej ma charakter połączeń telefonicznych i dalekopisowych, można przyjąć, że ten rodzaj połączeń jest dominujący w zakresie łączności globalnej. Należy jednak mieć na uwadze, że biorąc pod uwagę wielkości obszaru z punktu widzenia powierzchni, przeważające obszary kuli ziemskiej zaspokajają swoje zapotrzebowanie na łącza dalekosiężne głównie w zakresie służb telegraficznych.

W odniesieniu do tendencji na przyszłość można stwierdzić z całą pewnością tylko to, że w niedługim czasie międzynarodowa i międzykontynentalna łączność będzie się charakteryzowała przesyłaniem sygnałów transmisji danych o dużej szybkości, wynoszącej do 48 kilobitów na sekundę.

## Część I. SYSTEMY PRZENOSZENIA INFORMACJI

### 2. TELEFONICZNA ŁĄCZNOŚĆ RADIOWA

#### 2.1. Nadajniki radiowe dla telefonii

Przez wiele lat przeważająca część międzykontynentalnego ruchu telefonicznego była realizowana za pomocą systemów krótkofoalowej łączności radiowej, łączących główne centra gospodarcze i ludnościowe na kuli ziemskiej. Systemy te nadal pełnią dużą rolę, wykorzystywane w poważnej mierze w międzykontynentalnym ruchu telefonicznym, mimo powstania innych wysokiej klasy systemów, jak koncentryczne szerokopasmowe kable podmorskie i łączność satelitarna.

W ciągu ostatnich 15 lat w systemach łączności radiowej na falach krótkich zaznaczyło się wyraźnie przechodzenie na nową metodę transmisji z niezależnym wykorzystaniem wstęg bocznych, która pozwala na uzyskanie lepszej jakości przesyłania sygnałów rozmównych przy jednoczesnym lepszym wykorzystaniu będącego do dyspozycji pasma wielkiej częstotliwości i samych urządzeń. Postępy w zakresie konstrukcji urządzeń, a przede wszystkim uzyskanie większej liniowości, umożliwiając przesyłanie dwóch sygnałów kanałów rozmównych o pasmach 3 kHz za pomocą każdej wstęgi bocznej, o ile tylko pozwala na to stojące do dyspozycji pasmo wielkiej częstotliwości.

Pracujące w chwili obecnej krótkofalowe nadajniki radiowe dla telefonii składają się ze stopnia sterującego małej mocy i modulatora z następującym po nim wzmacniaczem liniowym, w którym następuje wzmocnienie sygnału, złożonego z dwóch niezależnie wykorzystywanych wstęg bocznych i fali nośnej o małym poziomie, do poziomu koniecznego do wysterowania końcowego stopnia mocy. Stopnie sterujące składają się zazwyczaj z modulatora i szeregu mieszaczy. Generatory mieszaczy są wyposażone w kwarce, zmiana których pozwala na skokową zmianę częstotliwości emisji. Całkowita stabilność częstotliwości uzyskiwana w ten sposób wynosi około  $5 \cdot 10^{-6}$ , tzn. jest lepsza od uzgodnionej międzynarodowo, minimalnej dopuszczalnej stabilności  $15 \cdot 10^{-6}$ .

W innej wersji wykonania nadajnik może być sterowany z syntetyzera, kontrolowanego przez główny generator

o dużej stabilności, wspólny dla wszystkich nadajników na stacji. Sygnał modulacyjny jest przekształcany w syntetyzerze w ten sposób, że sygnał wyjściowy odpowiada sygnałowi wstęgi bocznej dla danej częstotliwości emisji. Zaletą układu sterowania z syntetyzerem jest to, że może być w miarę potrzeby wybierana dowolna częstotliwość nadawania w pasmie częstotliwości pracy nadajnika, a ponadto, ponieważ wszystkie układy syntetyzerów na stacji są sterowane z tego samego źródła, jest stosunkowo łatwo uzyskać wysoką stabilność, wynoszącą w praktyce około  $2 \cdot 10^{-8}$  przy stosunkowo umiarkowanych kosztach.

Linie wzmacniacze mocy pracują często w układzie samodostrajania się do wartości częstotliwości wejściowej oraz do jakichkolwiek zmian w impedancji obwodu wyjściowego. Pozwala to na szybszą zmianę częstotliwości, ponieważ wystarczy do tego celu tylko zmienić częstotliwość sterowania, a następnie układ automatycznego strojenia dokończy proces przestrajanania nadajnika w okresie około pół minuty. Wyjście nadajnika ma na ogół impedancję 50 omów, co pozwala na stosowanie standardowych kabli koncentrycznych. Wyjścia wszystkich nadajników są doprowadzone do specjalnego układu komutacyjnego stacji, co pozwala na łatwą wzajemną zmienną między nadajnikami i antenami. Koncentryczne linie zasilające anteny są prowadzone z tego układu pod ziemią na zewnątrz budynku, gdzie za pomocą szerokopasmowych układów dopasowania impedancji z każdej z nich przechodzi się na 600 omową dwuprzewodową symetryczną linię o-

twartą, za pomocą której zasilany jest odległy układ antenowy.

Anteny te są przeważnie antenami rombowymi umocowanymi na masztach o wysokości 45 m, przy czym dwie anteny rombowe są umieszczane jedna nad drugą na tym samym zestawie masztów, jedna dla częstotliwości pracy w nocy, a druga dla częstotliwości pracy w dzień.

## 2.2. Odbiorniki radiowe dla telefonii

Odbiorniki radiotelefoniczne są też zazwyczaj przyłączane do anten rombowych i w tym również przypadku odbywa się odwrotne przejście z dwuprzewodowej linii otwartej na kabel koncentryczny, za pomocą którego sygnał jest doprowadzany do pomieszczenia, gdzie znajdują się odbiorniki. Chociaż kabel koncentryczny jest droższy od dwuprzewodowej linii, jednakże pozwala on na zmniejszenie "przechwytywanych" z zewnątrz szumów i zmniejsza przesłuch między obok prowadzonymi liniami doprowadzającymi. Wszystkie antenowe kable koncentryczne są doprowadzane do układu komutacyjnego, gdzie możliwe jest dokonywanie odpowiednich przełączeń. Wraz z układem komutacyjnym są wspólnie montowane szerokopasmowe wzmacniacze rozdzielcze, które pozwalają na przyłączenie od czterech do sześciu odbiorników do każdej z anten.

Odbiorniki pracują zwykle w układzie podwójnej przemiany, przestrajane w zakresie częstotliwości 3 - 27 MHz z automatyczną korekcją częstotliwości i au-

tomatyczną kontrolą wzmocnienia, uzyskiwaną za pośrednictwem pilotującej częstotliwości nośnej o małym poziomie, emitowanej przez nadajnik. Demodulator jest z reguły włączony na wyjściu wzmacniacza drugiej częstotliwości pośredniej, która zwykle wynosi 190 kHz. Przy obecnych parametrach nadajników i odbiorników w odniesieniu do stabilności częstotliwości niezbędną jest automatyczna korekcja częstotliwości w odbiorniku, tak aby niestalość drugiej częstotliwości pośredniej nie była większa od 20 Hz. Jest to konieczne dla zadowalającego odbioru sygnałów telefonicznych.

Odbiór zbiorczy nie jest powszechnie stosowany w przypadku przesyłania sygnałów rozmównych, ponieważ łączenie dwóch sygnałów docierających do odbiornika po różnych trasach napotyka trudności ze względu na niekształcenia.

Pierwszy generator lokalny odbiornika jest na ogół kontrolowany kwarcem, przy czym zmiana częstotliwości odbioru odbywa się przez przełączanie kwarców. W innym rozwiązaniu wymaganą stałość częstotliwości generatora można uzyskać za pomocą syntetyzera, kontrolowanego przez generator główny o dużej stabilności częstotliwości, podobnie jak to ma miejsce w niektórych rozwiązaniach nadajników. Częstotliwości wyjściowe syntetyzera mogą być kontrolowane skokowo co 100 Hz lub 10 Hz w zależności od dopuszczalnych kosztów urządzenia.

Dającą się zauważyć tendencją w budowie urządzeń wielkiej częstotliwości jest zastępowanie lamp elektro- nowych elementami techniki ciała stałego. Tranzystory



są już szeroko stosowane w stopniach sterujących nadajników dużych mocy, a można już spotkać wiele nadajników o mocach ponad 100 W wykonanych całkowicie na półprzewodnikach. Opracowane zostały również w pełni strażystworowane odbiorniki, lecz w odniesieniu do odbiorników stosowanych w radiowych służbach stałych nie są one jeszcze klasy dotychczas powszechnie stosowanych odbiorników lampowych. Zasadniczym problemem jest przy tym występowanie zjawiska modulacji skrośnej we wstępnych stopniach w przypadkach, gdy w miejscu odbioru istnieje duże natężenie pola sygnału zakłócającego o częstotliwości mało różniącej się od częstotliwości sygnału pożądanego.

Wzrastające zastosowanie elementów techniki ciała stałego dało już pozytywne wyniki w postaci zwiększenia pewności pracy urządzeń, zmniejszenia rozpraszanego ciepła, zmniejszenia wymiarów i ciężaru sprzętu oraz zmniejszenia poboru mocy. Udoskonalenia te z kolei pozwoliły na zmniejszenie zapotrzebowania na wielkość pomieszczeń i chłodzenie powietrzne. Wzrastające zastosowanie syntetyzerów zarówno w układach nadajników jak i odbiorników pozwala przewidywać, że w przyszłych rozwiązaniach będzie można zrezygnować również z automatycznej kontroli częstotliwości, co doprowadzi do dalszego zmniejszenia kosztów produkcji odbiorników radiokomunikacyjnych.

### 3. KRÓTKOFALOWE NADAJNIKI I ODBIORNIKI RADIOWE DLA TELEGRAFII

Dla celów telegrafii są obecnie powszechnie wykorzystywane nadajniki i odbiorniki dla telefonii, pracujące na zasadzie niezależnego wykorzystania wstęp bocznych, przy czym miejsce jednego z kanałów rozmównych o szerokości 3 kHz zajmuje odpowiednia liczba kanałów telegraficznych. Zasadniczą różnicą w odbiorze sygnałów telefonicznych i telegraficznych jest to, że przy telegrafii chętnie stosuje się podwójny odbiór zbiorczy przy zastosowaniu przestrzennie rozmieszczonych anten.

Ponieważ systemy telegrafii o zwielokrotnieniu częstotliwościowym są jeszcze szczegółowiej dyskutowane w innym miejscu niniejszego opracowania, na rysunku 2 pokazano tylko przykładowo widmo częstotliwości złożonego systemu transmisji jednowstępowej, za pomocą którego przesyłane są trzy sygnały rozmówne o szerokości pasm 3 kHz i 12 sygnałów telegrafii tonowej.

Uwagi podane uprzednio w odniesieniu do tranzystoryzacji urządzeń radiowych dla telefonii odnoszą się oczywiście w całej rozciągłości również do tego typu urządzeń dla telegrafii.

Wielkie zagęszczenie w zakresie częstotliwości radiowych jest czynnikiem bardzo utrudniającym rozwój systemów radiowych od wielu lat i w przypadku braku innych systemów łączności międzykontynentalnej radykalne kroki musiałyby być podjęte w przyszłości dla zapobieżenia dalszemu szybkiemu pogarszaniu się sytu-

acji. Gwałtowny rozwój systemów telekomunikacyjnych o dużej pojemności, które pracują bez wykorzystania dróg radiowych, zwolniło jednak nacisk w tym kierunku i można z dużym prawdopodobieństwem założyć, że w przyszłości, dość chyba jednak odległej, zakres fal krótkich będzie w zasadzie zarezerwowany wyłącznie dla stacji ruchomych. Jednakże i w tej dziedzinie można spodziewać się dużych zmian ze względu na możliwości oferowane przez systemy łączności satelitarnej.

Dla podsumowania rozważań można stwierdzić, że teoretycznie radiowe systemy telefoniczne i telegraficzne powinny przeżywać stopniowy okres regresji. W praktyce jednak nie ma wątpliwości, że zakres fal krótkich będzie nadal w szerokim zakresie wykorzystywany przez wiele lat.

#### 4. SYSTEMY KONCENTRYCZNYCH KABLI PODMORSKICH

Powstanie obecnie istniejącej, międzykontynentalnej sieci kabli podmorskich zostało zapoczątkowane budową pierwszego kabla transatlantyckiego TAT-1, oddanego do użytku w latach 1955-56. System ten, podobnie jak kilka innych po nim zrealizowanych, pracował przy zastosowaniu odpowiednio uzbrojonych konwencjonalnych typów kabli ze stacjami wzmacniakowymi w postaci długich, cienkich rur. Kabel taki pozwalał na przesyłanie 36 sygnałów rozmównych w jednym kierunku, tak że dla łączności dwukierunkowej potrzebne były dwa identyczne kable podmorskie.

Postęp w technice budowy kabli i stacji wzmacniakowych pozwolił na zrealizowanie w 1961 roku pierwszego dwukierunkowego systemu jednokablowego. Od tego momentu sieć kabli podmorskich zaczęła gwałtownie wzrastać zarówno w odniesieniu do liczby i długości kabli, jak i szerokości ich pasma przenoszenia. Będące obecnie w produkcji kable i podmorskie stacje wzmacniakowe pozwalają na przesyłanie do 720 sygnałów telefonicznych o szerokościach pasm 3 kHz. Urządzenia podmorskie są w pełni półprzewodnikowe o niezwykle dużej żywotności. W najbliższym już czasie zostanie zrealizowany system 12 MHz (1140 kanały telefoniczne o pasmach 4 kHz).

Zagadnienia związane z metodami wykonywania urządzeń i budowy kablowych linii podmorskich są bardzo specyficzne i ze względu na konieczność skrócenia niniejszej publikacji zrezygnowano z szerszego omówienia tego tematu.

## 5. ŁĄCZNOŚĆ SATELITARNA

Łączność satelitarna, rozwijająca się dynamicznie w ostatnich czasach, może stworzyć podobne możliwości co podmorskie kable dalekosiężne z tą dodatkową zaletą, że istnieje możliwość tworzenia wielu niezależnych, małych wiązek łączy między wieloma punktami na obszarze kuli ziemskiej. Całkowite koszty budowy stacji naziemnej i wprowadzenia satelity telekomunikacyjnego na orbitę są tego rzędu, że system łączności satelitarnej staje się w pełni opłacalny, gdy wymagana pojemność systemu wynosi co najmniej 24 kanały telefoniczne.

Na obecnym etapie rozwoju prawie wyłącznie zastosowanie praktyczne wydają się mieć satelity telekomunikacyjne geostacjonarne. Początkowo sądzono, że opóźnienie przesyłanego sygnału o około 250 ms będzie nie do przyjęcia dla rozmów telefonicznych ze względu na trudności w tłumieniu echa, ale kilka lat doświadczeń wykazało, że obawy te były nieuzasadnione. Zasadniczą zaś zaletą satelitów geostacjonarnych jest to, że umieszczenie tylko trzech satelitów na orbicie stacjonarnej pozwala na pokrycie zasięgiem łączności prawie całej powierzchni kuli ziemskiej (rys. 4).

Międzynarodowa organizacja INTELSAT, która ma w dyspozycji i kontroluje sztuczne satelity stosowane w systemach łączności, dysponuje w chwili obecnej czterema typami satelitów już pracującymi lub będącymi w ostatnim etapie budowy, a mianowicie Intelsat I, II, III i IV. Intelsat I (początkowo zwany Early Bird) oraz Intelsat II, użytkowane już od kilku lat, pozwalają w chwili obecnej na realizację za pośrednictwem każdego z nich 240 łączy telefonicznych. Satelita Intelsat III, wprowadzony na orbitę na początku 1969 roku, posiada przepustowość 1200 kanałów telefonicznych, a Intelsat IV ma osiągnąć odpowiednio przepustowość 5000. Wszystkie satelity tego typu są wyposażone w urządzenia odbiorcze pracujące w zakresie 6 GHz i urządzenia nadawcze pracujące w zakresie 4 GHz.

Ze względu na obecne ograniczenie co do mocy wyjściowej nadajników pokładowych satelitów niezbędne jest stosowanie na stacjach naziemnych anten o dużych kierunko-

wościach oraz chłodzonych wzmacniaczy parametrycznych jako wzmacniaczy wstępnych. Pozwala to na odbiór sygnałów o modulacji częstotliwości tuż powyżej progu czułości odbiorników.

Ostatnie osiągnięcia techniczne w budowie stacji naziemnych wyrażają się przede wszystkim opracowaniem wzmacniaczy parametrycznych o bardzo szerokich pasmach przenoszenia, nawet ponad 500 MHz, oraz w takim ukształtowaniu powierzchni reflektorów anten, aby uzyskać możliwie maksymalne zyski anten. Ustalone zostały przy tym międzynarodowe kryteria, które musi spełnić stacja naziemna przed włączeniem jej do pracy w systemie łączności Intelsat. Głównym miernikiem jest przy tym "współczynnik korzyści", zdefiniowany jako stosunek zysku anteny przy częstotliwości 4 GHz do temperatury szumów układu odbiorczego. Nowoczesne urządzenia antenowe, pracujące przy wykorzystaniu anten parabolicznych o średnicach w przybliżeniu 27 m oraz wzmacniaczy parametrycznych chłodzonych helem w zamkniętym obwodzie chłodzenia, osiągają wartość tego współczynnika 41,5 dB w odniesieniu do 1° K.

Wydaje się być rzeczą pewną, że przyszły rozwój systemów łączności satelitarnej będzie opierał się na wzroście mocy satelitarnych urządzeń nadawczych. Zastosowanie na satelicie anten o dużej kierunkowości jest utrudnione na skutek ruchu wirowego satelity, nadawanemu mu w celu stabilizacji położenia. Satelity z serii Intelsat III są wyposażone w anteny obrotowe napędzane mechanicznie, przewiduje się jednak, że w przyszłości

będą to również anteny zmieniające okresowo kierunek promieniowania metodami elektrycznymi, co będzie się wiązało z powiększeniem niezawodności ich działania.

Moc wyjściowa nadajnika pokładowego satelity jest ograniczona przez moce dostępnych źródeł zasilania oraz konieczność zapobieżenia zjawisku intermodulacji między falami nośnymi wzmacnianymi przez wspólny szerokopasmowy wzmacniacz mocy, stanowiący wyposażenie urządzeń pokładowych. Podstawowymi źródłami energii elektrycznej, powszechnie dotychczas wykorzystywanymi, są baterie słoneczne. Atomowe źródła mocy elektrycznej znajdują się dotychczas jeszcze w stadium doświadczalnego opracowania i żaden z istniejących projektów nie przewiduje w najbliższej przyszłości ich zastosowania w satelitach telekomunikacyjnych.

Zwiększenie osiągalnej mocy wyjściowej nadajników satelitarnych umożliwi uproszczenie w budowie stacji naziemnych. W tym samym celu satelity typu Intelsat IV będą pracowały z ograniczeniem pasma przenoszenia, tzn. ich pojemność transmisyjna będzie określona przez szerokość pasma pokładowych urządzeń nadawczo-odbiorczych, a nie przez całkowitą osiągalną moc wyjściową nadajników. Pozwoli to na zastosowanie na stacjach naziemnych anten o mniejszych wymiarach, co przyniesie korzyści ekonomiczne, oraz na rezygnację z chłodzonych wzmacniaczy parametrycznych, co znacznie ułatwi eksploatację i obsługę stacji.

Wykorzystanie wyższych zakresów częstotliwości, w szczególności 12-15 GHz, a nawet do 30 GHz, jest w tej

chwili w stadium doświadczeń, przy czym wykorzystanie tych zakresów przewiduje się przede wszystkim w liniach satelitarnych regionalnych i krajowych.

Linie łączności satelitarnej dowiodły swojej wartości jako systemy telefoniczne o dużej przepustowości; pozwoliły one również po raz pierwszy na realizację międzykontynentalnych łączów telewizyjnych. Projekty przyszłościowe przewidują wykorzystanie tych systemów również w nawigacji morskiej i lotniczej, w służbach meteorologicznych oraz być może dla celów telewizji rozsiewczej przy zastosowaniu domowych odbiorników telewizyjnych. Wprowadzenie telewizji rozsiewczej za pomocą satelitów wymagałoby zastosowania satelitarnych anten nadawczych o małej szerokości wiązek promieniowania oraz satelitów synchronicznych wyposażonych w dokładne urządzenia do kontroli pozycji i położenia satelitów tak, aby można było zrezygnować z ruchomych anten odbiorczych.

## 6. SYSTEMY LINII RADIOWYCH O ZASIĘGU OPTYCZNYM

Szerokopasmowe linie radiowe o zasięgu optycznym pracujące w zakresie częstotliwości mikrofalowych (2 - 10 GHz) są szeroko stosowane w telekomunikacyjnych sieciach krajowych i międzynarodowych. Ponieważ tego typu linie muszą być przystosowane do przesyłania wszelkiego rodzaju sygnałów, wymagania transmisyjne na poszczególne odcinki linii radiowych muszą być bardzo ostre, aby parametry jakościowe całkowitego łącza, zło-



zonego nawet z 50-100 odcinków połączonych w szereg, były dostatecznie wysokie. Systemy linii radiowych o znaczeniu międzynarodowym pracują zasadniczo zgodnie z normami zalecanymi przez międzynarodowy radiowy komitet konsultacyjny (CCIR).

### 6.1. Charakterystyki tras radiowych

Wykorzystywanie częstotliwości w zakresie 2-10 GHz oznacza, że długości poszczególnych odcinków linii odpowiadają zasięgowi widoczności optycznej między antenami obu współpracujących stacji; przy odcinkach dłuższych, gdy warunek widzialności nie jest zachowany, tłumienie trasy gwałtownie wzrasta. Stosowane są powszechnie anteny kierunkowe o małych szerokościach wiązek promieniowania, rzędu  $1^\circ$ . Są to najczęściej anteny paraboliczne lub rogowe. Dla ustalania kierunku ustawienia anten można stosować zasady widzialności optycznej, przy czym na tej samej drodze można wykryć wszelkie ewentualne przeszkody i możliwości odbić promieni fal radiowych na trasie. Należy przy tym zaznaczyć, że mikrofałe mogą podlegać refrakcji na skutek niejednorodności atmosfery oraz odbiciom od budynków i powierzchni wody.

Przy planowaniu i wyznaczaniu tras trzeba brać pod uwagę takie możliwości refrakcyjne atmosfery, przy których tor fal radiowych zakresu mikrofalowego jest zakrzywiany w kierunku ziemi, na skutek czego mogą wchodzić w grę dodatkowe odbicia. Również przy trasach przebiegających ponad powierzchnią morza, mogą wystąpić

szkodliwe odbicia. W górnym zakresie częstotliwości mikrofalowych bardzo duży wzrost tłumienia trasy mogą powodować opady atmosferyczne.

Jeżeli między współpracującymi stacjami nie można osiągnąć warunków widzialności optycznej, możliwe jest zastosowanie pojedynczych lub podwójnych reflektorów biernych, mających postać dużych (nawet do 14 m x 18 m) płaskich powierzchni, odbijających fale radiowe.

## 6.2. Sposób rozwiązania stacji

W systemach linii mikrofalowych powszechne jest stosowanie dla kilku czynnych kanałów radiowych jednego kanału rezerwowego, tak aby wyjątkowo złe warunki propagacyjne lub uszkodzenie urządzeń w jednym z kanałów roboczych nie prowadziło do okresowej przerwy w transmisji. Kanał rezerwowy może być wspólny dla kilku kanałów roboczych i okresowo może być wykorzystywany jako niezależne łącze do przesyłania sygnałów telewizyjnych.

W przypadku wyjątkowo niekorzystnych tras linii radiowych dwa kanały radiowe mogą być wykorzystywane równocześnie do przesyłania tych samych sygnałów, przy czym urządzenia odbiorcze pracują w układzie częstotliwościowego lub przestrzennego odbioru zbiorczego, a sygnały są kombinowane na pasmie podstawowym lub za pomocą przełącznika wybierany jest selektywnie lepszy chwilowo kanał transmisyjny.

Gdy wymagana pojemność magistralnych linii radiowych przekracza przepustowość jednego kanału radiowego, moż-

na równoległe wykorzystywać kilka kanałów radiowych, rozmieszczonych w tym samym zakresie częstotliwości. Na wyjątkowo przeciążonych trasach może okazać się konieczne wykorzystywanie kilku niezależnych zakresów częstotliwości i w tym przypadku szczególnie zaleca się stosowanie anten rogowych, ponieważ jedna tego typu antena może jednocześnie pracować w kilku zakresach częstotliwości, podczas gdy w przypadku anten parabolicznych, dla każdego zakresu musiałaby być stosowana niezależna antena paraboliczna z zasilaniem centralnym lub typu Cossegrain (rys. 5). Wynika to z tego, że w przypadku anten rogowych można uzyskać dopasowanie w znacznie szerszym pasmie częstotliwości niż w przypadku anten parabolicznych.

Dla uniknięcia konieczności prowadzenia linii zasilających anteny na szczyty wysokich często wież i masztów stosuje się czasami anteny peryskopowe (rys. 6), ale wykorzystanie praktyczne tego sposobu jest ograniczone z tego względu, że przy stosunkowo bliskim rozmieszczeniu częstotliwościowym kanałów radiowych trudno uniknąć szkodliwych zjawisk interferencji.

### 6.3. Urządzenia

Większość nowoczesnych urządzeń mikrofalowych jest w pełni stranzystorowana, jedynymi wyjątkami są czasami wyjściowe wzmacniacze mocy (częste lampy o fali bieżącej) oraz generatory lokalne w odbiornikach (czasami klistrony). Wynikiem tego są stosunkowo małe poziomy mo-

cy wyjściowej (na ogół moc około 2 W przy 2 GHz, malejąca do około 1/4 W przy 7 GHz), lecz jednocześnie wymagania na moc zasilania są znacznie zmniejszone, umożliwiając zastosowanie termoelektrycznych lub innych samowystarczalnych źródeł energii w przypadku odosobnionych stacji przekąźnikowych, usytuowanych na przykład na szczytach gór.

#### 6.4. Możliwości na przyszłość

Jak w przypadku satelitów telekomunikacyjnych, również i w odniesieniu do linii radiowych duże nadzieje rokuje wykorzystywanie coraz wyższych zakresów częstotliwości. Jednakże związane z tym będą trudności ze względu na absorpcję atmosferyczną oraz zjawisko wielodrogowego docierania sygnału do odbiornika i być może, że będzie potrzebne wykorzystywanie "alternatywnych tras" (geograficzny odbiór zbiorczy) dla uniknięcia wpływu dużego tłumienia sporadycznych opadów deszczu.

Należy oczekiwać, że przepustowość mikrofalowych linii radiowych będzie wzrastała, ale być może z czasem zmaleje zapotrzebowanie na systemy linii radiowych o bardzo dużych pojemnościach, gdy coraz bardziej rozpowszechni się stosowanie "alternatywnych tras". Jest również rzeczą możliwą, że inny system transmisyjny, np. regionalne systemy łączności satelitarnej lub mikrofalowe linie falowodowe przejmą rolę środków łączności o największych przepustowościach. Należy zaznaczyć że ostatnio są wprowadzane do użytku urządzenia mikrofalo-

wych linii radiowych o pasmie przenoszenia pozwalającym na przesyłanie 2700 sygnałów kanałów telefonicznych.

Jest rzeczą prawdopodobną, że wraz z postępami w technice budowy urządzeń opartych w pełni na zastosowaniu elementów techniki ciała stałego będzie można uzyskać większe moce wejściowe nadajników i mniejsze wartości współczynnika szumów odbiorników. Należy również przypuszczać, że coraz szersze wykorzystywanie wyższych zakresów częstotliwości będzie uwarunkowane postępami w budowie urządzeń półprzewodnikowych na te zakresy częstotliwości.

#### 7. SYSTEMY LINII RADIOWYCH PRACUJĄCYCH PRZY WYKORZYSTANIU ROZPROSZENIA TROPOSFERYCZNEGO

Systemy tego rodzaju są obecnie stosowane w szerokim zakresie przez specjalne służby łączności, gdy zależy szczególnie na ograniczeniu liczby stacji przekaźnikowych oraz można zgodzić się na nieco obniżone parametry jakościowe transmisji i mniejszą przepustowość w stosunku do normalnych mikrofalowych linii radiowych. Zastosowanie linii troposferycznych w telekomunikacyjnych służbach użytku publicznego jest jak na razie dość ograniczone i ma miejsce na przykład przy realizacji linii łączności między odległymi wyspami, gdy zastosowanie stacji przekaźnikowych jest niemożliwe, a zarazem długości linii są jeszcze na tyle małe, że jakość transmisji jest porównywalna z tą, jaką można by uzyskać przy zastosowaniu kabli koncentrycznych, natomiast koszty budowy są znacznie niższe.

### 7.1. Ograniczenia w zastosowaniu

Ze względu na mechanizm zjawisk propagacyjnych, polegający na rozpraszaniu i ugięciu promieniowanych fal radiowych zakresu mikrofalowego w poszczególnych warstwach troposfery (rys. 7), co pozwala na osiągnięcie zasięgów daleko większych od zasięgów optycznych, występują duże tłumienia transmisji, zmieniające się ponadto w szerokich granicach. Dla uzyskania zadowalającej pracy linii należy stosować anteny o bardzo dużych wymiarach (do 35 m) i nadajniki o dużych mocach (1-10 kW) oraz stosować układy odbioru zbiorczego. Jest częstą rzeczą konieczną stosowanie mało szumiących wzmacniaczy wstępnych w odbiornikach (wzmacniacze tranzystorowe na diodach tunelowych lub wzmacniacze parametryczne w zależności od zakresu częstotliwości), lecz stosowanie chłodzenia nie jest wskazane, ponieważ współczynnik szumów anteny (z reguły duży, ze względu na skierowanie anteny na horyzont) decyduje głównie o wartości współczynnika szumów całego urządzenia odbiorczego. Dla poprawienia jakości transmisji systemu może być również stosowana modulacja częstotliwości ze sprzężeniem zwrotnym.

Głównym źródłem szumów w systemach radiowych linii troposferycznych o dużych zasięgach i dużej przepustowości jest intermodulacja na trasie, powodowana przez częstotliwościowo selektywny zanik w ośrodku propagacyjnym. Choć duży zysk kierunkowy anten w pewnej mierze przeciwdziała temu, jednakże zjawisko to stanowi

główny czynnik ograniczający w przypadku systemów o dużej pojemności. Normalnie stosowane systemy mają pojemność 48-120 kanałów telefonicznych.

## 7.2. Przyszłościowy rozwój

Z tego, co powiedziano wyżej, wynika w sposób wyraźny, że zastosowanie linii troposferycznych jest ograniczone raczej ze względu na właściwości propagacyjne niż na niedoskonałości stosowanych urządzeń. Należy przeto oczekiwać, że główny postęp w tej dziedzinie będzie związany z opracowaniem nowych metod przeciwdziałania szkodliwym wpływom zmian propagacyjnych, a wszelkie przewidywania w tym zakresie są znacznie trudniejsze niż przewidywania w zakresie techniki budowy urządzeń. W chwili obecnej kierunek postępu w tej dziedzinie jest związany z wprowadzeniem nowych form odbioru zbiorczego oraz nowych metod modulacji, a w szczególności modulacji kodo-wo-impulsowej.

Należy również oczekiwać poprawy warunków pracy układów kombinowania sygnałów przy odbiorze zbiorczym oraz rozszerzenia zakresu częstotliwości pracy małoszumujących wzmacniaczy tranzystorowych na zakresy 2 i 4 GHz.

Jest rzeczą mało prawdopodobną, aby nastąpił jakiś zasadniczy postęp w rozwoju systemów linii radiowych pracujących przy wykorzystaniu rozproszenia troposferycznego; systemy te jednak będą coraz częściej stosowane dla zapewnienia szerokopasmowej łączności z odległymi obszarami kuli ziemskiej. Pracujące już obecnie na

świecie linie tego typu pozwalają na realizację ponad 5 milionów kilometro-łączy telefonicznych.

### 8. DALEKOSIEŻNA ŁACZNOŚĆ FALOWODOWA

Wydaje się niewątpliwe, że w następnym dwudziestoleciu znajdą coraz szersze zastosowanie mikrofalowe linie falowodowe na trasach, na których będzie wymagana bardzo duża przepustowość systemów łączności.

W dalekosieżnych liniach falowodowych zastosowanie znajdą falowody o przekroju kołowym, dla tego bowiem typu falowodów istnieje rodzaj fali, charakteryzujący się małym tłumieniem transmisji. Problemy, jakie muszą być jeszcze rozwiązane, zanim system wejdzie do szerszego użytku, to opracowanie metod przeciwdziałania częściowej zamianie jednego rodzaju fali na drugi rodzaj. w miejscach nieregularności i zakrzywieniach falowodu, powodującej duże straty energii przesyłanych fal, oraz opracowanie sprawnych technicznie i niezbyt kosztownych układów wzmacniaczy przelotowych oraz układów wprowadzania i odprowadzania sygnałów mikrofalowych z falowodów.

Należy oceniać, że docelowo jedna linia falowodowa będzie pozwalała na realizację 100000 łączy telefonicznych i przyjmuje się, że już w niedalekiej przyszłości linie tego typu będą realizowane jednocześnie z budową nowych autostrad, co m.in. pozwoli na prowadzenie linii po trasach stosunkowo prostych. Istnieje jeszcze zagadnienie, czy jest rzeczą rozsądną realizowanie pojedynczych linii o tak dużych przepustowościach i czy nie le-



piej byłoby prowadzenie po różnych trasach kilku niezależnych linii o mniejszych pojemnościach dla zwiększenia niezawodności pracy systemów łączności.

Jak na razie, szybki rozwój wykazują "otwarte", konwencjonalne linie mikrofalowe, lecz może się stać rzeczą konieczną realizacja "zamkniętych" linii mikrofalowych dla uniknięcia problemów interferencji na pewnych trasach.

## 9. LASERY

Laser jest jednym z najbardziej fascynujących urządzeń w dziedzinie nowoczesnej telekomunikacji, a głównym powodem tego jest fakt, że generowana przez niego wiązka koherentnego promieniowania świetlnego może być modulowana na tej samej zasadzie co fala nośna częstotliwości radiowej. Teoretycznie można powiedzieć, że przy opracowaniu właściwych metod modulacji wiązka świetlna pojedynczego układu lasera mogłaby przenieść liczbę sygnałów telefonicznych, odpowiadającą liczbie łączy telefonicznych zrealizowanych w danym momencie czasu na całej kuli ziemskiej. Jednakże, jak stwierdzono już w rozdz. 6.4, potrzeba istnienia systemów łączności o tak ogromnych pojemnościach jest w praktyce wątpliwa. W najbliższej przyszłości nie przewiduje się bowiem pojedynczych tras, na których potrzebna byłaby tak duża przepustowość środków łączności, a ponadto im większa pojemność systemu, tym bardziej muszą być rozbudowywane środki zabezpieczające w postaci linii i urzą-

dzeń rezerwowych oraz układów automatycznego przełączania, aby zapewnić wymaganą pewność pracy łączy. Wydaje się, że rozgałęziony system linii o mniejszych pojemnościach jest rozwiązaniem najodpowiedniejszym.

Strumień fal świetlnych z lasera ulega wpływom turbulencji atmosferycznych i dla zapewnienia wymaganej niezawodności teletransmisyjnej systemu wydaje się słuszone "zamknięcie" tego strumienia w rurze, wewnątrz której mogą być utrzymane stałe warunki propagacji. To założenie czyni systemy łączności na falach świetlnych bliskimi pod względem technicznym systemom mikrofalowych linii falowodowych. Bardzo duża potencjalna przepustowość takiego systemu łączności oznacza jednak, że upłynie jeszcze dużo czasu, zanim będzie można w pełni wykorzystać w praktyce jego możliwości transmisyjne. Wydaje się, że dopiero przyszłość pokaże, czy ze względów techniczno-ekonomicznych bardziej właściwe okaże się stosowanie, jako linii o dużych pojemnościach mikrofalowych, linii falowodowych czy też "zamkniętych" linii na falach świetlnych - "światłowodów".

Jeżeli lasery znalazłyby szersze zastosowanie w telekomunikacji, to wydaje się, że w pierwszej kolejności przy ich wykorzystaniu realizowane byłyby sieci krajowe.

Stacje przekaznikowe na fale świetlne mogłyby również być wykorzystywane na sztucznych satelitach ziemi do realizacji międzykontynentalnych systemów łączności satelitarnej.

W podsumowaniu można tylko stwierdzić, że specjaliści z dziedziny telekomunikacji śledzą z wielkim zainteresowaniem rozwój w dziedzinie techniki laserów i czynią pierwsze kroki w zakresie zastosowania ich w liniach telekomunikacyjnych. Trudno natomiast ocenić, czy linie na falach świetlnych znajdą szersze zastosowanie jako nowy system łączności o wyraźnych zaletach w stosunku do systemów dotychczas powszechnie stosowanych.

## Część II. EKSPLOATACJA SYSTEMÓW PRZENOSZENIA INFORMACJI

### 10. LINCOMPEX

Jedną z zasadniczych trudności w działaniu telefonicznych łączy radiowych między określonymi punktami, pracujących na falach krótkich, było przez długi czas stosowanie do przesyłania sygnałów rozmównych modulacji amplitudy. Dla zmniejszenia niekorzystnych zmian mocy promieniowanego i odbieranego sygnału (wynikających z rodzaju modulacji) w systemach radiokomunikacji stalej stosuje się układy kompensatorów, ale są one w praktyce bezużyteczne, gdy same zmiany tłumienia trasy powodują zmiany amplitudy odbieranego sygnału.

Dalszą niedogodnością konwencjonalnych, radiowych systemów łączności telefonicznej na falach krótkich jest to, że duże zmiany tłumienia trasy powodują okresową pracę układu przy pełnym wykorzystaniu wzmocnienia w u-

kładzie pętli nadawanie-odbiór. Prowadziłoby to do powstawania zjawiska podzwania, gdyby nie wprowadzono specjalnych układów tłumienia podzwania w postaci przełączników nadawanie-odbiór, uruchamianych sygnałami głosowymi. Na nieszczęście odbierane szумы mogą powodować złą pracę układów przełączających, co prowadzi do tego, że pewne małe fragmenty rozmowy są stłumione. Nawet gdy zjawisko to nie jest bezpośrednio odczuwalne, "łagodny przebieg" konwersacji jest do pewnego stopnia zakłócony przez istnienie przełącznika nadawanie-odbiór.

W przypadku włączenia w tor transmisji łącza radiotelefonicznego układów kompresora i ekspandera ("Lincompex"), sygnały rozmówne po stronie nadawczej podlegają kompresji do prawie stałego poziomu (sygnał wyjściowy jest stały w granicach  $\pm 1$  dB przy zmianach poziomu wejściowego sygnału rozmównego w granicach ponad 40 dB), a specjalny "układ taksujący" wydziela zmienną składową sygnałów rozmównych w postaci prądu kontrolnego, którego wartość zmienia się w takt sylab. Prąd ten moduluje częstotliwość generatora w taki sposób, że zmiana częstotliwości o 2 Hz odpowiada zmianie o 1 dB poziomu sygnału rozmównego na wejściu "układu taksującego". Dla uzyskania takiej zależności prąd kontrolny przed doprowadzeniem do generatora musi przejść przez specjalny wzmacniacz o charakterystyce logarytmicznej. Zmienna składowa sygnałów rozmównych jest przesyłana za pomocą modulacji częstotliwości w oddzielnym kanale częstotliwościowym, który mieści się w pasmie 3 kHz normalnego kanału telefonicznego i służy po stronie odbiorczej do

sterowania pracą współpracującego układu ekspandera. Aczkolwiek kanał ten może w zasadzie podlegać wpływom interferencyjnym, mała szerokość pasma przepuszczania filtru po stronie odbiorczej zmniejsza w znacznym stopniu niebezpieczeństwo wystąpienia takich interferencji. Stały poziom sygnałów przesyłanej rozmowy pozwala na lepsze wykorzystanie mocy nadajnika, co z kolei prowadzi do uzyskania lepszego stosunku sygnału do szumów po stronie odbiorczej.

Filtr dolnoprzepustowy w torze rozmównym ogranicza pasmo częstotliwości sygnałów rozmównych do 2700 Hz, a pasmo generatora modulowanego w częstotliwości sygnałem kontrolnym zawiera się w granicach 2810-2990 Hz. Oba sygnały są następnie łączone, tworząc złożony sygnał zajmujący pasmo kanału telefonicznego 250-3000 Hz.

Po stronie odbiorczej następuje na wstępie rozdział sygnałów rozmównych i sygnału kontrolnego oraz wzmocnienie do stałego poziomu dla przeciwdziałania przypadkowym zmianom amplitudy wywołanym zanikami. Uzyskany po demodulacji sygnału kontrolnego prąd steruje wzmocnieniem ekspandera i w efekcie na wyjściu układu po stronie odbiorczej otrzymuje się oryginalny sygnał rozmówny (rys. 9).

Ponieważ poziom wyjściowy z ekspandera zależy wyłącznie od częstotliwości sygnału kontrolnego, który jest z kolei bezpośrednio zależny od poziomu sygnału wejściowego po stronie nadawczej, cały system transmisyjny może pracować przy stałym poziomie wysterowania. Tłumiki podzwaniania, których stosowanie z zasady jest nieko-

rzystne, stają się niepotrzebne, ułatwiając tym samym prowadzenie rozmowy między abonentami. Jeżeli jednak opóźnienie transmisji na danej trasie przekracza 10 ms, konieczne jest z kolei stosowanie tłumików echa, jak to jest w zwyczaju w przypadku normalnych łączy telefonicznych.

Pierwsze połączenie radiowe w systemie Lincompex zostało zrealizowane w roku 1968 między Barbados a Gujaną i przewiduje się realizację również innych połączeń i to tak szybko, jak będzie to tylko możliwe. W ciągu ubiegłych lat połączenia na ww. trasie napotykały znaczne trudności ze względu na występowanie sporadycznej warstwy E na tych obszarach kuli ziemskiej, co w sposób wyraźny wpływa szkodliwie na warunki propagacji jonosferycznej.

Możliwość stosowania systemu Lincompex byłaby szczególnie wielkim osiągnięciem, gdyby nadal fale krótkie były wyłącznie wykorzystywane do realizacji dalekosiężnych łączy telefonicznych, jednakże nawet przy obecnym szerokim rozpowszechnieniu i innych dalekosiężnych szerokopasmowych systemów połączenia na falach krótkich mają swoją rolę do spełnienia, w szczególności w odniesieniu do pewnych obszarów zamorskich. Lincompex okazuje się nieoceniony z trzech powodów:

1. Zmiana w szerokich granicach poziomów może być tolerowana w przypadku konwencjonalnych urządzeń końcowych stosowanych przy połączeniach na falach krótkich, może natomiast powodować przeciążenie i powstawanie znie-

kształceń w poszczególnych kanałach w systemach wielokrotnych, gdy oba rozpatrywane systemy są ze sobą połączone. Lincompex zapobiega temu, ograniczając zakres zmian poziomów mowy.

2. Ponieważ abonenci są przyzwyczajeni do wysokiej jakości transmisji, uzyskiwanej w systemach wielokrotnych na liniach radiowych i kablowych, są oni bardziej wrażliwi na niską jakość i "przerywanie" występujące często w konwencjonalnych połączeniach telefonicznych na falach krótkich. Lincompex przyczynia się do tego, że użytkownik w znacznie mniejszym stopniu zauważy te różnice.

3. Wstępne próby ustalenia możliwości wybierania tarczowego metodą pulsującego tonu w systemie Lincompex okazały się bardzo zadowalające.

## 11. TELEFONICZNE URZĄDZENIA WIELOKROTNE

Telefoniczne urządzenia wielokrotne (krotnice) są stosowane na końcowych telefonicznych stacjach transmisyjnych dla umożliwienia wielokrotnego wykorzystania szerokopasmowych torów transmisyjnych. Takie wielokrotne wykorzystanie torów jest możliwe przez przydzielenie dla każdego z sygnałów telefonicznych niezależnych, ściśle określonych przedziałów częstotliwościowych lub czasowych. Ogólnie zasada pracy urządzeń wielokrotnych polega na tym, że po stronie nadawczej indywidualne kanały telefoniczne są grupowane na zasadzie podziału czę-

stotliwościowego lub czasowego w jeden szerokopasmowy kanał zbiorczy, a po przesłaniu sygnału w takiej postaci przez linię transmisyjną po stronie odbiorczej następuje rozdzielenie kanału zbiorczego na normalne pasma akustyczne, odpowiadające poszczególnym kanałom telefonicznym. W zależności od zasad podziału odróżniają się systemy wielokrotne o podziale częstotliwościowym oraz systemy wielokrotne o podziale czasowym.

Jak dotychczas, powszechnie są stosowane przede wszystkim systemy o podziale częstotliwościowym. Urządzenia wielokrotne pracują w tym przypadku na zasadzie modulacji amplitudy sygnałami poszczególnych kanałów telefonicznych fal nośnych odpowiednio rozmieszczonych na skali częstotliwości, tłumienia jednej ze wstęg bocznych i łączenia pozostałych wstęg bocznych we wspólny sygnał zbiorczy. Przy częstotliwościowej zasadzie wielokrotnego wykorzystania toru każdy kanał telefoniczny zajmuje określone miejsce w szerokopasmowym kanale transmisyjnym, przy czym sygnały wszystkich kanałów telefonicznych są przesyłane przez linię jednocześnie, a szerokość pasma przesyłania linii zależy wprost od liczby przesyłanych sygnałów telefonicznych.

Są również stopniowo wprowadzane do eksploatacji systemy wielokrotne o podziale czasowym, w których próbki sygnały poszczególnych kanałów telefonicznych są przesyłane przez wspólną linię transmisyjną kolejno w czasie, a szerokość pasma przesyłowego linii w mniejszym stopniu zależy od liczby kanałów telefonicznych niż od innych czynników, przede wszystkim wymagań na jakość transmisji.



## 11.1. Systemy wielokrotne o podziale częstotliwościowym

### 11.1.1. Grupowanie kanałów

Podstawową "jednostką transmisyjną" w systemach telefonii nośnej jest kanał telefoniczny, zajmujący pasmo o znamionowej szerokości 4 kHz, przy czym skuteczna szerokość pasma wynosi 3,1 kHz, tzn. od 0,3 do 3,4 kHz. Grupa jest to zbiór określonej liczby kanałów, które zajmują sąsiednie pasma częstotliwości w widmie sygnału zbiorczego. Podstawowa grupa pierwotna 12 kanałów telefonicznych o znamionowym pasmie każdego kanału 4 kHz zajmuje pasmo częstotliwości 48 kHz. Następną z kolei jest podstawowa grupa wtórna, składająca się z pięciu grup pierwotnych o łącznej liczbie 60 kanałów telefonicznych, zajmująca pasmo częstotliwości 240 kHz. Trzecią grupą kanałów jest podstawowa grupa trójnaskupiająca pięć grup wtórnych, tzn. 300 kanałów telefonicznych. Trzy podstawowe grupy trójne mogą być łączone w podstawową grupę czwórną obejmującą 900 kanałów telefonicznych<sup>x)</sup>. W dwóch ostatnich przypadkach pasmo częstotliwości nie jest zajęte w sposób ciągły, na przykład między podstawowymi grupami wtórnymi są odstępy wynoszące 8 - 12 kHz.

<sup>x)</sup> W przypadku łączenia ze sobą 16 grup o 60 kanałach telefonicznych otrzymuje się grupę czwórną 960 kanałów w systemie o tej samej szerokości pasma 4 MHz.

Spotyka się również układy łączenia kanałów telefonicznych w grupy o innym układzie. W szczególności w systemach na kablach podmorskich stosuje się odstęp częstotliwościowy między kanałami 3 kHz dla jak najlepszego wykorzystania szerokości pasma transmisyjnego systemu. W tym przypadku pasmo częstotliwości 48 kHz zajmuje grupa 16 kanałów telefonicznych. Zasady, na jakich następuje łączenie kanałów i grup poszczególnych stopni, są określone w zaleceniach CCITT (Międzynarodowego Komitetu Konsultacyjnego dla Telegrafii i Telefonii), co pozwala na zachowanie wszędzie tych samych standardów i ułatwia współpracę między systemami nośnymi podlegającymi administracji poszczególnych krajów lub towarzystw telekomunikacyjnych.

#### 11.1.2. Urządzenia podstawowe

Podstawowymi układami telefonicznych urządzeń wielokrotnych są:

- układy przemiany kanałowej - dla grupowania kanałów telefonicznych w grupy pierwotne,
  - układy przemiany grupowej - dla grupowania grup pierwotnych w grupy wtórne
- itd.

Parametry wejściowe i wyjściowe urządzeń, np. w odniesieniu do poziomów sygnałów, oporności oraz częstotliwości prądów pilotowych są znormalizowane w podobny sposób, jak w odniesieniu do granicznych częstotliwości zajmowanych pasm.

### 11.1.3. Urządzenia pomocnicze

Jest na ogół pożądana w systemach transmisyjnych pewna elastyczność w łączeniu urządzeń kanałowych z urządzeniami grup pierwotnych, urządzeń grup pierwotnych z urządzeniami grup wtórnych itd. W tym celu w pasmie przepustowym systemu są zarezerwowane określone przedziały częstotliwości. Przedziały te mogą być dodatkowo wykorzystywane przez sygnały tego rodzaju urządzeń pomocniczych, jak: urządzenia automatycznej kontroli, wzmocnienia, urządzenia wprowadzania i wydzielania sygnałów pilotowych oraz sygnałów dozoruujących itp. Na stacjach pośredniczących linii, przez które sygnały pewnych grup pierwotnych i grup wtórnych powinny być przenoszone bez demodulacji do częstotliwości pasm akustycznych, a sygnały innych grup powinny być odgałęzione za pomocą urządzeń pomocniczych, można włączać odpowiednie układy filtrów przepustowych.

### 11.1.4. Kierunki rozwoju

Pojemność systemów wzrasta bardzo szybko. Obecnie na kablach koncentrycznych są stosowane systemy o pojemności 2700 kanałów telefonicznych. Dla realizacji tak dużej krotności musiał nastąpić znaczny postęp w sposobie budowy urządzeń wielokrotnych i gdy w początkach rozwoju systemów nośnych układ przemiany dla 3 kanałów zajmował cały stojak, to obecnie, przy zastosowaniu elementów półprzewodnikowych i techniki mikromodułów, jeden stojak przypada na 180 kanałów telefonicznych.

## 11.2. Systemy wielokrotne o podziale czasowym

Jak wspomniano uprzednio, metoda ta polega na wstępnym próbkowaniu sygnałów każdego kanału w odstępach czasu dostatecznie krótkich, aby umożliwić po stronie odbiorczej prawidłowe odtworzenie sygnałów o największej częstotliwości, przesyłanych w kanale telefonicznym. Następnie próbki te są przekształcane w sygnały impulsowe, których parametry zmieniają się w takt zmian sygnału próbkowanego. W praktyce może być przy tym stosowana modulacja szerokości lub położenia impulsów oraz modulacja kodowo-impulsowa. Ta ostatnia metoda modulacji cyfrowej rokuje szczególnie duże nadzieje ze względu na małą podatność na szумы i zakłócenia oraz możliwość regeneracji zniekształconych przebiegów impulsowych.

Zakodowane próbki sygnałów poszczególnych kanałów są następnie łączone na zasadzie wykorzystywania przez próbki każdego kanału niezależnych przedziałów czasowych, tworząc ciąg impulsów o dużej częstotliwości powtarzania, będący odpowiednikiem pasma podstawowego sygnału zbiorczego przy wielokrotnym podziale częstotliwościowym. Odpowiednie rozmieszczenie impulsów poszczególnych kanałów w okresie powtarzania ciągu impulsów wszystkich kanałów zapewniają urządzenia synchronizujące, współpracujące ze sobą po stronie nadawczej i odbiorczej. Po stronie odbiorczej po rozdzieleniu impulsów poszczególnych kanałów następuje odwrotne przekształcenie sygnałów cyfrowych na pierwotne sygnały analogowe.

Jednym z niezmiernie interesujących zakresów zastosowań jest zastosowanie systemów wielokrotnych o podziale czasowym zamiast o podziale częstotliwościowym w łączności satelitarnej, ponieważ umożliwia to tzw. wielokrotny dostęp do satelity, tzn. wykorzystanie urządzeń pokładowych satelity do jednoczesnej realizacji wielu niezależnych łączy telefonicznych na różnych trasach.

## 12. ŁĄCZNICE TELEFONICZNE

### 12.1. Wzrost międzynarodowego ruchu telefonicznego; centrale tranzytowe

Wielka poprawa jakości transmisji za pomocą kabli i szerokopasmowych systemów łączności radiowej w porównaniu do jakości transmisji na falach krótkich miała olbrzymi wpływ na wzrost międzynarodowego ruchu telefonicznego, często o ponad 100%. W przypadkach gdy towarzyszy temu rozwój sieci krajowej, współpracującej z liniami międzynarodowymi, jak na przykład wprowadzenie ruchu całkowicie automatycznego, wzrost ten jest nawet jeszcze większy.

W obliczu takiego olbrzymiego wzrostu zapotrzebowania jest oczywiste, że byłoby rzeczą niemożliwą dalsze rozwijanie międzynarodowych służb telefonicznych w oparciu o ręczne centrale telefoniczne, jak to miało miejsce w czasach istnienia jedynie połączeń na falach krótkich. Pierwszym krokiem w kierunku sprostania nowym

potrzebom jest wprowadzenie ruchu półautomatycznego, polegającego na tym, że operator w kraju wywołującym może bezpośrednio wybierać tarczą numer telefonu abonenta w kraju wywoływanym bez udziału operatora w tym kraju. Taka metoda pracy zmniejsza potrzebną liczbę operatorów i liczbę stanowisk operacyjnych w służbach łączności międzynarodowej i może zmniejszyć okres czasu "bezpłatnego" zajęcia łączy.

Nie jest jednakże technicznie celowa i ekonomicznie uzasadniona realizacja ruchu półautomatycznego pomiędzy wszystkimi krajami, którego mieszkańcy mogliby czasami "mieć chęć" porozumienia się ze sobą. Tak więc we wstępnym okresie rozbudowy sieci łączności międzynarodowej jest przede wszystkim niezbędne wprowadzenie automatycznych central tranzytowych do łączenia ze sobą głównych linii międzynarodowych i w ten sposób uzyskiwania okresowego połączenia ze sobą krajów nie posiadających linii do połączeń bezpośrednich. Centrale tranzytowe działają podobnie do konwencjonalnych central telefonicznych z tym, że musi istnieć możliwość rozeznawania kraju, do którego jest skierowane wywołanie, i przesłanie go do danego kraju, lub gdy nie istnieje możliwość realizacji łączy bezpośrednich, przesłanie sygnałów wywołania do następnej centrali tranzytowej do stworzenia drogi obejściowej zgodnie z informacjami o stanie zajętości linii. Istnienie układów niezbędnych do zamagazynowania informacji o stanie zajętości linii, które muszą być okresowo poddawane rewizji (uaktualniane), jest jednym z zasadniczych wymagań stawianych centralom tranzytowym. Inne

wymaganie to to, aby czas zestawiania połączenia był jak najkrótszy i aby jakość transmisji była wysoka. Typem centrali, która obecnie w sposób najbardziej zadowalający spełnia te wymagania jest elektromechaniczna centrala typu krzyżowego, gdyż posiada ona centralne (lub wspólne) urządzenia sterujące bardzo dogodne dla kontroli rozpiływu łączy w ruchu międzynarodowym. Jednakże istnieje już wiele nowych opracowań w zakresie technologii budowy central.

## 12.2. Metody pracy central tranzytowych

Zasady centralnego urządzenia sterującego zostały ustalone wiele lat temu przy opracowywaniu podstaw działania central typu krzyżowego. Układ przełączania jest tu złożony z wybieraków krzyżowych, z których każdy ma na ogół 20 wejść i 50 wyjść, przy czym każde wejście połączone jest z każdym wyjściem dzięki działaniu odpowiednich przekaźników. Centralny układ kontroli ma postać elektromagnetycznego układu rejestrującego i dyspozycyjnego, który po otrzymaniu informacji cyfrowej odnoszącej się do wywołania przychodzącego od linii abonenckiej lub linii łącznikowej do centrali określa za pomocą stanowiących integralną część układu obwodów logicznych, w jaki sposób połączenie powinno być zestawione poprzez łącznicę, i uruchamia właściwe przekaźniki w układzie centrali.

Ten podział centrali na dwa układy - kontroli i łączenia - stwarza konstruktorom interesujące perspekty-

wy postępu w budowie central w okresie, gdy wzrastający koszt elementów elektromechanicznych i malejące koszty elementów elektronicznych skłaniają do badań nad możliwością wykonania central elektronicznych. Duża szybkość działania półprzewodnikowych układów logicznych prowadzi mianowicie do zmniejszenia liczby wymaganych elementów kontrolnych, a postęp w dziedzinie budowy maszyn matematycznych otwiera nowe możliwości w zakresie zaprogramowanej kontroli. Taki system kontroli odznacza się dużą elastycznością, pozwalając na to, że standartowe elementy i obwody mogą być stosowane dla szerokiego zakresu urządzeń kontroli, zarządzania ruchem, obserwacji ruchu itp.

W odniesieniu do układów łączenia perspektywy zastosowania układów elektronicznych nie są tak obiecujące. Szybkość działania układów półprzewodnikowych nie przedstawia specjalnych zalet w przypadku układów przestrzennie rozdzielonych, gdzie dla każdego połączenia w sieci trzeba zestawić drogę połączeniową na czas trwania wywołania. Natomiast ta szybkość działania ma duże znaczenie w systemach o podziale czasowym, gdzie wspólna droga połączeniowa jest wykorzystywana przez wiele różnych połączeń na zasadzie podziału czasowego. Ponieważ jednak przychodzące i wychodzące linie mają postać analogową, czynnikiem hamującym jest koszt urządzeń wielokrotnych. Jednakże wraz z technicznym rozwojem systemów wielokrotnych o modulacji kodowo-impulsowej, w wyniku czego linie w sieci przybiorą postać cyfrową, koszt urządzeń wielokrotnych zostanie znacznie zmniejszony i w



przyszłości należy spodziewać się gwałtownego rozwoju w tej dziedzinie.

Można oczekiwać, że w najbliższej przyszłości będą stosowane przede wszystkim układy przełączające elektro-mechaniczne albo w postaci wybieraków krzyżowych, albo układów przekaźnikowych, takich jak przekaźniki pałeczkowe (pręcikowe), pracujących pod kontrolą zamagazynowanego w centralnym układzie programu. Wprowadzenie techniki elektronicznej do kontroli będzie miało prawdopodobnie daleko idące konsekwencje. Pierwszą z nich będzie bez wątpienia przesyłanie sygnałów sygnalizacji we wspólnym kanale. Obecnie stosowana metoda przesyłania sygnałów cyfrowych niezbędnych do zestawienia łącz międzynarodowych polega na przesyłaniu sygnałów o selektywnych częstotliwościach akustycznych w pasmie rozmównym kanału telefonicznego. W przypadku wspólnych lub centralnych układów kontroli można osiągnąć znaczne korzyści w zakresie szybkości działania dzięki połączeniu centralnych układów kontroli dwóch central za pomocą linii transmisji danych o średnich szybkościach, tak że informacje cyfrowe mogą być przekazywane bezpośrednio między współpracującymi układami kontroli.

Wynikający stąd logicznie dalszy rozwój metod sygnalizacji we wspólnym kanale mógłby polegać na tym, że między centralami byłyby przesyłane nie tylko informacje cyfrowe w odniesieniu do połączeń, które powinny być zestawione, lecz również aktualne instrukcje co do sposobu zestawienia tych połączeń. Układ centralnej kontroli mógłby być wówczas zastosowany nie tylko do kontroli wia-

nych układów przełączających, lecz także, poprzez linie transmisji danych o dużych szybkościach, do kontroli sąsiednich central.

W ciągu najbliższych kilku lat można przewidywać zastosowanie do kontroli układów łączeniowych maszyn matematycznych ogólnego zastosowania o takich pojemnościach, które pozwoliłyby na ich dodatkowe wykorzystanie do kontroli central telegramowych, zapisywania i opracowywania danych dotyczących ruchu telefonicznego itp.

W odniesieniu do układów łączeniowych wprowadzenie techniki łączenia elektronicznego może wprost prowadzić do realizacji wspólnych sieci komutowanych dla sygnałów telefonicznych i sygnałów transmisji danych, przy powstaniu takich służb jak wideotelefonja oraz możliwość podłączenia do maszyn matematycznych każdej linii abonenckiej. W bardziej odległej przyszłości wprowadzenie międzynarodowych automatycznych central tranzytowych doprowadzi do dalszego wzrostu ruchu półautomatycznego, a w końcu i pełnoautomatycznego, co pozwoli dowolnemu abonentowi na bezpośrednie wybranie tarczą telefoniczną numeru innego dowolnego abonenta na dowolnym obszarze ziemi (rys. 15).

### 13. AUTOMATYCZNA KOREKCJA BŁĘDÓW

W łączności wewnątrz krajowej i międzynarodowej są stosowane prawie wyłącznie dalekopisy pracujące kodem 5-elementowym Międzynarodowego Kodu Telegraficznego Nr 2. W kodzie tym każdy znak składa się z kombinacji pięciu

elementów tzw. stanu A (roboczego) i stanu Z (spoczynkowego) o jednakowej długości, co znacznie upraszcza pod względem mechanicznym i elektrycznym urządzenia przeznaczone do zamiany mechanicznych ruchów nadajnika telegraficznego na sygnały elektryczne i następnie zamiany tych sygnałów na zapis literowy. Wadą tego kodu jest jednak to, że maksymalna liczba możliwych kombinacji wynosi 32 i każda z tych możliwych kombinacji jest już związana z pojęciem określonego znaku lub funkcji. W rzeczywistości zaś wiele z tych 32 kombinacji pełni różne funkcje alternatywnie, zależnie od tego, czy są one poprzedzone przez kombinację kodu odpowiadającą "znakowi cyfry" czy "znakowi litery". Tak więc kod 5-elementowy nie posiada żadnej nadmiarowości, co oznacza, że gdy na skutek istnienia zakłóceń na drodze transmisji zostaną wprowadzone błędy, to może być rzeczą niemożliwą wykrycie ich nawet wzrokiem, a już na pewno jest niemożliwe wykrycie ich automatycznie. Ponadto w przypadku kodu 5-elementowego stosowane są sygnały rozruchu i zakończenia (start/stop) na początku i końcu każdego znaku dla ułatwienia rozwiązania spraw synchronizacji aparatów i gdyby sygnały startu lub stopu zostały zakłócone przez szumy, to w efekcie może zaistnieć zerwanie synchronizacji prowadzące do tego, że pewna liczba następnych znaków może być odebrana niewłaściwie.

Do niedawna ta cecha kodu 5-elementowego powodowała poważne trudności, zwłaszcza w przypadku, gdy sygnały były przesyłane za pomocą połączeń realizowanych na falach krótkich, które z natury rzeczy są podatne na szu-

ny. Dopiero w 1950 r. zaproponowano system kodu 7-elementowego, który został przyjęty przez CCITT i CCIR i od około 15 lat jest z powodzeniem stosowany w międzynarodowych połączeniach telegraficznych. W kodzie tym wszystkie kombinacje składają się z elementów stanu Z i elementów stanu A o tym samym stosunku tych elementów, mianowicie jak 3 do 4. Spełnienie wymagania odnośnie tego stosunku ma miejsce w przypadku 35 kombinacji, z których ten alfabet się składa. 32 z tych kombinacji wykorzystuje się dla tych samych celów co w przypadku kodu 5-elementowego Nr 2, dwie kombinacje służą do przesyłania sygnałów dozoru (stanu łącza) do pracy w służbie teleksowej, a ostatnia kombinacja jest wykorzystywana w przypadku wysyłania prośby o powtórzenie wysłanych sygnałów.

Zaletą kodu 7-elementowego jest to, że błędy powstałe na skutek zakłóceń w łączu prowadzą przede wszystkim do zmiany stosunku elementów sygnałów Z i A, a fakt ten może być stosunkowo łatwo wykryty po stronie odbiorczej. Znaki z błędem nie są drukowane i natychmiast wysyłana jest automatycznie prośba ze stacji odbiorczej do stacji nadającej o powtórzenie sygnału, który zostanie wydrukowany dopiero po prawidłowym jego odebraniu. Jest również oczywiście rzeczą możliwą, że zniekształcenia wprowadzają przekłamania kombinacji znaku bez zmieniania stosunku 3:4, np. jeden element znaku może być opuszczony, a inny niewłaściwy element znaku wtrącony i ten rodzaj błędu po stronie odbiorczej nie zostanie wykryty. Na szczęście nie zdarza się to zbyt często.

Na korekcję błędów pozwala również zastosowanie urządzeń wielokrotnych pracujących w oparciu o zasady podziału czasowego (tzw. system MUX). Na wejście urządzenia wprowadza się np. dwa sygnały 5-elementowe, przekształcając je następnie na sygnały w kodzie 7-elementowym i łącząc oba sygnały na zasadzie co drugi znak. W ten sposób otrzymuje się sumaryczny sygnał o zwielokrotnieniu czasowym i szybkości 96 bodów. Dalszy stopień zwielokrotnienia, tym razem na zasadzie łączenia nie znaków /kombinacji/, lecz elementów znaków, pozwala na realizację systemu telegraficznego 4-kanalowego o szybkości 192 budy. Synchronizację uzyskuje się w tym przypadku przez sterowanie urządzeń z generatorów o bardzo dużej stabilności, przy czym urządzenia odbiorcze są synchronizowane przez sygnały odbierane. Stacja wysyłająca ma możliwość zapamiętania kilku znaków (3, 4 lub 7 w zależności od czasu przejścia opóźnienia sygnałów transmitowanych w łączu) i powtarzania ich na życzenie stacji odbierającej. Istnieje również możliwość podziału każdego z 50--bodowych kanałów na cztery kanały o czterokrotnie mniejszej szybkości (tzw. kanały cząstkowe) i następnie ponownego ich łączenia, co jest dogodne przy tworzeniu prywatnych łączy indywidualnych użytkowników.

Z rozważań tych wynika, że omawiany system wymaga istnienia drogi przesyłania sygnałów w kierunku zwrotnym, po której byłyby automatycznie wysyłane prośby o powtórzenie tekstu. Jest jednak możliwa realizacja systemu o częściowym tylko zabezpieczeniu przed błędami, gdy nie istnieje wspomniana droga zwrotnego przesyłania

sygnałów przez stosowanie różnego typu kodów, znanych jako kody korekcji błędów "działające w przód". W jednym z takich kodów przekształca się 50-bodowy sygnał kodu 5-elementowego w sygnał 10-elementowego kodu synchronicznego, w którym to sygnale 5 pierwszych elementów jest takie same jak wejściowego sygnału kodu 5-elementowego, a następne 5 elementów jest powtórzeniem pierwszych 5 elementów. W systemie tym urządzenie odbiorcze porównuje pierwszych pięć elementów informacji z pięcioma powtórzonymi elementami i decyduje czy:

a) znak (kombinacja) jest odebrany prawidłowo, w którym to przypadku jest on doprowadzony do dalekopisu jako sygnał o kodzie 5-elementowym;

b) pojedynczy element jest zniekształcony, w którym to przypadku błąd zostaje automatycznie skorygowany i dopiero wówczas znak jest doprowadzony do dalekopisu;

c) fałszywa (niewłaściwa) kombinacja została odebrana wiele razy, w którym to przypadku urządzenie nie jest zdolne do skorygowania błędu, lecz przekazuje do dalekopisu specjalny sygnał wskazujący na istnienie błędu.

Jest ponadto możliwy wypadek, że omyłki są tak częste, że błąd nie może być wykryty i dalekopis drukuje symbol nieprawidłowy. Tak więc system ten nie może być z powodzeniem stosowany na bardzo złych łączach, a może jedynie podnieść jakość łączy dość dobrych na bardzo dobre.

Dalsze ulepszenia, które mogłyby na przykład doprowadzić do wyposażenia pewnej liczby łączy z korekcją

błądów w jedną zaprogramowaną maszynę matematyczną, będą prawdopodobnie zahamowane przez wzrastające tendencje do zastąpienia niepewnych systemów łączności, jakimi są połączenia na falach krótkich, przez systemy wyższej klasy, jak koncentryczne telefoniczne kable podmorskie, łączność satelitarna itp.

#### 14. TELEGRAFICZNE SYSTEMY WIELOKROTNE

Od początku powstania telegrafii istniała tendencja "wyciśnięcia" ile się da z będących do dyspozycji pasm częstotliwości. Od czasu do czasu wydawało się, że niedostępność wolnych pasm lub koszty ich wykorzystywania uległy zmniejszeniu do tego stopnia, że nastąpiło osłabienie zainteresowania telegraficznymi systemami wielokrotnymi o podziale czasowym, lecz nigdy sytuacja taka nie trwała długo i obecnie znajdujemy się również w sytuacji, gdy telegraficzne systemy wielokrotne mają tak samo pierwszorzędne znaczenie jak 80 lat temu, gdy definicja "system wielokrotny" oznaczała: "system telegrafii, w którym więcej niż cztery telegramy mogą być jednocześnie przesyłane przez wspólny przewód".

Gdy stała się możliwa realizacja połączeń telegraficznych w systemie łączności radiowej na falach krótkich, to system ten dawał daleko większe możliwości co do szybkości telegrafowania niż istniejące wówczas kable telegraficzne. Z czasem zaczęto stosować różne systemy telegrafii wielokrotnej o podziale czasowym, które z reguły pozwalały na realizację dwóch łączny daleko-

pisowych. Przewrót w tej dziedzinie został wprowadzony z chwilą wynalezienia metod transmisji jednowstęgowej, gdy zaczęto stosować systemy wielokrotne o podziale częstotliwościowym, pozwalające na wykorzystanie jednego kanału telefonicznego o szerokości 3 kHz przez 3, 6, 12 lub nawet więcej kanałów telegraficznych. Jest to obecnie powszechnie istniejąca sytuacja w połączeniach na falach krótkich, przy czym poszczególne kanały telegraficzne połączone na zasadzie podziału częstotliwościowego są z kolei wykorzystywane wielokrotnie na zasadzie podziału czasowego.

Zaniki selektywne występujące normalnie przy połączeniach na falach krótkich mogą powodować, że poziomy sąsiednich odbieranych kanałów mogą się różnić o wiele decybeli, co stawia bardzo trudne wymagania przed odbiorczymi filtrami kanałowymi. Wymagania te zostały złagodzone przez ogólne przyjęcie odstępów między kanałami równych 170 Hz (lub 240 Hz).

System będący w najbardziej powszechnym użyciu pracuje przy wykorzystaniu 12 akustycznych fal nośnych rozmieszczonych co 170 Hz w pasmie 425-2975 Hz. Pozwala to na realizację 6 kanałów w przypadku stosowania systemu dwutonowego lub 12 kanałów w przypadku pracy jednotonowej z przesunięciem (dewiacją) częstotliwości każdej z fal nośnych o  $\pm 42,5$  Hz. Każdy z systemów pozwala na uzyskanie roboczej szybkości modulacji 100 bodów na kanał, ale system 12-kanałowy wymaga do realizacji bardziej stabilnych łączy.



W innym systemie wykorzystywane są trzy częstotliwości nośne, rozmieszczone w odstępie co 1000 Hz w pasmie 600-2600 Hz. Stosuje się przy tym z reguły przesunięcie (dewiację) częstotliwości  $\pm 150$  Hz i na każdej fali nośnej można uzyskać roboczą szybkość modulacji 200 bodów. Pozwala to na stosowanie korygujących błędy urządzeń wielokrotnych, pozwalających na realizację czterech 50-bodowych kanałów dalekopisowych na zasadzie zwielokrotnienia o podziale czasowym.

W przypadku nowoczesnych, wysokiej jakości kanałów telefonicznych o szerokościach pasm 3 kHz lub 4 kHz, w ramach CCITT uległy standaryzacji telegraficzne systemy wielokrotne pracujące na zasadzie podziału częstotliwościowego przy wykorzystaniu modulacji amplitudy lub częstotliwości i pozwalające na realizację 22 lub 24 kanałów telegraficznych, rozmieszczonych co 120 Hz. W liniach międzynarodowych na ogół jest stosowana modulacja częstotliwości, przy czym przy modulacji nominalnej szybkość wynosi 50 bodów. W roku 1964 wprowadzono nowe systemy, w których pracują kanały 100-bodowe rozmieszczone co 240 Hz i kanały 200-bodowe rozmieszczone co 360 lub 480 Hz. Jednakże systemy takie nie pozwalają na najbardziej ekonomiczne wykorzystanie dalekosiężnych linii magistralnych i znów wraca się do metody zwielokrotnienia na zasadzie podziału czasowego dla zwiększenia przepustowości telegraficznych podstawowych kanałów telefonicznych o szerokościach pasm 3 kHz lub 4 kHz. Ostatnio opracowano w ramach CCITT projekt zalecenia na systemy synchroniczne o podziale czasowym na zasadzie łączenia

elementów znaków telegraficznych, które pozwalają na realizację dwóch lub trzech kanałów 50-bodowych w jednym 120 Hz kanale telegraficznym. Wynikowa, sumaryczna szybkość modulacji wynosi tu  $82 \frac{2}{7}$  bodów dla dwukanałowego i  $123 \frac{3}{7}$  bodów dla trzykanałowego rodzaju pracy. Każdy z kanałów uzyskanych na zasadzie podziału czasowego może być z kolei podzielony na dwa lub cztery kanały cząstkowe o odpowiednio mniejszej szybkości modulacji.

Przewidywania na przyszłość to dalsze powiększenie szerokości pasm dostępnych dla transmisji i zmniejszenie kosztów ich wykorzystywania. Mimo to są w opracowywaniu nowe systemy, które nie tylko zwiększają liczbę 50-bodowych kanałów, które mogą być zrealizowane w jednym kanale telefonicznym (do 108 w jednym z przypadków), lecz także biorą pod uwagę możliwość transmisji danych przy zmiennej szybkości modulacji. Dopóki urządzenia wielokrotne kosztują znacznie mniej niż koszty użytkowania zaoszczędzonych pasm częstotliwości, dopóty należy się liczyć z dalszą tendencją zwiększania krotności systemów. Sytuacja ta nie zmieni się przez czas dłuższy, zwłaszcza w odniesieniu do dalekosiężnych połączeń międzynarodowych.

Międzynarodowa standaryzacja w ramach CCITT stała się w ostatnich latach bardzo trudnym zadaniem ze względu na niezliczoną liczbę możliwych kombinacji kanałów telegraficznych, transmisji danych, telekopii i innych kanałów specjalnych, które mogą być wspólnie realizowane w jednym kanale telefonicznym. Jest możliwe, że system wielokrotny o podziale częstotliwościowym, oparty na obecnym sy-

stemie modulacji częstotliwości poszczególnych fali nośnych o częstotliwościach akustycznych, okaże się w najbliższej przyszłości najlepszym rozwiązaniem zagadnienia.

Dla pełnego wykorzystania pasma kanału telefonicznego 4 kHz, grupy podstawowej zajmującej szerokość pasma 48 kHz lub pasma o dowolnej innej szerokości, najbardziej korzystnym systemem może okazać się system wielokrotny o podziale czasowym, pracujący z wykorzystaniem układów transmisji danych o dużej szybkości. Być może również, że sieć łączności cyfrowej pracująca w oparciu o modulację kodowo-impulsową zaspokoi dopiero zapotrzebowanie na systemy wielokrotne o bardzo dużej sprawności.

## 15. ŁĄCZNICE TELEGRAMOWE

Ze względu na szerokie rozpowszechnienie na świecie różnego typu łączny komutowanych można by zadać pytanie, czy istnieje konieczność stosowania niezależnych łącznic telegramowych. Względy ekonomiczne dają odpowiedź na to pytanie. W przypadku dalekosiężnych (i przez to względnie kosztownych) magistralnych linii międzynarodowych jest rzeczą istotną zapewnienie jak największej sprawności ich wykorzystania, a to oznacza utrzymanie ciągłego dużego obciążenia linii przy zastosowaniu metod rejestracji z układem pamięciowym. Istnieją dwie zasadnicze metody ciągłego wykorzystywania linii przy przesyłaniu telegramów w okresach czasu, gdy linia nie

jest zajęta dla innych transmisji: stworzenie central retransmisyjnych z rejestracją i z układem pamięciowym oraz wprowadzenie systemu kontroli linii towarzyskich, chociaż istnieją oczywiście liczne warianty każdej z nich i kombinacje obu metod. Międzynarodowe centrale telegramowe są różnej wielkości, obejmujące od 3 do około 100 kanałów i w zależności od określonej kategorii centrali należy stosować różne metody komutacji. Istnieje jeszcze wiele central telegramowych retransmisyjnych, w których procesy opracowania ("obróbki") i przekazywania telegramów odbywają się ręcznie, aczkolwiek nawet w tych centralach okazało się dogodne przynajmniej zautomatyzowanie procesu numerowania telegramów. Najprostszym sposobem realizacji tego jest zapis wszystkich telegramów na taśmie perforowanej, która jest następnie rwana dla oddzielenia poszczególnych telegramów, tak że automatyczne numerowanie może mieć miejsce wtedy, gdy każda nowa taśma jest wprowadzana do urządzenia nadawczego. Dalszym postępowaniem w tej dziedzinie jest wprowadzenie wyboru drogi transmisji za pomocą przycisku i półautomatyczna praca ciągłą taśmą perforowaną. Wybór drogi transmisji za pomocą przycisku umożliwia telegraficznie śledzenie przychodzących telegramów, określenie miejsca ich przeznaczenia i przez naciśnięcie właściwego przycisku wprowadzenie na perforowaną taśmę na początku (do nagłówka) każdego telegramu odpowiedniego sygnału kodowego (sekwencji), koniecznego do skierowania danego telegramu do miejsca jego przeznaczenia.

W ciągu ostatnich kilku lat stała się również możli-

wa praca w pełni automatyczna dzięki międzynarodowym uzgodnieniom na terenie CCITT metod pracy automatycznych łącznic telegramowych. W odniesieniu do sieci prywatnych, automatyzacja procesów komutacji telegramów ma już miejsce od dawna. Ostatnio stały się osiągalne maszyny matematyczne z akumulacją programu, które pozwalają sprostać wymaganiom pełnej automatyzacji, gdyż dotychczas stosowane metody nie dałyby spodziewanych efektów.

W zakresie sieci prywatnych korzyść z zastosowania maszyn matematycznych ze względu na ich szybkość działania i sprawność jest nieoceniona dla służb specjalnych, takich jak linie lotnicze, kolejowe, wojsko itp., chociaż należy podkreślić, że niektóre z tych sieci nie mają jeszcze połączenia z ogólnosiwiatową siecią telekomunikacyjną.

Jak wspomniano, w związku z omawianiem łącznic telefonicznych można przewidywać dalsze istnienie tendencji całkowitej integracji wszystkich służb i można sądzić, że systemy z rejestracją i układem pamięciowym będą tu także miały swoją rolę do odegrania. Wzrastająca liczba różnych informacji, które muszą być przesyłane, będzie niewątpliwie wymagała również istnienia służb pracujących na zasadzie akumulacji sygnałów.

W najbliższej przyszłości można się spodziewać zastosowania systemów łącznic telegramowych, pracujących w oparciu o maszyny matematyczne, dla transferu i otrzymywania danych z ośrodków przetwarzania danych na całym świecie w warunkach pracy natychmiast lub z opóźnie-

niem. Skoro raz zostanie wprowadzona kontrola za pomocą maszyn matematycznych stanie się rzeczą celową wykorzystanie możliwości tych maszyn do takich celów, jak telegrafia wielokrotna, korekcja błędów i kontrola łączy. Dobrym przykładem układów kontroli z maszynami matematycznymi jest kontrolowany system linii towarzyskich, o którym wspomniano uprzednio jako o jednym z dwóch głównych sposobów zapewnienia dużego stałego obciążenia kanału. System ten był zasadniczo pomyślany dla umożliwienia połączenia ze sobą wielu punktów nadawania i odbioru telegramów we wspólną sieć, tak aby z każdego punktu można było nadawać do któregośkolwiek z pozostałych i odbierać z kolei od nich, bez konieczności istnienia niezależnych linii z każdego punktu do wszystkich pozostałych, co byłoby oczywiście systemem rozrzutnym.

Chociaż system taki jest stosowany na kontynencie północno-amerykańskim już od wielu lat, głównie w sieciach prywatnych, to nie był on w zasadzie wykorzystywany w połączeniach międzykontynentalnych. Spowodowane to było głównie tym, że wymagana szybkość przesyłania sygnałów kontrolnych uniemożliwiała ich stosowanie w połączeniach radiowych na falach krótkich, pracujących z korekcją błędów. Z chwilą wejścia w użycie międzynarodowych łączy telegraficznych o dużej pewności pracy, pracujących bez protekcji, stało się możliwe wprowadzenie tego systemu również w połączeniach międzynarodowych. Na rysunkach 16 i 17 pokazano, jaką w ten sposób można uzyskać oszczędność na liczbie łączy.

W skład kontrolowanego systemu linii towarzyskich wchodzi:

a. Stacja kontrolna. Jedna ze stacji w sieci, zwykle w centralnym ośrodku ruchu, jest wyposażona w urządzenia niezbędne do kontroli sieci.

b. Urządzenie protekcyjne. W celu uniknięcia tego, aby dwie stacje dążyły jednocześnie do korzystania z tego samego łącza, każda ze stacji jest zapraszana kolejno do nadawania za pomocą przyporządkowanego jej sygnału startowego, który jest wytwarzany automatycznie i wysyłany jako część składowa sygnału kodu "przedprogramowego" przez stację kontrolną. Jeżeli stacja zaproszona do nadawania nie posiada zapisu telegramowego na taśmie uruchamianego automatycznie nadajnika, odpowiedni układ stacji wysyła zakodowany sygnał odpowiedzi "nie ma ruchu", co powoduje, że stacja kontrolna wysyła kodowy sygnał startu do następnej z kolei stacji nadawczej we wspólnym cyklu wybierczym kolejnych stacji.

c. Selekttywne drukowanie. Każdej stacji jest przyporządkowany jej własny, niepowtarzalny kodowy sygnał rozpoznawczy "odbiór", na który to sygnał zostaje uruchomione urządzenie odbiorcze (dziurkarka, drukarka itp.).

d. Urządzenie zabezpieczające. Gdy na sygnał startowy stacji kontrolnej stacja nadawcza zaczyna nadawać znaki zapisane na taśmie telegramowej, to jednocześnie zostaje nadany odpowiedni sygnał rozpoznawczy "odbiór", uruchamiający urządzenie odpowiednie jednej lub większej liczby stacji odbiorczych. Skoro tylko pierwszy sygnał kodu rozpoznawczego "odbiór" zostanie nadany, urządzenie wywołujące przerywa pracę i czeka na automatycznie wytwor-

rzoną odpowiedź stacji wywoływanej. Po otrzymaniu odpowiedzi następuje dalszy cykl nadawania i albo nadawany jest od razu telegram, albo w przypadku gdy telegram jest przeznaczony do wielu stacji, następuje nadawanie następnych kodowych sygnałów rozpoznawczych "odbiór" i urządzenia nadawcze znowu czekają na odpowiedzi. Jeżeli nie otrzyma się odpowiedzi na sygnał wywołujący, wówczas stacja kontrolna, która w sposób ciągły dozoruje linię, wysyła swój własny sygnał zwrotny odpowiedzi i w tym samym czasie przyłącza specjalny punkt odbiorczy za pomocą układu zwanego "pozycja przejęcia". Po odebraniu takiej odpowiedzi zwrotnej stacja wywołująca wznawia nadawanie i wysyłany telegram jest odbierany poprzez układ "pozycja przejęcia" stacji kontrolnej. W ten sposób odpowiedzialnością za dalsze wysłanie telegramu do jego właściwego miejsca przeznaczenia obarcza się stację kontrolną i dzięki temu unika się blokady działania systemu na skutek niemożliwości bezpośredniego odbioru telegramu przez stację przeznaczenia.

Są również stosowane inne układy zabezpieczające, których zasadniczym zadaniem jest zmniejszenie do minimum operacji dokonywanych przez telegrafistę, co pozwala na zastąpienie personelu wysoko kwalifikowanego personelem o mniejszych kwalifikacjach. Ulegają również zmniejszeniu wymagania co do techniki przesyłania telegramów i zwykle ograniczają się one tylko do żądania wysłania przed każdym telegramem kodowego sygnału rozpoznawczego "odbiór", właściwego dla danej stacji przeznaczenia, o-



raz sygnału kodowego zwrotnego, który informuje o zakończeniu określonego stanu nadawania oraz, po każdym telegramie sygnału kodowego informującego o zakończeniu wysyłania telegramu.

Kontrolowane systemy linii towarzyskich mogą pracować na bazie układów półdupleksowych i pełnodupleksowych, przy czym wybór jednego z układów jest narzucony głównie wielkością przepływu informacji w sieci. Praca sieci półdupleksowej jest tak zorganizowana, że sygnały wysyłane przez dowolną ze stacji są odbierane przez wszystkie pozostałe, aczkolwiek zapisywane są tylko przez stacje przeznaczenia. W ten sposób zrealizowana jest zasada bezpośredniego ruchu między wszystkimi stacjami w sieci. Praca sieci pełnodupleksowej jest w zasadzie zorganizowana w ten sposób, że każda ze stacji może tylko odbierać z - i nadawać do - stacji kontrolnej, która pracuje na zasadzie akumulacji i przekazywania sygnałów. Z tego względu tam, gdzie istnieje duży ruch między stacjami, praca półdupleksowa wykazuje wiele zalet i z drugiej strony tam, gdzie główny ruch ma kierunek do - i z jednego punktu centralnego, ujawniają się zalety pracy pełnodupleksowej. Praca pełnodupleksowa wymaga z zasady stosowania większej liczby urządzeń niż praca półdupleksowa, lecz na ogół pozwala na lepsze wykorzystanie przepustowości kanałów i z tego względu dla każdego konkretnego przypadku powinna być wybrana najbardziej dogodna i ekonomiczna metoda pracy.

W chwili obecnej największe zastosowanie tych systemów w połączeniach międzynarodowych ma miejsce w wydzie-

lonych sieciach linii lotniczych, które stawiają wymagania możliwości utrzymywania łączności z wieloma punktami naziemnymi na trasie lotu. System ten znajduje ostatnio coraz szersze zastosowanie również w sieciach użytku publicznego, ponieważ umożliwia on głównemu biuru utrzymywanie stałego kontaktu z wieloma odległymi filiami biura za pośrednictwem tylko jednej magistralnej linii międzynarodowej (rys. 18 i 19).

Wymiana telegramów wewnątrz zespołu urzędów lub kombinatu fabrycznego może być również ułatwiona przez zastosowanie kontrolowanego systemu linii towarzyskich. Podczas gdy w przeszłości zastosowanie tych systemów było ograniczone do konwencjonalnych (kod 5-elementowy) łączny telegraficznych o szybkości modulacji do 75 bodów, to obecnie zasady systemu mogą być również wykorzystywane w odniesieniu do realizacji sieci transmisji danych o dużych szybkościach. W St. Zjednoczonych A.P. jest już w większym użyciu kod 8-elementowy niż 5-elementowy i tendencja wzrostu zastosowania kodów bardziej skomplikowanych będzie utrzymywała się nadal. Centralny układ zapisu i przetwarzania danych jest na przykład w sposób ciągły zaopatrywany w bieżące informacje nadsyłane z wielu współpracujących urzędów podłączonych do sieci i na podstawie aktualnego rozeznania sytuacji może wydawać odpowiednie polecenia. Zastosowanie prywatnych sieci transmisji danych tego typu wzrasta gwałtownie w Ameryce Północnej i należy oczekiwać, że rozszerzy się również na sieci o zasięgu ogólnosiwiatowym, łącząc ze sobą światowe centra gospodarcze produkcji i zbytu.

## 16. ŁACZA TELEKSOWE I DZIERŻAWIONE

### 16.1. Teleks

Na początku należy wyjaśnić, że pojęcie teleksu odnosi się tylko do służb abonenckich, chociaż czasami stosuje się niewłaściwie to pojęcie również w odniesieniu do prywatnych lub zamkniętych systemów łączności dalekopisowej. Pojęcie teleksu może być zdefiniowane w sposób następujący: "Abonencka komutowana służba telegraficzna umożliwiająca użytkownikom bezpośrednio i okresowe komunikowanie się jednego z drugim /dowolnym/ za pomocą urządzeń arytmicznych (start/stop) pracujących kodem 5-elementowym".

Służba teleksowa jest przeto środkiem porozumiewania się, przy zastosowaniu którego abonent może wywołać i przesłać informacje do dowolnego innego abonenta. Opłata pobierana za korzystanie z połączenia zależy od odległości między abonentami i czasu trwania połączenia. Służba teleksowa jest przeto analogiczna do służby telefonicznej użytku publicznego.

W Wielkiej Brytanii wewnątrz krajowa służba teleksowa została po raz pierwszy wprowadzona do użytku w 1932 roku. Początki służby w innych krajach europejskich datują się na ten sam okres czasu, natomiast pierwsze międzynarodowe połączenia teleksowe z Wyspami Brytyjskimi zostały zrealizowane w 1936 r. W końcu 1965 roku na całej kuli ziemskiej pracowało ponad ćwierć miliona stacji teleksowych.

Zaletą połączeń teleksowych w porównaniu do połączeń telefonicznych jest przede wszystkim to, że dostarczana jest od razu informacja w postaci drukowanej. Połączenia teleksowe mogą być ponadto realizowane z urządzeniami nieobsługiwanymi i dzięki zastosowaniu w dalekopisie automatycznego urządzenia do wysyłania zwrotnego sygnału, tzw. znamienia, strona wywołująca może mieć mimo braku obsługi pewność, że jest połączona z właściwym abonentem wywoływany i że odbiorcze urządzenie dalekopisowe pracuje. Ma to szczególnie duże znaczenie przy połączeniach międzynarodowych i międzykontynentalnych ze względu na duże różnice czasu miejscowego. I chociaż łączność telefoniczna ma dłuższą przeszłość niż łączność teleksowa, to jednak pierwsze międzynarodowe automatyczne wybieranie abonenta przez abonenta zostało zrealizowane w łączach teleksowych.

Zalecenia CCITT odnoszące się do łączy międzynarodowych określają, że w połączeniach teleksowych powinien być stosowany 5-elementowy kod i że szybkość modulacji powinna wynosić 50 bodów. Ten sposób kodowania i szybkość modulacji są również stosowane we wszystkich wewnętrznych sieciach teleksowych za wyjątkiem sieci TWX w St. Zjednoczonych. W sieci tej początkowo pracowano kodem 5-elementowym przy szybkości modulacji 45 bodów, lecz z chwilą wprowadzenia maszyn stosowany jest 8-elementowy kod ASC II przy szybkości modulacji 110 bodów i w przypadku połączeń z siecią międzynarodową trzeba stosować odpowiednie układy przetwarzania (translacji). Czy reszta świata również wprowadzi kod 8-elemen-

towy trudno jeszcze odpowiedzieć. Jednakże ze względu na wielkie kapitały zaangażowane w urządzenia kanałowe i dalekopisy wydaje się, że wiele jeszcze lat musi upłynąć nim na miejsce dotychczasowego systemu 5-elementowego, 50-bodowego zostanie wprowadzony nowy system, nawet gdyby to było z wielu względów pożądane. Nie ma zaś oznak, by malało tempo wzrostu zapotrzebowania na łącza teleksowe. Przeciwnie, CCITT wprowadziło ostatnio jeszcze jeden układ kryteriów sygnalizacji łączeniowej (typ C) i nowe zalecenia, które znajdą zastosowanie w pełnoautomatycznych, międzykontynentalnych systemach teleksowych, zawierających centrale tranzytowe.

Niektóre kraje mają już do dyspozycji wewnątrzkrajo-  
we systemy transmisji danych o szybkościach modulacji przynajmniej 1200 bodów, pracujące przy wykorzystaniu komutowanych sieci telefonicznych użytku publicznego, i czy zastosowanie tych systemów zostanie rozszerzone na teren międzynarodowy, jako przeciwstawienie do wydzielonych komutowanych sieci telegrafii i transmisji danych, jest przedmiotem studiów i rozważań CCITT.

## 16.2. Łącza dzierżawione

Jak sama nazwa wskazuje, łącza tego typu są oddawane w dzierżawę użytkownikom do ich wyłącznego użytkowania. Może to dotyczyć zarówno łączy wąskopasmowych, odpowiadających jednej czwartej szybkości modulacji kanałów telegraficznych (jedna czwarta kanału 50-bodowego o szybkości 66 słów na minutę) dzierżawionych przez 8 godzin

na dobę, jak i łączy szerokopasmowych, pozwalających na transmisję sygnałów telewizyjnych w ciągu krótkiego okresu czasu na dobę. W zakresie telegrafii zapotrzebowanie na łącza dzierżawione wzrasta coraz bardziej. Jest to spowodowane z jednej strony coraz szerszym zastosowaniem maszyn matematycznych, co wymaga przesyłania danych z wielu źródeł do centralnych punktów dla ich kompleksowego opracowania, a z drugiej strony wprowadzeniem do użytku na coraz większą skalę prywatnych komutowanych sieci telegramowych.

## 17. TRANSMISJA DANYCH

O transmisji danych rozpoczęto mówić dopiero w ostatnich latach, z chwilą wprowadzenia do użytku maszyn matematycznych. Choć bowiem różnego rodzaju dane były przesyłane już od dawna na całym świecie, to dopiero w ostatnich latach przybrały one postać dogodną dla automatycznego ich przetwarzania i opracowywania.

Wiele zagadnień, które pojawiły się w zakresie transmisji danych, ma swoje odpowiedniki w przeszłości w odniesieniu do służb telefonicznych i telegraficznych. Obecne wymaganie bezpośredniej odpowiedzi maszyny matematycznej na zapytanie ze strony odległej stacji może być na przykład porównywane z wymaganiami na zestawianie połączeń telefonicznych i teleksowych.

Istnieją jednakże i pewne wyraźne różnice. Telefoniczne i teleksowe połączenia są realizowane między różnymi użytkownikami i wymiana informacji między abonentami jest

całkowicie nie ograniczona przy zastrzeżeniu, że obaj użytkownicy akceptują stosowanie pewnego wspólnego języka. Gdy idzie o transmisję danych między maszynami matematycznymi, różnice zaprogramowania znacznie ograniczają możliwości wymiany informacji między różnymi organizacjami i różnymi kontynentami. Prawdziwe więc będzie stwierdzenie, że istnieją tendencje do zastosowania transmisji danych prawie wyłącznie w ruchu między centralnym ośrodkiem maszyn matematycznych danej organizacji i własnych współpracującymi stacjami lub abonentami. Oznacza to, że międzynarodowa transmisja danych jest z zasady ograniczona do tych organizacji, które mają rzeczywiście charakter międzynarodowy, tzn. mają swoje agendy w różnych krajach. Z tego też względu krajowe systemy transmisji danych są daleko bardziej zaawansowane w realizacji niż systemy międzynarodowe.

Można jednak przyjąć, że postępy w zakresie międzynarodowej normalizacji parametrów sygnałów transmisji danych pozwolą na bardzo szybki wzrost międzynarodowej wymiany danych i doprowadzą do większej rozbudowy sieci transmisji danych. Parametrami, które w tym celu muszą ulec standaryzacji, są: szybkość transmisji, czas odpowiedzi, rodzaj kodu, wymagany układ sieci itp. Systemy teleksowe mogą być wykorzystywane do transmisji danych, lecz ze względu na ich ograniczone możliwości przesyłania sygnałów o dużych szybkościach liczba danych przesyłanych tą drogą nie może być zbyt wielka.

Z pewnymi ograniczeniami w sieciach teleksowych mogą być stosowane kody inne od kodu 5-elementowego. Ko-

nieczna jest informacja, czy w danym łączu nie ma miejsca jakakolwiek regeneracja przebiegów, bowiem dopiero wtedy można zastosować kod o innym standardzie. Ponadto stosowanie specjalnych urządzeń końcowych do wysyłania niestandardowych sygnałów musi być każdorazowo zaaprobowane przez zainteresowaną administrację.

Przy systemach komutowanych transmisji danych o większych szybkościach modulacji niż przy teleksie można wykorzystywać sieci telefoniczne, które aczkolwiek nie projektowane z myślą o transmisji danych, dostarczają jednak gotowych linii połączeniowych do przesyłania między dwoma dowolnymi abonentami telefonicznymi sygnałów transmisji danych o dowolnym kodzie przy szybkościach do 1200 bitów na sekundę. Jedynym ograniczeniem wykorzystywania sieci telefonicznych jest to, że wymagana jest tu dodatkowo kontrola błędów. Pomimo to sieci telefoniczne są obecnie stosowane do transmisji danych zarówno na terenie Europy, jak i w połączeniach transatlantyckich. W ramach CCITT uległy standaryzacji urządzenia modulacyjne i demodulacyjne (tzw. modemy), przeznaczone do stosowania w komutowanych sieciach telefonicznych przy szybkości sygnalizacji 600/1200 bitów na sekundę. Dla synchronicznej lub asynchronicznej transmisji danych stosuje się przy tym kluczkowanie częstotliwości, a dla korekcji błędów przeznacza się kanał zwrotny o małej szybkości transmisji. Dla transmisji danych o szybkości modulacji 200 bodów za pomocą komutowanych sieci telefonicznych CCITT ustaliła zalecenie w sprawie urządzeń modulacyjno-demodulacyjnych



przesuwu częstotliwości w warunkach pracy pełnodupleksowej.

### 17.1. Sieci prywatne

Dla linii transmisji danych działających z opóźnieniem długi czas odpowiedzi komutowanej sieci telefonicznej jest sprawą względnie nieistotną, lecz w przypadku wymaganego krótkiego czasu odpowiedzi sieć ta jest zasadniczo bezużyteczna. Jak dotychczas, tylko sieci prywatne spełniają wymaganie transmisji bez opóźnienia. W przypadku takich organizacji jak NASA (Amerykańska Krajowa Agencja Przestrzeni Kosmicznej) procesy fizyczne zachodzą z dużą szybkością i to zmusza do rozbudowy prywatnych sieci, pozwalających na transmisję danych z dużą szybkością. Towarzystwa linii lotniczych potrzebują sieci prywatnych o czasach odpowiedzi mierzonych w sekundach, które pozwoliłyby na połączenie ze sobą wszystkich biur agencyjnych na terenie całej niemal kuli ziemskiej. Rozwój sieci prywatnych będzie niewątpliwie postępował dalej dopóty, dopóki nie będzie zrealizowana wydzielona komutowana sieć transmisji danych, oferująca te same możliwości.

Szybkość transmisji danych stosowana obecnie w specjalnych prywatnych sieciach, przystosowanych do przesyłania sygnałów akustycznych, wynosi 2400 bitów na sekundę, aczkolwiek nie jest to bynajmniej powszechne i istnieją już urządzenia modulacyjno-demodulacyjne, pozwalające na przesyłanie sygnałów z szybkością 9600 bi-

tów na sekundę. Zarówno szybkości modulacji jak i stosowane metody modulacji różnią się bardzo, aczkolwiek istnieje już dość rozpowszechniona opinia, że w przypadku międzynarodowych systemów o szybkości 2400 bitów na sekundę najbardziej właściwa jest modulacja 4-fazowa z przesunięciem o  $90^{\circ}$ . W przypadku międzynarodowej szerokopasmowej transmisji danych realizowanej przy wykorzystaniu grup pierwotnych telefonii nośnej o pasmach 48 kHz systemem, który najprawdopodobniej znajdzie powszechne zastosowanie, jest system z jednowstęgową modulacją amplitudy i stłumioną falą nośną, pozwalający na pracę z szybkością 48 kilobitów na sekundę.

## 17.2. Sieci przyszłościowe

Należy oczekiwać wzrostu zapotrzebowania na komutowane systemy transmisji danych o krótkim czasie trwania odpowiedzi, pracujące przy różnych szybkościach. Być może dla zaspokojenia najpilniejszych potrzeb nastąpi rozwój sieci telegraficznej 200-bodowej dla transmisji danych o małych szybkościach. W bardziej odległej przyszłości należy się spodziewać, że system modulacji kodowo-impulsowej pozwoli na stworzenie sieci łączności cyfrowej, która spełni równocześnie wymagania na transmisję danych, transmisję sygnałów rozmównych, sygnałów telegraficznych i telekopii. W odniesieniu do sieci ogólnoswiatowej, wydaje się to być jednak sprawą dość odległej przyszłości.

## 18. TELEWIZJA

Telewizja może być wykorzystywana do:

- rozrywki i nauki,
- nadzorowania odległych obszarów lub przedmiotów,
- realizacji dwukierunkowych linii konferencyjnych,
- realizacji dwukierunkowych linii wideofonowych.

Transmisje "na żywo" między krajami są realizowane za pośrednictwem mikrofalowych linii radiowych o zasięgu optycznym lub, gdzie to jest możliwe, za pomocą kabli koncentrycznych, (na przykład istniejące koncentryczne kable podmorskie nie mają wymaganej do tego celu szerokości pasma przepustowego). Międzykontynentalne transmisje telewizyjne stały się możliwe dopiero po pojawieniu się systemów łączności satelitarnej, ale wymagana duża szerokość pasma przepustowego i trudności związane z uzyskaniem dostatecznie dużej mocy promieniowania nadajników pokładowych satelitów prowadzą nieuchronnie do dużych opłat za wynajęcie tego typu łączy.

Istniejące powszechnie zapotrzebowanie na dalekosiężne międzynarodowe linie telewizyjne wydaje się jednak w praktyce ograniczone do określonych obszarów kuli ziemskiej, których mieszkańcy posługują się tym samym językiem, ale nawet w odniesieniu do tych obszarów istnieje dalsze poważne ograniczenie ze względu na różnice czasów miejscowych, co prowadzi do tego, że telewizyjne transmisje "na żywo" mogą odbywać się tylko w ciągu krótkiego czasu na dobę. Tak więc nie wydaje się celowa budowa li-

nii dalekiego zasięgu wyłącznie dla celów telewizyjnych. Powinny one być realizowane głównie dla potrzeb telefonii wielokrotnej i "wypożyczane" do użytku telewizji tylko okresowo. Z punktu widzenia operacyjnego jest to jednak dalekie od ideału, ponieważ proces przerywania około 1200 łączy telefonicznych, nawet dla krótkich transmisji telewizyjnych, może doprowadzić do dużego zaburzenia i dyslokacji w ruchu telefonicznym, które mogą trwać znacznie dłużej niż sam czas trwania transmisji telewizyjnej. Wydaje się więc najbardziej celowe wykorzystywanie do okresowych transmisji telewizyjnych linii rezerwowych, podczas gdy linie główne byłyby wykorzystywane bez przerwy przez służby telefoniczne.

Obecnie są prowadzone badania, które mogą doprowadzić do znacznego zmniejszenia wymagań na szerokość pasma w przypadku transmisji telewizyjnych. Chodzi tu o ograniczenie nadmiaru informacji przesyłanych w sygnale obrazu. Wyniki badań pozwalają jednak przypuszczać, że będzie można dokonać tego wyłącznie przez bardzo kosztowne zmiany w urządzeniach stacji końcowych i z tego względu zastosowanie tego typu drogich i skomplikowanych urządzeń będzie ograniczone tylko do linii bardzo obciążonych lub o bardzo wysokich kosztach eksploatacji.

Dalszy prawdopodobny kierunek rozwoju w dziedzinie międzynarodowej telewizji będzie polegał na zastosowaniu sztucznych satelitów ziemi w systemach telewizji rozsiewczej przy wykorzystaniu zmodyfikowanych telewizyjnych odbiorników domowych. Czy zamiast tego zostanie zrealizowana idea doprowadzenia w przyszłości do każdego mieszkania

linii (na przykład falowodowej) pozwalającej na przesłanie bardzo dużej liczby informacji, w tym również sygnałów telewizyjnych, pokaże dalsza przyszłość.

Bez wątpienia ostatnio demonstrowane telewizyjne linie konferencyjne będą również dostępne w połączeniach międzynarodowych oraz, o ile światowy standard życiowy wzrośnie dostatecznie, pojawi się również rosnące zapotrzebowanie na wideotelefony. W tym przypadku może się już okazać konieczne wykorzystanie dużych potencjalnych możliwości przesyłowych systemów laserowych na falach świetlnych.

## 19. PODSUMOWANIE

Podsumowując krótko wszystko to co zostało wyżej powiedziane o przyszłościowych kierunkach rozwoju telekomunikacji, można stwierdzić z dużą dozą prawdopodobieństwa, że w sieciach telekomunikacyjnych coraz szersze zastosowanie znajdzie system kontroli za pomocą maszyn matematycznych i że różnego rodzaju sygnały telewizyjne, telefoniczne, telekopii i transmisji danych będą przesyłane w jednej ogólnościowej, zintegrowanej sieci teletransmisyjnej, pracującej w oparciu o zastosowanie systemów o modulacji kodowo-impulsowej.

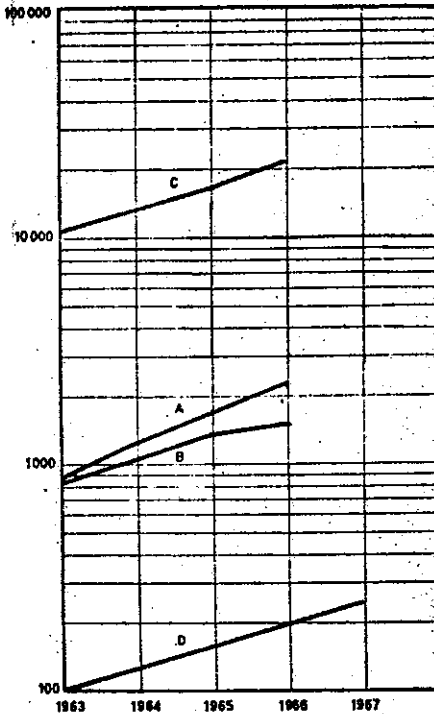
Zastępowanie lamp elektronowych przez elementy półprzewodnikowe będzie postępowało dalej, przy czym oddzielne elementy półprzewodnikowe będą stopniowo zastępowane układami scalonymi. Będą prawdopodobnie zanikać stopniowo ograniczenia będących do dyspozycji pasm czę-

stotliwości - szczególnie, gdy zostaną zastosowane systemy łączności na falach świetlnych. Jedynym czynnikiem, który może stać temu na przeszkodzie, będzie nadzwyczaj gwałtowny wzrost zapotrzebowania na przesyłanie sygnałów wielu różnych służb.

#### WYKAZ LITERATURY

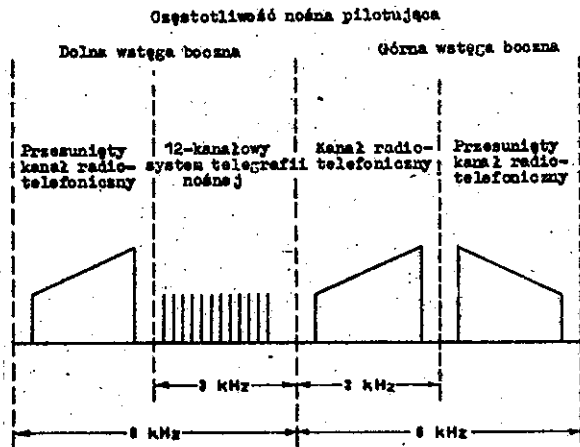
1. Grupa ekspertów I.T.U. Sprawozdanie końcowe, 1963, Zalecenie Nr 1.
2. Zalecenia CCIR Nr 393-1 i 395-1. Dokumenty XI Zebrania Plenarnego, Oslo 1966 t. IV, cz. 1. s. 62.
3. Bell J.: Propagation measurements at 3, 6 and 11 GHz over a line-of-sight radio path. Proc IEE, 1967 t. 114 nr 5, s. 545.
4. Cannon R.W., Wilkinson D. and Rider G.C.: Operational experience with a tropospheric-scatter radio-relay link. Proc. IEE 1966 t. 113 nr 9, s. 1460.
5. Beach C.D. and Trecker J.M.: A method for predicting interchannel modulation due to multipath propagation in FM and PM tropospheric radio systems. Bell Syst. tech. J. 1963 t. 42 nr 1, s. 1.
6. Laudise R.A.: The search for non-linear optical materials for laser communications. Bell Lab. Rec. 1968 t. 46 nr 1, s. 3-7.
7. Subramanian M. and Collinson J.A.: Modulation of laser beams by atmospheric turbulence. Bell Syst. techn. J. 1967 t. 46, nr 3, s. 623-648.

8. Cooper B.: Optical communications in the earth's atmosphere. IEEE Spectrum 1966 t. 3 nr 7, s. 83-88.
9. Brookner E., Kolker M. and Wilmotte R.M.: Deepspace optical communications. IEEE Spectrum 1967 t. 4 nr 1, s. 75-82.
10. Dimeff J., Gunter W.D., Jr. and Hruby R.J.: Spectral dependence of deep-space communications capability. IEEE Spectrum 1967 t. 4 nr 9, s. 98-104.
11. Watt-Carter D.E. and Wheeler L.K.: The Lincompex system for the protection of h.f. radio-telephone circuits. Post Office elect. Eng. J. 1966 t. 59 nr 10, s. 163.
12. Frost A.C.: High order multiplexing of p.c.m. systems. IEE Colloquium on Pulse Code Modulation, 1968.
13. Cattermole K.W.: Proposals for a digital telecommunication network. IEE Colloquium on Pulse Code Modulation 1968.
14. Pearson K.W.: Satellite multi-access operation with p.c.m. IEE. Colloquium on Pulse Code Modulation, 1968.
15. Forte S.: An introduction to microelectronics. Point-to-Point Telecommun. 1964 t. 9 nr 1, s. 23-39.
16. Granger S.H.: Post office wideband distribution network in Washington New Town. Post Office elect. Eng. J. 1968, t. 61 nr 1, s. 1-2.



Rys. 1. Wzrost międzynarodowego ruchu telekomunikacyjnego /wykresy oparte na danych statystycznych UIT/

A - całkowita liczba łączy teleksowych; B - całkowita liczba łączy dzierżawionych; C - ruch telefoniczny - liczba wywołań/1000; D - dla porównania linia odpowiadająca tempu wzrostu 25% na rok



Rys. 2. Widmo częstotliwości w przypadku transmisji za pomocą niezależnych wstęg bocznych



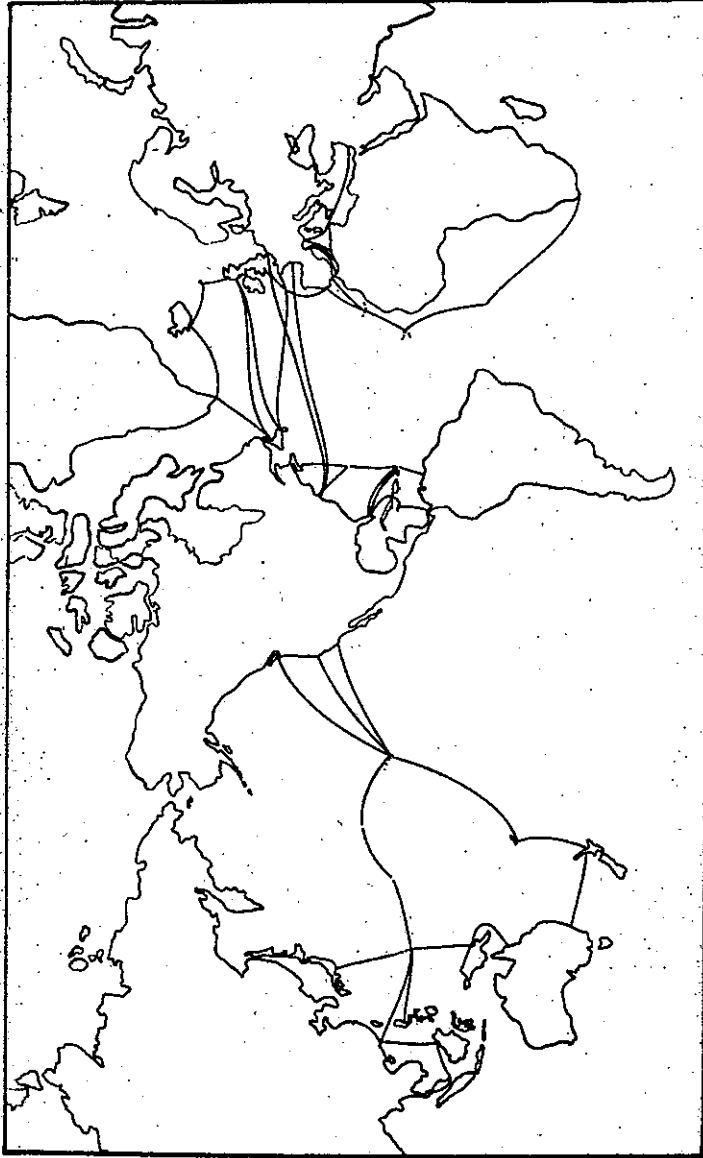
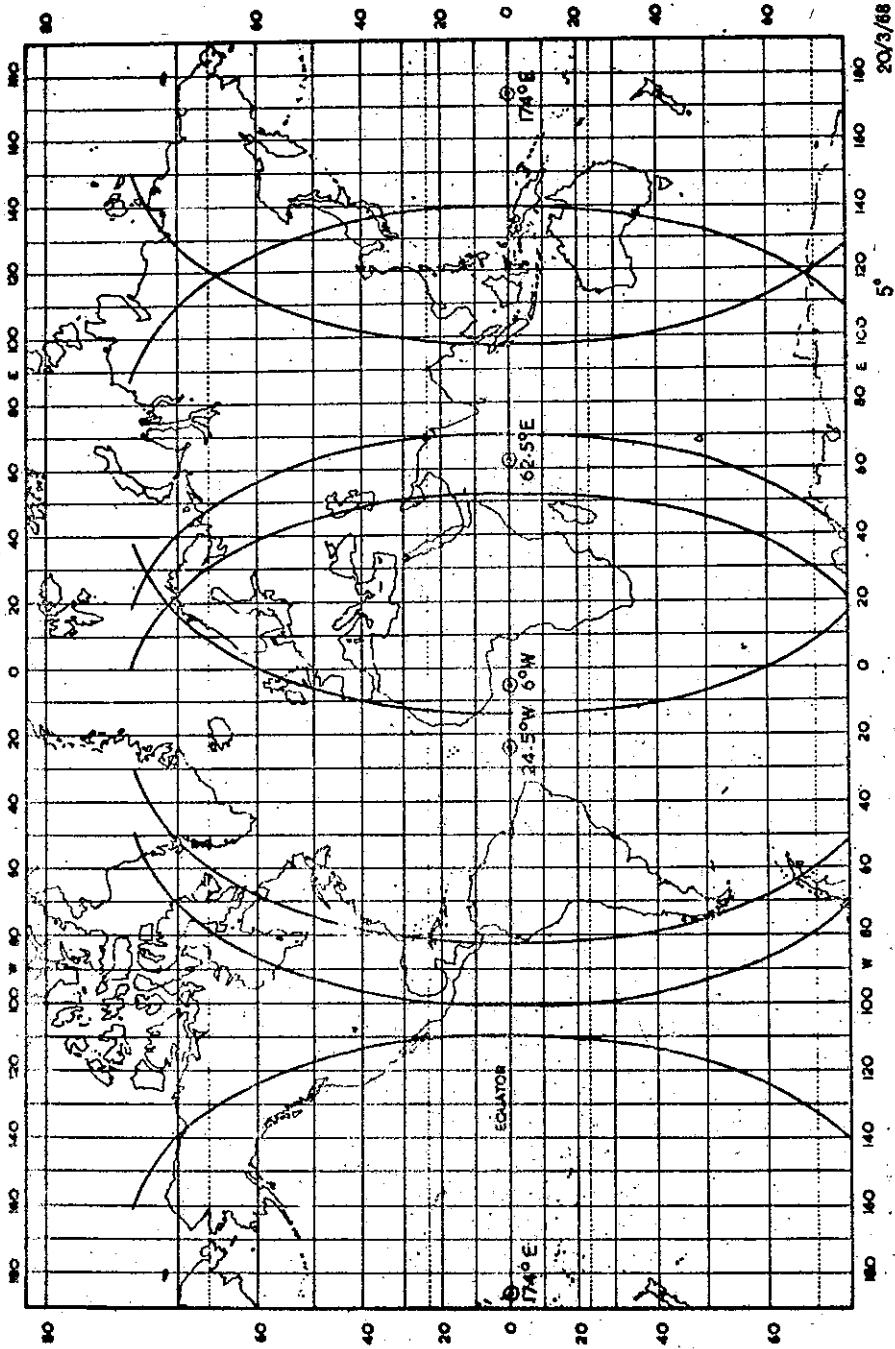
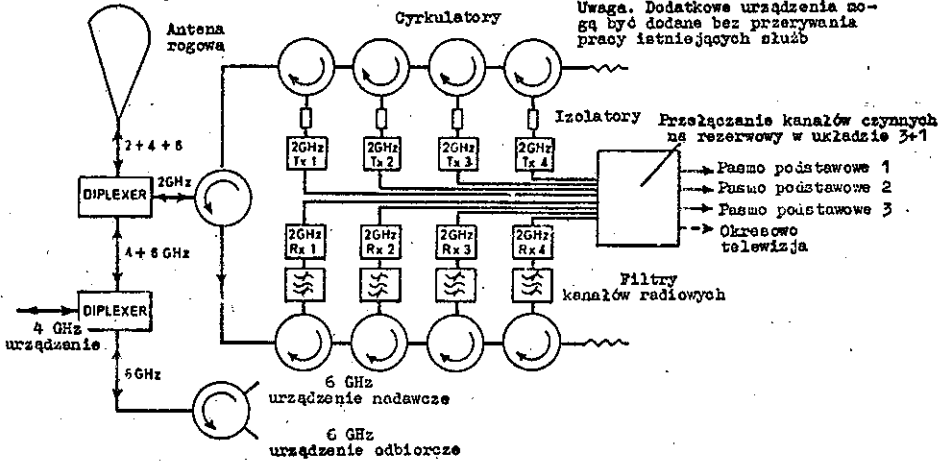


Рис. 3. Комерцјалне системе кабли подморских /лине означене на рт-  
сунку јуџ прачујџ луб сџ дупиеро в тракле будову/



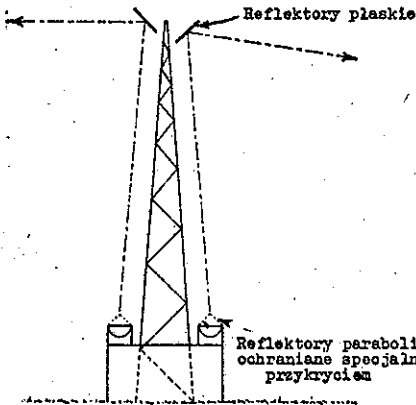
Rys. 4. Obszary kuli ziemskiej pokryte zasięgiem łączności satelitów Intelsat III

Jedna antena dla każdej trasy może być wykorzystywana dla większej liczby pasm mikrofalowych



Uwaga. Dodatkowe urządzenia mogą być dodane bez przerywania pracy istniejących szluz

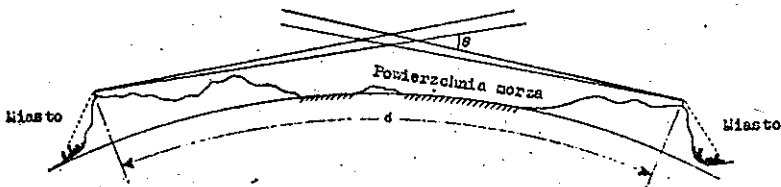
Rys. 5. Schemat blokowy stacji końcowej mikrofalowej linii radiowej, pracującej równocześnie w zakresach częstotliwości 2, 4 i 6 GHz w układzie 3+1



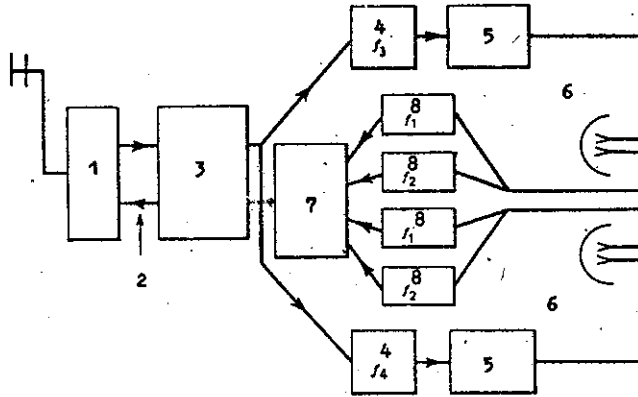
Rys. 6. Stacja przekaźnikowa z zastosowaniem anten peryskopowych

Trasa wiązki promieni fal radiowych  $100 < d < 800 \text{ km}$  typowe wartości

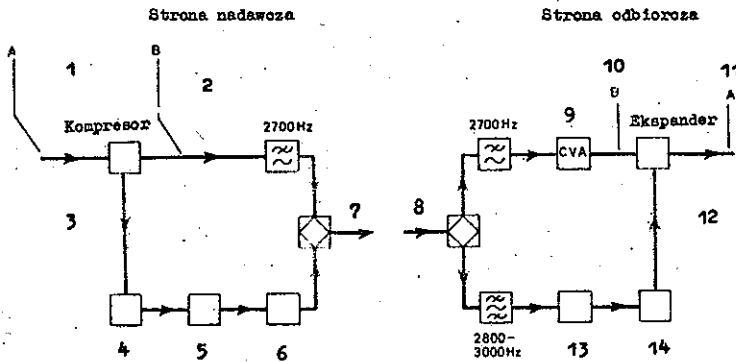
Mikrofalowe linie zasilające  $\theta < 5 \text{ stopni}$



Rys. 7. Typowy przekrój trasy linii troposferycznej

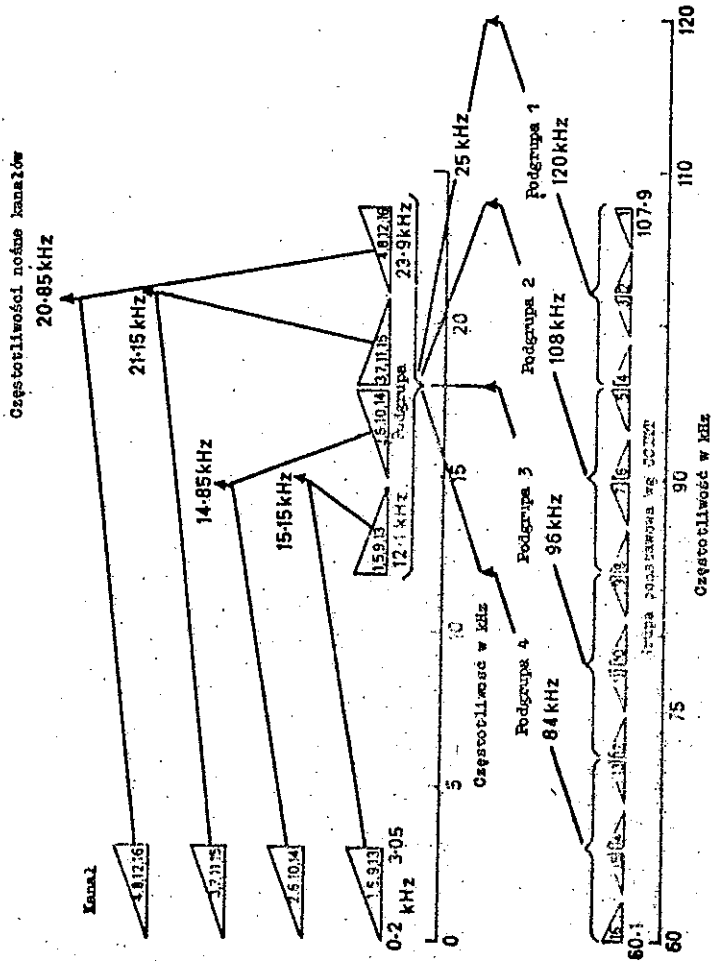


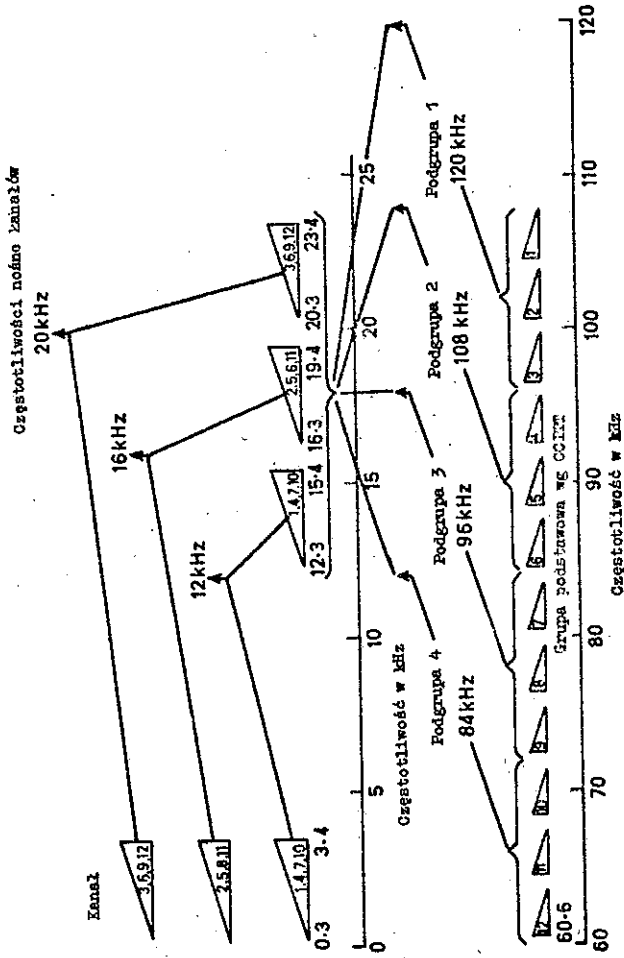
Rys. 8. Stacja końcowa w układzie poczwórnego odbioru zbiorczego  
 1 - końcowe urządzenie bardzo wielkiej częstotliwości linii, 2 - pasmo podstawowe, 3 - urządzenie rozdzielcze, 4 - układ sterujący, 5 - wzmacniacz mocy, 6 - antena paraboliczna, 7 - układ kombinujący, 8 - odbiornik



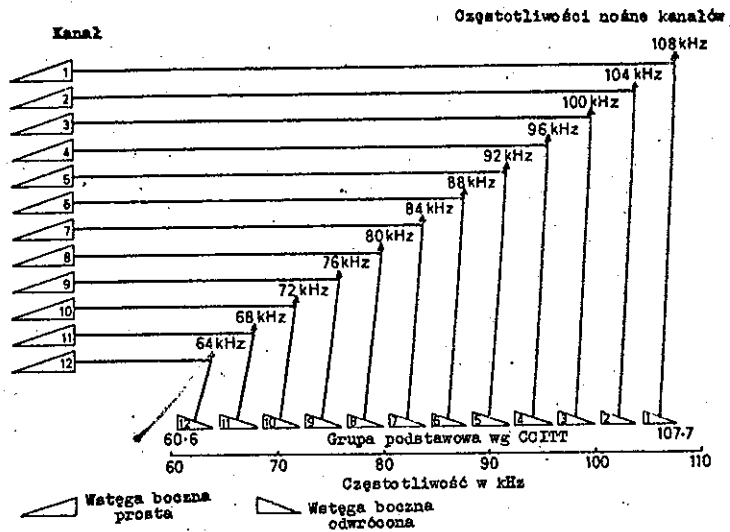
Rys. 9. Uproszczony schemat blokowy radiotelefonicznej stacji końcowej systemu Lincompex

1 - wejściowy sygnał rozmówny zmienny w amplitudzie i częstotliwości; 2 - zmiany amplitudy skłumione, sygnał rozmówny zmienny tylko w częstotliwości; 3 - zmiany amplitudy w takt sylab; 4 - "układ taksowania" amplitudy; 5 - wzmacniacz o charakterystyce logarytmicznej; 6 - generator modulowany w częstotliwości; 7 - do nadajnika radiowego w.cz.; 8 - z odbiornika radiowego w.cz.; 9 - regulator zaników; 10 - taki sam sygnał jak w punkcie B; 11 - wyjściowy sygnał rozmówny jak w punkcie A; 12 - prąd kontrolny zmieniający amplitudę w takt sylab; 13 - dyskryminator /detektor częstotliwościowy/; 14 - wzmacniacz o charakterystyce antylogarytmicznej

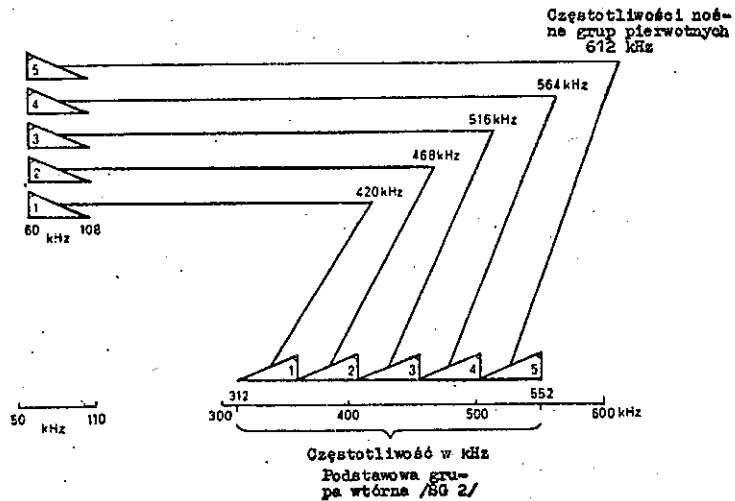




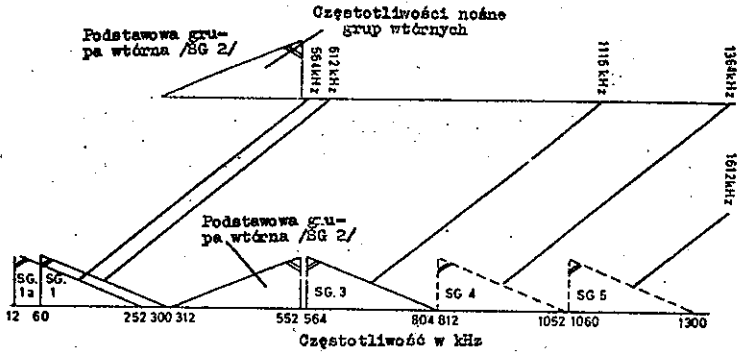
Rys. 11. Widmo podstawowej grupy pierwotnej 12 x 4 kHz /dwustopniowa modulacja i demodulacja/



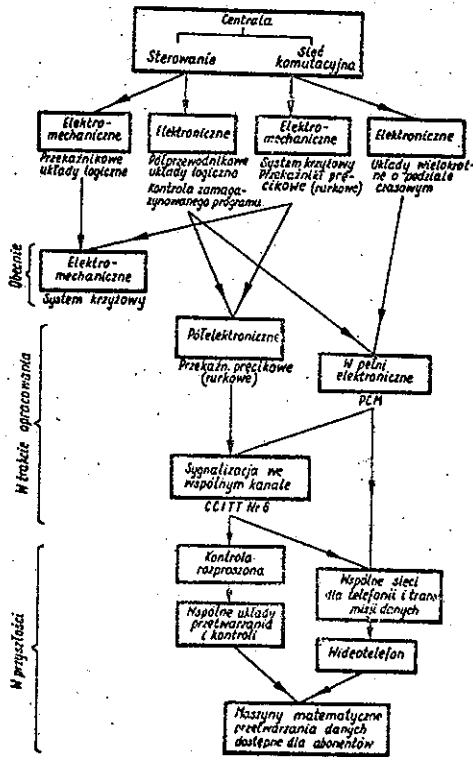
Rys. 12. Widmo podstawowej grupy pierwotnej 12 x 4 kHz /jednostopniowa modulacja i demodulacja/



Rys. 13. Widmo podstawowej grupy wtórnej

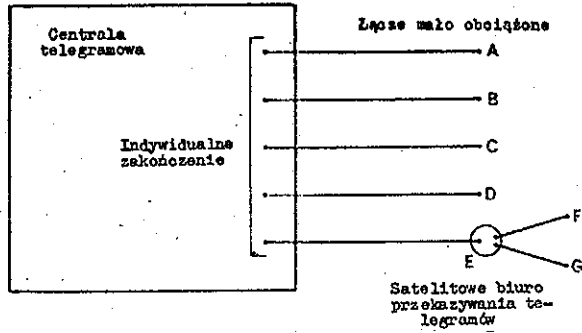


Rys. 14. Widmo grupy trójnej

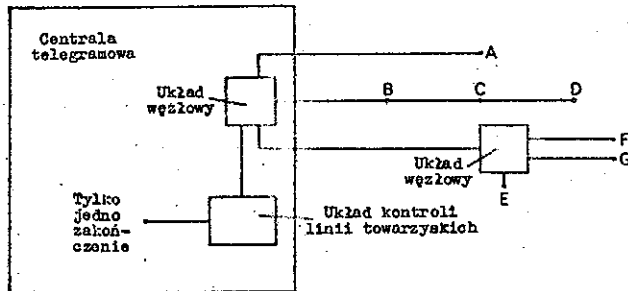


Rys. 15. Zasady techniczne pracy central telefonicznych

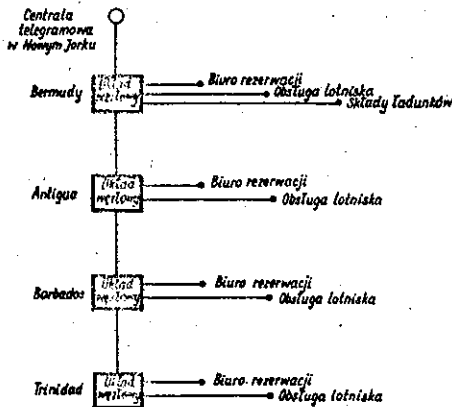




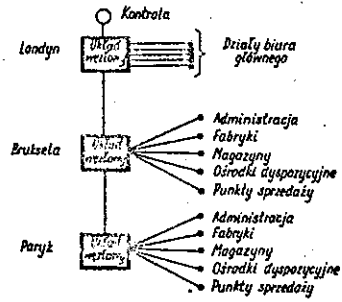
Rys. 16. Schemat blokowy przedstawiający indywidualne zakończenie w centrali telegramowej i w satelitowym biurze przekazywania telegramów w punkcie E



Rys. 17. Jeden z możliwych wariantów układu z rys. 16, zawierający układ kontroli linii towarzyskich, pozwalający na zmniejszenie liczby linii podłączonych do centrali i liczby zakończeń w centrali telegramowej oraz na eliminację biura przekazywania telegramów w punkcie E



Rys. 18. Typowe rozwiązanie w przypadku linii telefonicznych



Rys. 19. Typowe rozwiązanie w przypadku sieci użytku publicznego



