

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

PROBLEMY

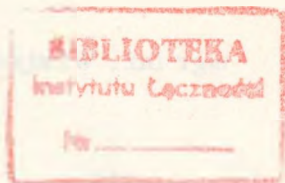
BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności

ŁĄCZNOŚCI

108

1974

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI



PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 14

WARSZAWA 1974

NR 108

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Problemów Łączności

Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski

Redaktorzy działów:

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

mgr inż. Józef Możejko

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 655. Wpłynęło do

Działu Wydawniczego 15.11.1973 r.

Druk ukończono w styczniu 1974 r.

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

W siewołod Winogradow

SYSTEMY TELEGRAFII WIELOKROTNEJ O SZYBKOŚCI 200 BODÓW I SZYBKOŚCIACH WIĘKSZYCH

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Informacje wprowadzające, podstawowe pojęcia, definicje	1
2. Systemy telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym dla szybkości 200 bodów i szybkości większych	8
2.1. Systemy telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym kanału telefonicznego dla szybkości 200 bodów	9
2.2. Systemy telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym dla szybkości modulacji większych niż 200 bodów	17
3. Telegraficzne systemy wielokrotne z podziałem czasowym kanału telefonicznego lub grupy pierwotnej	26
3.1. Metoda próbkowania bez kodowania lub metoda statystyczna - przykłady zastosowania	27
3.2. Metoda próbkowania z kodowaniem - przykłady zastosowania	31

	Str.
3.3. Prace normalizacyjne dotyczące systemów telegraficznych wielokrotnych wykorzystujących podział czasowy	34
4. Wykorzystywanie znormalizowanych systemów PCM do uzyskiwania kanałów telegraficznych	37
4.1. Uwagi ogólne	37
4.2. Metody wykorzystania znormalizowanego systemu PCM-30/32 rozważane przez Administrację P. T. - NRF	40
4.3. System modulacji impulsowo-kodowej "CODEST" do przekazywania sygnałów telegraficznych i danych	43
4.4. Urządzenia końcowe PCM - MINI-T oraz PCM - - MAXI-T	45
4.5. Wykorzystanie systemów PCM do telegrafii i transmisji danych proponowane przez Administrację P. T. Wielkiej Brytanii [15]	48
5. Uwagi końcowe	52
Wykaz literatury	55

SYSTEMY TELEGRAFII WIELOKROTNEJ
O SZYBKOŚCI 200 BODÓW I SZYBKOŚCIACH WIĘKSZYCH

1. INFORMACJE WPROWADZAJĄCE, PODSTAWOWE POJĘCIA,
DEFINICJE

Łącza międzymiastowe /międzycentralowe/ i łącza abonentów dalekich są tworzone obecnie w sieciach telegraficznych nieomal wyłącznie wykorzystując kanały systemów telegraficznych wielokrotnych. Systemy jednokrotne, naturalne są stosowane jako łącza abonenckie, chociaż i tutaj istnieją tendencje wykorzystywania systemów wielokrotnych.

Systemy telegrafii wielokrotnej do przekazywania sygnałów dyskretnych, binarnych z szybkością modulacji telegraficznej 200 bodów oraz z szybkościami większymi brane są w ostatnich latach pod uwagę jako logiczny i niezbędny dalszy ciąg w rozwoju sieci telegraficznych i sieci transmisji danych.

Spotykane są obecnie systemy /urządzenia/ wielokrotne telegraficzne i danych dla szybkości modulacji: 200, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 bodów; istnieje tendencja do międzynarodowej normalizacji tych systemów w ramach prac CCITT.

Wydaje się, że rozpatrując w tym opracowaniu systemy telegrafii wielokrotnej dla szybkości modulacji większych niż 200 bodów znajdziemy się w obszarze transmisji danych /ewentualnie w obsza-

rze wspólnych zainteresowań telegrafii i transmisji danych/.

Współczesna telegrafia - sieci teleks i genteks wykorzystywały dotychczas szybkości modulacji poniżej 200 bodów; szybkość modulacji 200 bodów stanowiła tradycyjną granicę zainteresowań sieci teleks i genteks.

Sytuacja ta ulega w ostatnich latach poważniejszym zmianom. Z jednej strony istnieją znane i powszechne tendencje do rozszerzenia usług oferowanych w sieciach telegraficznych /teleksowych i telegramowych/ w kierunku powiększenia szybkości przekazywanych wiadomości, stosowania międzynarodowych kodów nr 2 i nr 5, obsługiwanie kilkunastu kategorii abonentów o różnych uprawnieniach itp.

Z drugiej strony zjawia się tendencja do stworzenia "sieci danych". Dla naświetlenia sytuacji, mniej może znanej, wydaje się celowe podanie wyciągu /tabl. 1/ zalecenia X.1, CCITT [4] pt. "Kategorie użytkowników i przelotności binarne w sieciach publicznych dla danych".

W zaleceniu X.1. podany jest następujący komentarz do tablicy 1, dotyczący sieci teleks:

"W tablicy nie ma kategorii użytkowników dla przelotności binarnej 50 bitów/s, transmisji arytmicznej 7,5 elementów na znak, sygnałów wybierczych i służbowych o szybkości 50 bitów/s i alfabetu nr 2. Jednak niektóre administracje podają, że ich służba teleks /dla 50 bodów i każdej innej szybkości większej uzgodnionej w planie międzynarodowym/ może zapewnić usługi przewidywane w publicznych sieciach transmisji danych".

Systemy telegrafii wielokrotnej o szybkości 200 bodów i szybkościach większych, stanowiące przedmiot niniejszego opracowania.

Kategorie użytkowników i prędkości binarne
publicznych sieci transmisji danych

Kate- goria	Prędkość binarna użytkownika i rodzaj transmisji	Sygnały wybiercze i sygnały służbowe
1	200 bit/s, 11 jednostek na znak, transmisja arytmiczna	200 bit/s, alfabet nr 5
2	50-200 bit/s, 7,5-12 jednostek na znak, transmisja arytmiczna	200 bit/s, alfabet nr 5
3	600 bit/s, transmisja synchro- niczna	600 bit/s, alfabet nr 5
4	2400 bit/s, transmisja synchro- niczna	2400 bit/s, alfabet nr 5
5	9600 bit/s, transmisja synchro- niczna	9600 bit/s, alfabet nr 5
6	48000 bit/s, transmisja synchro- niczna	48000 bit/s, alfabet nr 5

mogą być wykorzystane w określonych warunkach i dla zaspokojenia określonych potrzeb w sieciach telegraficznych, w sieciach transmisji danych oraz w sieciach teleksowych, które mogą /częściowo/ zaspokoić potrzeby w zakresie "sieci transmisji danych".

W tych systemach telegrafii wielokrotnej wykorzystywane są metody zarówno podziału częstotliwościowego, jak i podziału czasowego przy tworzeniu kanałów transmisyjnych. W sieciach telegraficznych spotykane są wszystkie odmiany systemów wielokrotnych z podziałem częstotliwościowym /AM, FM, PM/, systemy z podziałem czasowym oraz systemy impulsowo-kodowe /PCM/.

Dla systemu telegrafii wielokrotnej podstawowym parametrem jest szybkość przebiegu modulującego, inaczej sygnału telegraficznego naturalnego, utworzonego na podstawie jednego ze znormalizowanych kodów /np. nr 2 i ub nr 5/ lub na podstawie jednego ze znormalizowanych systemów sygnałów sterujących, a więc pojęcie szybkości modulacji telegraficznej odniesione jest do sygnału, który jest nośnikiem pierwotnym informacji. Przykładowo podany jest /rys. 1^{x/}/ wykres sygnału odpowiadającego literze Y /6/, kombinacja 25 alfabetu nr 2. Wykres ten podany jest dla sygnału "prądem jednokierunkowym" /wartością prądu/ oraz "prądem dwukierunkowym" /kierunkiem prądu/.

Długość czasową "elementu jednostkowego" sygnału oznaczoną " ξ " nazywamy "odstępem jednostkowym" sygnału /modulacji telegraficznej/. Element jednostkowy jest najkrótszym elementem sygnału.

W sygnale występować mogą oczywiście obok siebie elementy jednostkowe jednakowo lub różnie elektrycznie nacechowane.

Chwile /momenty/ ograniczające jednakowo elektrycznie nacechowane odstępy sygnału nazywamy momentami znamionnymi sygnału lub momentami znamionnymi modulacji telegraficznej. Dla podanego sygnału są to chwile $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_8$.

Sygnał telegraficzny charakteryzuje przede wszystkim szybkość modulacji telegraficznej / v_m /; określamy ją jako odwrotność jednostkowego odstępu czasowego, stąd:

$$v_m = \frac{1}{\xi} \left| S^{-1} \right| \quad /1/$$

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

Jednostką szybkości modulacji telegraficznej jest jeden odstęp jednostkowy na sekundę, czyli tzw. bod:

$$\frac{1 \text{ odstęp jednostkowy}}{1 \text{ sekundę}} = 1 \text{ bod.}$$

Dla sygnałów dyskretnych wprowadzone zostało /Hartley/ pojęcie "ilości informacji" definiowane jako " $-\log p/A/$ ", gdzie $p/A/$ oznacza prawdopodobieństwo zdarzenia A , a więc:

$$I = -\log p/A/ \quad /2/$$

Jednostką ilości informacji jest "bit"; jest to ilość informacji uzyskanej przy podstawie logarytmu 2 /informacja binarna/, której prawdopodobieństwo równa się $\frac{1}{2}$.

Jeżeli np. dla międzynarodowego alfabetu nr 2 przyjmujemy, że prawdopodobieństwo wystąpienia dowolnego znaku $p/A/ = \frac{1}{32}$, to ilość informacji przesyłanej jednym znakiem tego alfabetu wynosi:

$$I = -\log_2 \frac{1}{32} = 5 \text{ bitów}$$

co zresztą jest oczywiste, bo każdy z pięciu elementów jednostkowych może dostarczyć jednostkę informacji /podstawa logarytmu "2" równa wartościowości alfabetu/.

Dość często stosowane jest obecnie pojęcie "przelotności binarnej" /nazwa fr. débit binaire/ systemu wielokrotnego, definiowane następująco [1]:

- w systemie telekomunikacji, w którym liczba kanałów równoległych wynosi m , przelotność binarna jest sumą:

$$\sum_{i=1}^{i=m} \frac{1}{T_i} \log_2 n_i \quad /3/$$

gdzie

T_i stanowi minimalną długość odstępu jednostkowego dla kanału i /wyrażoną w sekundach/, a n_i liczbę stanów znamiennej modulacji dla kanału i .

Przelotność binarną wyraża się w bitach na sekundę. Dla pojedynczego kanału przelotność binarna wynosi

$\frac{1}{T} \log_2 n$; dla transmisji równoległej, przy takiej samej liczbie stanów znamiennej i i takiej samej wielkości minimalnych odstępów jednostkowych dla wszystkich kanałów, przelotność binarna wynosi $m \frac{1}{T} \log_2 n$ lub dla sygnałów binarnych: $m \frac{1}{T}$ bit/s.

Prócz oceny ilościowej telegraficznych systemów wielokrotnych, którą można oprzeć na szybkości modulacji telegraficznej przekazywanych sygnałów lub na przelotności binarnej systemów wielokrotnych, pozostaje jeszcze ocena jakościowa transmisji systemów telegraficznych.

Tę ocenę jakościową opieramy zazwyczaj na stopniu zniekształcenia sygnałów lub stopie błędów na przekazywanych informacjach.

Zasadniczą zależnością, która stanowić może podstawę do określenia stopnia zniekształcenia telegraficznego jest wyrażenie:

$$\sigma = f / \frac{\Delta t}{\xi} / \cdot 100\% \quad /4/$$

gdzie:

ξ - odstęp jednostkowy sygnału w s lub ms charakteryzuje

przebieg odniesienia dla wielkości mierzonych /dla 200 bodów $\xi = 5 \text{ ms/}$,

Δt - charakteryzuje odchylenia od przebiegu odniesienia wyrażone również w s lub ms /rys. 2/.

Wyrażenie $f/\frac{\Delta t}{\xi}$ / może zawierać w symbolu funkcji dane dotyczące rodzaju sygnałów, rodzaju zniekształceń, prawdopodobieństwa występowania itp.

Z wyrażenia /4/ wynika, że wielkością zniekształcenia będzie najczęściej względny czas $\frac{\Delta t}{\xi}$ wyrażony w procentach; stanowi to zasadniczą cechę stopnia zniekształceń. Rodzaje pomiarów stopnia zniekształceń telegraficznych są liczne i różnorodne [2].

Można odnieść stopień zniekształceń do określonego rodzaju sygnałów, a więc stopień zniekształceń izochronicznych, arytmicznych, zniekształceń określonych momentów znamienych. Można mierzyć poszczególne rodzaje zniekształceń, jak: jednostronne, charakterystyczne, przypadkowe i powtarzające się.

Wobec tej dużej różnorodności konieczne jest wprowadzenie pewnych umownych ram do rozpatrywanego zagadnienia pomiarów stopnia zniekształceń. Słuszne jest uwzględnienie tutaj zaleceń i propozycji CCITT będących wynikiem wieloletnich studiów i współpracy międzynarodowej.

W obecnej technice telegrafii pomiarowej CCITT przewiduje pomiary zarówno stopnia zniekształceń izochronicznych / sygnałów synchronicznych/, jak również pomiary stopnia zniekształceń arytmicznych / sygnałów arytmicznych/.

W ramach tego opracowania nie można omówić szczegółowiej dość obszernego zagadnienia zniekształceń telegraficznych oraz po-

dać definicji poszczególnych rodzajów zniekształceń /omówiono to w szeregu publikacjach/.

Jakość systemów /urządzeń/ telegrafii wielokrotnej można również scharakteryzować elementową lub znakową stopą błędów [1].

Elementową /znakową/ stopę błędów określa się zazwyczaj stosunkiem elementów /znaków/ błędnie odebranych do wszystkich elementów /znaków/ przekazanych. Przy odpowiednio długich pomiarach stopa błędów jest wielkością ujmującą z dużym prawdopodobieństwem średnią statystyczną liczbę błędów.

Trzeba zwrócić uwagę, że pomiar stopy błędów jest czynnością pracochłonną, mimo to wiele przedsiębiorstw i administracji łączności przeprowadza ocenę tego typu. Rozróżnia się zazwyczaj tzw. stopę błędów pierwotną /dróg transmisyjnych n.p. / oraz resztkową, określoną dla systemu stosującego urządzenia protekcyjne. Stopa błędów resztkowa ujmuje błędy, które nie zostały wykryte i skorygowane /a więc te, które uniknęły detekcji i korekcji/.

2. SYSTEMY TELEGRAFII WIELOKROTNEJ Z PODZIAŁEM CZĘSTOTLIWOŚCIOWYM DLA SZYBKOŚCI 200 BODÓW I SZYBKOŚCI WIĘKSZYCH

Systemy telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym spotykane i znormalizowane dla szybkości modulacji 200 bodów i szybkości większych /normalizacja częściowa/ są to systemy stosujące modulację częstotliwościową /FM/.

Inne rodzaje modulacji /AM, PM/ w systemach telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym dla szybkości modulacji

200 bodów i szybkości większych nie są praktycznie biorąc spotykane.

W ramach prac CCITT [1] zostały znormalizowane systemy wielokrotne 200 bodów oraz są w toku normalizacji systemy dla szybkości modulacji większej od 200 bodów.

Wydaje się słuszne rozpatrzeć oddzielnie systemy 200-bodowe bazujące na podziale częstotliwościowym kanału telefonicznego /akustycznego/ oraz oddzielnie systemy dla szybkości modulacji większych niż 200 bodów, bazujące na podziale częstotliwościowym grupy pierwotnej. Podział ten stosuje również w swych pracach CCITT.

2.1. Systemy telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym kanału telefonicznego dla szybkości 200 bodów

W ramach prac CCITT zostały znormalizowane dwa systemy telegraficzne wielokrotne 200-bodowe: jeden dla rozstawienia kanałów co 480 Hz /zalecenie R. 38 A/, drugi dla rozstawienia kanałów co 360 Hz /zalecenie R. 38 B/^{x/}.

Pierwszy system wykorzystuje do tworzenia kanałów 200-bodowych normalnie stosowane łącza telefoniczne /akustyczne/ o pasmie przepustowym 3,4 kHz lub łącza nośne o rozstawieniu 4 kHz. Rozstawienie kanałów telegraficznych ustalone jest na 480 Hz.

^{x/} W tekście francuskim zaleceń R. 38 A oraz R. 38 B użyte jest wyrażenie "modulation par déplacement de fréquence", co według definicji 32.31 CCITT oznacza "system transmisji za pomocą modulacji częstotliwości, w którym częstotliwość zmienia się w momentach znamionnych" sygnałów dyskretnych.

Drugi system wykorzystuje do tworzenia kanałów 200-bodowych długie międzykontynentalne łącza nośne o rozstawieniu głównie 3 kHz. Rozstawienie kanałów telegraficznych ustalone jest na 360 kHz.

Z punktu widzenia układowego systemy telegrafii nośnej wielokrotnej podzielić można na indywidualne i grupowe [2].

W systemach indywidualnych każdy kanał ma własne wyposażenie końcowe, jak: generatory, filtry, dyskryminatory itp. Systemy grupowe zawierają zazwyczaj pewną grupę kanałów liczbowo ograniczoną, której widmo przesuwane jest w procesie tzw. modulacji grupowej kilkakrotnie, tworząc szereg grup kanałów.

Zalety systemów grupowych przy większych krotnościach polegają na ograniczeniu liczby różnych podzespołów. Oczywiście systemy grupowe wymagają dodatkowych urządzeń modulacji i demodulacji grupowej.

Na rysunku 3 podano przykładowy schemat blokowy krotnicy telegraficznej FM; znaczenie poszczególnych bloków jest następujące:

- T1 - aparat telegraficzny, translacja,
- G - generator częstotliwości nośnej, modulator,
- FN - kanałowy filtr nadawczy,
- Tr1 - transformator wyjściowy,
- WN - wzmacniak nadawczy,
- WO - wzmacniak odbiorczy,
- Tr2 - transformator wejściowy,
- FO - kanałowy filtr odbiorczy,
- OG - ogranicznik,

FD - filtr dolnoprzepustowy,

D - dyskryminator częstotliwościowy, demodulator, przekaźnik odbiorczy,

T2 - aparat telegraficzny,

K2...K6 - punkty dołączenia pozostałych kanałów.

W nowych typach krotnic telegraficznych opracowywanych w ciągu ostatnich 20 lat stosuje się przeważnie modulację częstotliwościową FM. Urządzenia FM są mniej wrażliwe na zmiany poziomów odbiorczych niż krotnice AM i to stanowi w wielu przypadkach bardzo istotną ich zaletę /łącza tworzone na torach napowietrznych, łącza radiowe, łącza komutowane itp. /.

Krotnice z FM są natomiast bardziej wrażliwe na wahania środkowych częstotliwości kanałowych, na wahania dewiacji oraz na obce częstotliwości zakłócające.

Z tych względów w urządzeniach telegraficznych nośnych FM stosowane są niekiedy układy do stabilizacji i kompensacji wahań częstotliwości.

Usiłowania idą tutaj w kierunku stabilności elementów kompensacji temperaturowej w generatorach i dyskryminatorach; ponadto nadzoruje się i kompensuje się niestabilność częstotliwości w telefonicznych kanałach nośnych.

Wyrazem tych usiłowań są również ostrzejsze normy CCITT odnośnie tolerancji częstotliwości w urządzeniach telegraficznych z FM.

W niniejszym opracowaniu szczegółowiej został rozpatrzony system 200-bodowej telegrafii wielokrotnej, znormalizowany w zaleceniu CCITT R.38 A [1]. W tym zaleceniu ustalone są następujące wielkości podstawowe systemu:

- szybkość modulacji 200 bodów,
- nominalne częstotliwości środkowe F_o wynoszą:

$$600 + /n-1/ 480 \text{ Hz},$$

gdzie n - kolejny numer kanału,

- częstotliwość środkowa F_o jest średnią arytmetyczną częstotliwości charakterystycznych odpowiadających stanom "start" i "stop" F_A i F_Z / F_A odpowiada częstotliwości wyższej/:

$$F_o = \frac{F_A + F_Z}{2}$$

- średnia moc w kanale, maksimum 22,4 μW ,
- dla sześciu kanałów uzyskanych dla telegrafii wielokrotnej, 200-bodowej CCITT przyjmuje w zaleceniu R.70 bis [1] oznaczenia: 401, 402, 403, 404, 405, 406; kanały te wykorzystują odpowiednie częstotliwości: 600, 1080, 1560, 2040, 2520, 3000 Hz /dla 200 bodów i 360 Hz zalecenie R.38 B numeracja kanałów: 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307 i 308; częstotliwości środkowe: 540, 900, 1260, 1620, 1980, 2340, 2700, 3060/,
- różnica między dwiema częstotliwościami charakterystycznymi tego samego kanału wynosi 240 Hz.

Wskaźnik modulacji, dla warunków znormalizowanych w zaleceniu CCITT R.38 A, dla 200 bodów wyniesie:

$$\beta = \frac{120}{100} = 1,2$$

Dla tej wielkości 1,2 wskaźnika modulacji można na podstawie

wzorów Bessela /lub krzywych/ określić widmo sygnałów telegraficznych, np. /1:1/ przy założeniu, że przebiegiem modulacji jest przebieg sinusoidalny, dla którego wyprowadzone są funkcje Bessela.

Trzeba zwrócić uwagę, że już przy wielkości $\beta = 1$ składowe widma $F \pm 2f$ dla warunków podanych wyżej wynoszą 11,5%, dla $\beta = 2$ składowe te wzrastają do 35,3%, toteż tworząc poszczególne kanały w systemie 6-kanałowym dla 200 bodów, trzeba zwrócić uwagę na odpowiednie tłumienie częstotliwości widma, które mogłyby wywołać zakłócenia w sąsiednich kanałach.

W zaleceniu R.38 A podane są w postaci wykresu dopuszczalne granice wielkości składowych widma częstotliwości sygnałów /1:1/ /rys. 4/.

Widmo częstotliwości przesyłane w przypadku nadawania sygnałów /1:1/ z szybkością modulacji $2f_p / f_p$ - częstotliwość modulacji/ powinno być zawarte w granicach określonych liniami gabarytowymi /rys. 4/; na osi rzędnych rysunku naniesione są poziomy poszczególne składowe widma w stosunku do amplitudy częstotliwości środkowej, na osi odciętych naniesione są częstotliwości.

Szereg producentów oferuje urządzenia 200-bodowej telegrafii wielokrotnej, odpowiadające przytoczonym wyżej zaleceniom CCITT; przykładowo podaję dwie propozycje reprezentujące odmienne rozwiązania.

Wielkopolskie Zakłady Teletechniczne "Teletra" oferuje urządzenia telegrafii wielokrotnej TgF-24 [5] przystosowane do transmisji sygnałów telegraficznych z nominalną szybkością 50, 100 lub 200 bodów. Urządzenia te spełniają aktualne zalecenia CCITT, RWPG i OWL.

W urządzeniu tym została wykorzystana zasada zwielokrotnienia częstotliwościowego, to znaczy, że każdy kanał pracuje na innej częstotliwości nośnej. Częstotliwości te nazywane są częstotliwościami środkowymi kanałów $/F_0/$.

Każda z częstotliwości nośnych podlega modulacji sygnałem telegraficznym. W urządzeniu TgF-24 zastosowana jest modulacja częstotliwości. Modulacja ta jest jednostopniowa /bez modulacji grupowej/. Ciąg transmisji kanału telegraficznego w urządzeniu TgF-24 rozpoczyna się nadajnikiem kanałowym. Nadajnik ten generuje zawsze jedną z dwóch częstotliwości dewiacyjnych. Nadajnik nie generuje częstotliwości F_0 /rys. 3/.

Aktualnie generowana częstotliwość zależna jest od kierunku prądu w obwodzie wejściowym nadajnika.

Poziom jednego kanału telegraficznego w łączu telefonicznym o zerowym poziomie względnym wynosi $-1,90$ Np przy pracy 6 kanałów 200-bodowych na jednym łączu.

Napięcia przychodzące z toru odbiorczego po przejściu przez zespoły grupowe doprowadzone są do kanałowych filtrów odbiorczych, a poprzez nie do odbiorników kanałowych. Zakres pracy ogranicznika amplitudy w odbiorniku kanałowym wynosi od -2 Np do $+1$ Np względem nominalnego poziomu odbiorczego. Odbiornik kanałowy ma układ sygnalizacji zaniku lub obniżenia poziomu na jego wejściu. Układ ten działa przy obniżeniu poziomu o $2,5$ Np względem poziomu nominalnego.

Po zadziałaniu układu sygnalizacyjnego zostaje zablokowany wyjściowy tranzystorowy układ przekaźnikowy, a na jego wyjściu zostaje ustalony jeden z dwóch dowolnie wybranych stanów znamienych.

Na wyjściu odbiornika kanałowego znajduje się przekaźnik tranzystorowy. Wyjście tego przekaźnika przystosowane jest do współpracy z urządzeniami odbiorczymi kierunkiem prądu. Nominalna wartość tego prądu wynosi ± 20 mA przy obciążeniu odbiornika opornością $1 \text{ k}\Omega$. Istnieje możliwość włączenia w szereg z wyjściem odbiornika kanałowego oporności $1 \text{ k}\Omega$ i wówczas nominalna wartość tego prądu wynosić może $\pm 10 \text{ mA}/1\text{k}\Omega$. Wyjście odbiornika jest niesymetryczne. Zwarcie wyjścia odbiornika jest sygnalizowane lampką.

Odbiornik kanałowy jest wykonywany w trzech wersjach:

- odbiornik 50-bodowy
- odbiornik 100-bodowy
- odbiornik 200-bodowy

Zespół odbiornika kanałowego nie jest podporządkowany kanałowi o określonej częstotliwości środkowej i może współpracować z dowolnym kanałem tej samej szybkości transmisji. W stojakach urządzeń TgF-24 jest jeden zasilacz stojakowy. Zasilacz taki przetwarza zmienne napięcie sieciowe $220 \text{ V } 50 \text{ Hz}$ na odpowiednie napięcia stałe i zmienne, potrzebne do zasilania wszystkich zespołów w stojaku. Każdy rodzaj napięcia oraz każda półka zespołów zasilana jest przez oddzielny bezpiecznik. Przepalenie się każdego bezpiecznika jest sygnalizowane.

Montaż zespołów wykonywany jest na obwodach drukowanych. Wszystkie układy wzmacniające i prostujące wykonane są na półprzewodnikach.

Urządzenia telegrafii wielokrotnej VWT 72 [6] produkcji RFT-

-NRD służą do przekazywania sygnałów telegraficznych, lub sygna-

łów sterujących, lub danych poprzez kanały telefoniczne:

Dzięki zastosowanej modulacji częstotliwościowej cechują to urządzenia dobre właściwości transmisyjne, nawet w niekorzystnych warunkach jak szumy, wahania poziomu itp.

Zalecenia CCITT są spełnione, wariant 200-bodowy został stworzony dla zastosowań, przy których w możliwie krótkim czasie trzeba przekazać znaczną ilość informacji. Dotyczy to przeważnie przekazywania danych lub do specjalnych celów użytkowników.

Parametry urządzenia VWT 72 nie różnią się zasadniczo dla 200 bodów od przytoczonych wyżej opartych o zalecenia R.38 A.

Schemat blokowy urządzenia VWT 72 dla 200 bodów typ F 200 pokazany jest na rys. 5; ze schematu wynika, że zastosowano modulację grupową.

Nadajniki kanałowe systemu 200-bodowego tworzą dwie grupy podstawowe 3-kanałowe; obie grupy jednego systemu pracują na częstotliwościach 3 górnych kanałów /2040, 2520, 3000 Hz/. Jedna z dwóch grup podstawowych zostaje przesunięta za pomocą przebiegu 3600 Hz, wytwarzanego przez generator stabilizowany kwarcami, do grupy 3 dalszych kanałów /600, 1080, 1560 Hz/.

Odbierane z łącza sygnały po wzmocnieniu przechodzą na układ rozwidlający. Przebiegi kanałów 4...6 są kierowane bezpośrednio do odbiorników kanałowych, natomiast przebiegi 1...3 - dopiero po przesunięciu za pomocą przebiegu 3,6 kHz. Odbiornik kanałowy składa się z filtru, ogranicznika, demodulatora i przekaźnika elektronicznego.

Podstawowe parametry urządzenia telegrafii wielokrotnej VWT 72 są następujące /wariant F 200/ :

Rodzaj modulacji	modulacja częstotliwościowa dla kanałów 1...3 dwukrotna
Szybkość modulacji	200 bodów
Częstotliwość środkowa kanałów	$/120 + n \cdot 480 / \text{Hz}; n = 1 \dots 6$
Dewiacja częstotliwości	$\pm 120 \text{ Hz}$
Nominalny poziom nadawczy kanałów	$-16,5 \text{ dBmO} / -1,9 \text{ Np mO/}$
Nominalny poziom odbiorczy kanałów	$-16,5 \text{ dBmO} / -1,9 \text{ Np mO/}$
Zniekształcenia telegraficzne przy nominalnej szybkości modulacji	$5\% \leq$
przy poziomie $-17,4 \dots +8,7 \text{ dB}$	$7\% \leq$
dodatkowo przy zmianie częstotliwości o 1 Hz	$0,7\% \leq$

2.2. Systemy telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym dla szybkości modulacji większych niż 200 bodów

W 1968 roku na Zebraniu Plenarnym w Mar del Plata IX Komisja Studiów - Transmisja telegraficzna wprowadziła do swego programu na lata 1968 - 1972 zagadnienie 29/IX o następującym brzmieniu: "Systemy transmisji telegraficznej o zwielokrotnieniu za pomocą podziału częstotliwościowego dla przelotności binarnych od 200 bitów/s".

Temat zagadnienia jest następujący:

a/ Czy jest pożądane dla transmisji danych rozważyć podział częstotliwościowy grupy pierwotnej na kilka kanałów telegraficznych?

b/ W przypadku twierdzącym, w jaki sposób powinien być wykonany taki podział, a zwłaszcza jakie powinny być:

- odstępy między kanałami i ich rozmieszczenie w całkowitym pasmie;
- rodzaj modulacji;
- szybkość modulacji;
- zalecane poziomy;
- koncepcja systemów mieszanych /współistnienie w tej samej grupie kanałów o różnych szybkościach modulacji/?

c/ Czy należy rozważyć w tychże ramach problemy wykorzystania grup wtórnych itp.?

Zagadnienie 29/IX ogranicza swe studia do podziału częstotliwościowego grupy pierwotnej, zwrócić jednak trzeba uwagę, że stosowany jest i spotykany system podziału częstotliwościowego kanału telefonicznego dla przelotności binarnych większych niż 200 bit/s.

Podaję tutaj przykładowo urządzenie telegrafii wielokrotnej firmy Siemens WT 1000, wykorzystujące podział pasma kanału telefonicznego 300 - 3400 Hz. Przykład ten podany został poprzednio w opracowaniu [3], powtarzam go tutaj ze względu na nowoczesne rozwiązania, chociaż częściowo wykraczające poza normy CCITT /600 i 1200 bodów/.

W systemie WT 1000 zastosowano indywidualne wyposażenie kanałowe i modulację częstotliwości /FM/. Dzięki dalszej miniaturyzacji elementów i podzespołów uzyskano możliwość umieszczenia na jednym stojaku do 120 kanałów /2 1/2-krotne powiększenie w stosunku do poprzednich rozwiązań/. Zakres stosowanych szybkości modulacji został powiększony, przewiduje się kanały dla 50, 100,

200, 600 i 1200 bodów; odpowiednie liczby kanałów w pasmie telefonicznym /24, 12, 6, 2, 1/.

Możliwości wykorzystania są tutaj bardzo szerokie. Nadajnik może być sterowany zarówno sygnałami prądu jednokierunkowego, jak i dwukierunkowego. Istnieje możliwość dołączania urządzenia zarówno do łącza dwutorowego, jak i jednotorowego.

Schemat podany na rys. 6 pokazuje możliwości wykorzystania systemu WT 1000 do telegrafii /teleks i genteks/ oraz do transmisji danych.

W czasie studiów zagadnienia CCITT 29/IX przyjęto kilka podstawowych ustaleń:

Jako łącze podstawowe przyjęto pierwotną grupę częstotliwościową 60 - 108 kHz z częstotliwością pilotową 84,08 kHz.

System telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym winien zapewnić kanały typu telegraficznego "przejrzyste", tzn. niezależne od kodu lub szybkości modulacji przekazywanych informacji lub danych.

Przyjęto stosowanie tylko modulacji częstotliwościowej, modulacja amplitudowa i modulacja fazowa nie będą stosowane ze względu na wrażliwość na zakłócenia /AM/ oraz trudności stabilizacji częstotliwości /PM/.

Brano pod uwagę przełotności binarne wynikające z serii 600×2^n , a więc 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200.

Dla częściowej ilustracji powyższych ustaleń podaję tabelaryczne zestawienie [8] opracowane przez przedsiębiorstwo Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation /tabl. 2/ oraz wykres podziału grupy pierwotnej [7] na kanały 1200, 2400, 4800, 9600, 19200-bodowe zaproponowany przez Administrację NRI /rys. 7/.

T a b l i c a 2

Wykorzystanie grupy pierwotnej do tworzenia kanałów tg FM

Szybkość modulacji	1200 bodów	2400 bodów	4800 bodów	9600 bodów ^{x/}
Pojemność systemu	24 kanałów	12 kanałów	6 kanałów	2 kanały
Częstotł. śródkowe	$107-2/n-1$ / kHz $n = 1 \div 24$	$106-4/n-1$ / kHz $n = 1 \div 12$	$104-8/n-1$ / kHz $n = 1 \div 6$	72 kHz 96 kHz
Rozstawienie kanałów	2 kHz	4 kHz	8 kHz	24 kHz
Dewiacja częstotliwości	0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Wskaźnik modulacji	0,83	0,83	0,83	0,83

^{x/} Ta kolumna uzupełniająco zawiera dane z zalecenia X.40.

W wyniku studiów zagadnienia 29/IX opracowano nowe zalecenie X.40 pt. "Normalizacja systemów transmisji z modulacją FM pozwalającą uzyskać kanały telegraficzne i kanały transmisji danych za pomocą podziału częstotliwościowego grupy pierwotnej". Zalecenie X.40 podaje następujące parametry systemu:

- łączem podstawowym jest grupa pierwotna,
- znormalizowane szybkości modulacji wynoszą 2400 i 9600 bodów,
- częstotliwości środkowe nominalne dla kanałów 9600 bodów wynoszą 96 i 72 kHz /rys. 7/ ,
- różnica między dwiema częstotliwościami charakterystycznymi wynosi dla 2400 bodów - 2 kHz, dla 9600 bodów - 8 kHz,
- częstotliwości środkowe po stronie nadawania nie powinny się różnić od wartości nominalnej więcej niż o 20 Hz zarówno dla kanałów 2400-bodowych, jak i dla 9600-bodowych,
- maksymalna tolerancja różnicy między częstotliwościami charakterystycznymi nie powinna być większa niż $\pm 10\%$ dla obu kanałów,
- średnia moc całkowitą przenoszona w grupie pierwotnej jest ograniczona do $-4 \text{ dBm}_0 / 400 \text{ nW}$ w punkcie poziomym zerowego; moc średnia dla kanału uzyskanego z grupy pierwotnej jest więc ograniczona do:
 - 15 dBm₀ dla kanałów 2400-bodowych
 - 7 dBm₀ dla kanałów 9600-bodowych
- w eksploatacji poziomy sygnałów odpowiadające stałemu stanowi "start" oraz stałemu stanowi "stop" nie powinny różnić się wię-

- cej niż o 2 dB na tym samym kanale; powinny być zawarte między +2 dB i -2 dB w stosunku do wyżej podanych poziomów,
- w przypadku braku prądu telegraficznego sterującego modulatorem kanałowym jest wysyłany przebieg, którego częstotliwość winna być równa z dokładnością ± 200 Hz częstotliwości odpowiadającej stanowi "start",
 - odbiornik winien działać w sposób poprawny, gdy poziom na odbiorze obniży się o 6 dB poniżej wartości nominalnej; w odbiorniku winien być odtworzony stan "start", gdy poziom odbioru spadnie o 12 dB poniżej wartości nominalnej.

Studia zagadnienia 29/IX będą prowadzone nadal w latach 1972-76; celem ich może być uzupełnienie zalecenia X.40 dla innych szybkości modulacji /np. 600 bodów/.

Szereg ważnych i istotnych uwag i propozycji, dotyczących problematyki częstotliwościowego podziału pasma grupy pierwotnej, podaje firma Siemens A.G. [10]; niżej omówimy kolejno propozycje dotyczące optymalnego wskaźnika modulacji, dopuszczalnych wartości składowych widma częstotliwości przekazywanych oraz zniekształceń izochronicznych związanych z parametrami systemu.

Zalecenie 436 CCIR /New Delhi, 1970/ proponuje wskaźnik modulacji 0,8, opierając się na pracach teoretycznych i transmisji próbnej w relacji Frankfurt - Osaka.

Obliczenia podane przez W. Postla /Frequenz 17, 1963/ dotyczące rozkładu energii widma przy dwustanowej modulacji częstotliwościowej zwracają uwagę na interesujący wskaźnik $2/\pi = 0,64$. Wreszcie E. Kettel doradza wielkość wskaźnika bliska 1 jako wskaźnik optymalny.

Zgodnie z powyższymi można uważać wskaźnik modulacji 0,833 za optymalny kompromis. Istotnym warunkiem jest, żeby zachowana została symetria częstotliwości F_A i F_Z w stosunku do częstotliwości środkowej $\frac{1}{2} / F_A + F_Z /$; firma Siemens proponuje tolerancję $\pm 10\%$ dla dewiacji częstotliwości $\frac{1}{2} / F_A - F_Z /$.

Dopuszczalne granice składowych widma częstotliwości sygnałów /1:1/ w systemach wielokrotnych z modulacją częstotliwościową dla szybkości modulacji 2400 i 9600 bodów pokazane są odpowiednio na rys. 8 i 9. Na rysunkach tych naniesione są dopuszczalne granice składowych widma sygnałów /1:1/ analogicznie do podanych na rys. 4 dla szybkości modulacji 200 bodów/ oraz ponadto krzywe odpowiadające składowym przebiegów prostokątnych /1/ i sinusoidalnych /2/. Podane na rys. 8 i 9 dopuszczalne granice gwarantują, że warunki ograniczające przenikanie składowych o wyższych częstotliwościach do kanałów sąsiednich są zachowane.

Dopuszczalny stopień zniekształcenia izochronicznego tekstu badaniowego dla 2400 bodów może być określony biorąc pod uwagę dane tablicy porównawczej dla różnych systemów znormalizowanych w zaleceniach R.35, R.37, R.38 A i R.38 B.

Skoro stosunek między nominalną szybkością modulacji i rozstawieniem kanałów wynosi: $\frac{2400 \text{ bodów}}{4 \text{ kHz}} = 0,6 \frac{\text{bodów}}{\text{Hz}}$ i jest większy niż np. $\frac{200 \text{ bodów}}{480 \text{ Hz}} = 0,417 \frac{\text{bodów}}{\text{Hz}}$ można przyjąć wartość zniekształcenia tekstu 8% w całym zakresie odbieranych poziomów dla kanału 2400-bodowego.

Wykonane pomiary dla systemów tego rodzaju wykazały, że wartość 8% dla zniekształceń izochronicznych tekstu badaniowego może być utrzymana bez zastrzeżeń. Pomiary wykazują również, że war-

tość zniekształceń wynosi najwyżej 15% przy szeregowym połączeniu 5 sekcji kanałów 2400-bodowych.

Poniżej podano, zapożyczoną z zalecenia R.38 B [1], tabl. 3 porównawczą wartości stopnia zniekształceń w kanałach telegraficznych o szybkościach 50, 200 bodów.

Oczywiście zagadnienie podziału częstotliwościowego grupy pierwotnej do tworzenia kanałów telegraficznych i transmisji danych dla szybkości modulacji większych niż 200 bodów nie zostało ukończone.

Zalecenie X.40 znormalizowało kanały dla częstotliwości 2400 i 9600 bodów. Komisja studiów IX proponuje w dalszych studiach rozważyć przelotności binarne podane w projekcie zalecenia X.1, m.in. należy zwrócić uwagę na szybkość modulacji 600 bodów.

W tym rozdziale przedstawiono systemy telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym /FM/ pasma kanału telefonicznego lub pasma grupy pierwotnej, ich możliwości oraz przewidywany rozwój. Systemy te nie są pozbawione pewnych cech ujemnych.

Kanały tych systemów wyposażone są w indywidualne generatory częstotliwości nośnych, którym stawiane są znaczne wymagania co do stabilności częstotliwości charakterystycznych. Filtrom kanałowym /w szczególności odbiorczym/ stawiane są również dość wysokie wymagania dotyczące stabilności parametrów. Z drugiej strony nośne systemy telefoniczne, których łącza są obecnie najczęściej wykorzystywane jako łącza podstawowe dla krotnic telegraficznych częstotliwościowych, nie zawsze zapewniają stabilność częstotliwości, niezbędną do uzyskania kanałów telegraficznych o małych zniekształceniach /patrz zalecenie R.38 A, a szczególnie punkt 13/.

T a b l i c a 3

Tablica porównawcza stopnia dopuszczalnych zniekształceń w kanałach telegraficznych dla różnych szybkości modulacji

Rodzaje zniekształceń	Z a l e c e n i a			
	R. 35 50 bodów 120 Hz	R. 37 100 bodów 240 Hz	R. 38A 200 bodów 480 Hz	R. 38B 200 bodów 360 Hz
	wartości zniekształceń w %			
Przy normalnym poziomie odbiorczym	5	5	5	6
Powolna zmiana poziomu od +1 Np / 8,7 dB/ do -2 Np / -17 dB/ w stosunku do normalnego poziomu odbiorczego	7	7	7	8
Po zakłóceniach przebiegiem sinusoidalnym pojedynczym o częstotliwości równej jednej z dwóch częstotliwości charakterystycznych, o poziomie 2,3 Np / 20 dB/ poniżej poziomu sygnałów na łączu badanym	12	12	10	15
Zmiana częstotliwości sygnałów za pomocą linii sztucznej o Δf Hz	5+2,5 Δf	5+1,3 Δf	5+0,7 Δf	6+1,2 Δf

3. TELEGRAFICZNE SYSTEMY WIELOKROTNE Z PODZIAŁEM CZASOWYM KANAŁU TELEFONICZNEGO LUB GRUPY PIERWOTNEJ

Systemy z krotnicami czasowymi, realizującymi kanały czasowe^{x/}, są wykorzystywane w sieciach telegraficznych: w relacjach teleksowych i telegramowych oraz w relacjach specjalnych.

Systemy z podziałem czasowym spotykane w relacjach specjalnych wykorzystują specjalne kody i małe szybkości modulacji telegraficznej; są to systemy zapewniające:

- wykorzystywanie długich radiowych dróg przesyłowych do telegrafii za pomocą systemów synchronicznych z detekcją i korekcją błędów /kod nr 3/,
- wykorzystywanie torów w kablach oceanicznych do telegrafii za pomocą systemów synchronicznych /bez detekcji i korekcji błędów /kod nr 4/.

Te wielokrotne telegraficzne systemy z krotnicami czasowymi, przeznaczone dla relacji specjalnych, nie będą ekonomicznie uzasadnione dla krótkich i średnich relacji teleksowych i telegramowych zarówno międzycentralowych, jak i abonenckich.

Dla sieci teleksowych i telegramowych opracowano i wprowadzono w zakresie dość ograniczonym systemy z krotnicami czasowymi,

^{x/} Kanał czasowy jest drogą przesyłową sygnałów, korzystanie z której jest ograniczone do określonych odstępów czasowych. Jeżeli więc do pewnej drogi przesyłowej na określone odstępy czasowe będą dołączone nadajnik i odbiornik sygnałów, zrealizujemy kanał czasowy.

opartymi na podziale czasowym kanału telefonicznego /300-3400 Hz/ lub grupy pierwotnej /60-108 kHz/.

W publikacji IŁ opracowanej w 1971 roku [2] przedstawiono rozważania dotyczące systemów z krotnicami czasowymi, które podaje w skrócie jako informację wprowadzającą.

Trzeba zwrócić uwagę, że metody podziału czasowego szczególnie dobrze odpowiadają systemom transmisyjnym sygnałów telegraficznych; metody te są i będą stosowane w coraz szerszym zakresie, szczególnie przy wykorzystywaniu systemów PCM, w miarę jak systemy te będą do dyspozycji /patrz rozdział 4/.

Zdaniem niektórych Administracji P. T., w okresie do wprowadzenia w szerszym zakresie systemów PCM, można będzie "ekonomicznie" wykorzystać systemy z podziałem czasowym grupy pierwotnej oraz mniej ekonomicznie systemy z podziałem czasowym pasma akustycznego.

Spotykane metody tworzenia kanałów telegraficznych za pomocą podziału czasowego podzielić można na dwie podstawowe grupy, które scharakteryzowano niżej w ogólnych zarysach i podano przykłady.

3.1. Metoda próbkowania bez kodowania lub metoda statystyczna - przykłady zastosowania

Pierwsza metoda, zwana metodą próbkowania bez kodowania lub metodą statystyczną polega na wielokrotnym próbkowaniu elementów przekazywanych sygnałów. Częstotliwość próbkowania powinna być dostatecznie duża w celu uniknięcia zniekształceń odtwarzanych sygnałów. Z rys. 10, na którym przedstawiona jest omawiana

zasada realizacji kanału czasowego, a mianowicie zastosowanie ciągu impulsów próbkujących elementy sygnału, wynika, że zniekształcenie maksymalne sygnału wynikające z metody próbkowania wyniesie:

$$\mathcal{D}_{\max} = \frac{t_{z1} + t_{z2}}{\xi} \cdot 100\%$$

Metoda ta nie jest obecnie szerzej stosowana, w publikacji IŁ [2] podano krótki opis urządzenia radzieckiego. Jest to krotnica czasowa dla łączy telegraficznych w sieciach miejscowych /TWU-12/, przystosowana do pracy przy szybkości 200 bodów i więcej /np. 2 kanały 600-bodowe lub 1 kanał 1200-bodowy/.

Również w publikacji IŁ [2] podano inny przykład zastosowania metody pierwszej.

Administracja P.T. Holandii zaproponowała [16] rozwiązanie, wykorzystujące grupy pierwotne /60-108 kHz/ i modemy synchroniczne, pomyślane dla systemów z podziałem czasowym.

Wykorzystując przelotność binarną 48 kbit/s dla zwielokrotnionego sygnału oraz częstotliwość próbkowania 1 kHz, można zrealizować 48 kanałów telegraficznych dla szybkości modulacji 50 bodów i stopnia zniekształceń izochronicznych 5% lub tę samą liczbę 48 kanałów dla 100 bodów ze zniekształceniem izochronicznym 10%, bądź 48 kanałów dla 200 bodów ze zniekształceniem 20%.

Można też zmieniając odpowiednio częstotliwość próbkowania, uzyskać:

48 kanałów	50 bodów	5% zniekształceń
24 "	100 "	5% "
12 "	200 "	5% "

4 kanałów	600 bodów	5%	zniekształceń
8 " "	600 " "	10%	" "

Inne rozwiązanie układowe pokazane jest na schemacie blokowym krotnicy telegraficznej z podziałem czasowym kanału telefonicznego typ 7TG 048, produkcji francuskiej [27], rys. 11.

Na schemacie pokazany jest układ nadawania, układ odbioru oraz układ podstawy czasu, wspólny dla obu poprzednich układów.

Kanały czasowe /48 kanałów, 50 bodów/, zarówno po stronie nadawania jak i odbioru realizowane są za pomocą rejestrów przesuwu, sterowanych z układu podstawy czasu.

Podstawowe charakterystyki krotnicy zestawiono w tabl. 4. Kanały 200-bodowe mogą być tworzone za pomocą połączenia 4 kanałów 50-bodowych.

Przewiduje się stosowanie regeneratorów; w zależności od rodzaju kabli i liczby kanałów /48, 24 lub 12/ odstęp między regeneratorami wyniosą od 4 do 23 km.

System ten jest o tyle interesujący, że prowadzi do bezpośredniego wykorzystania kabli miejskich przy przelotności binarnej do 50 kbit/s /przy większych przelotnościach występują przesłuchy/.

Inne urządzenie proponuje Société Anonyme Télécommunications [24], a mianowicie krotnicę czasową wykorzystującą jako tor podstawowy kanał telefoniczny^{x/}.

Ten typ krotnicy daje możliwość obsługi większej liczby kanałów niż w krotnicach częstotliwościowych, w miarę możliwości adaptacji modemów o szybkościach 2400, 4800, 7200, 9600 bit/s. Wykorzystując modemy 4800 bit/s krotnica SAT pozwala przekazać np. 48 kanałów 110-bodowych.

x/ Multiplexeur temporel par can. téres utilisant comme support une voie téléphonique.

T a b l i c a 4

Podstawowe charakterystyki krotnicy typu 7TG 048

Wielkości charakterystyczne systemu	48 kanałów 50-bodowych	24 kanały 50 bodowe	12 kanałów 50 bodowych
Długość odstepu jednostkowego	20 ms	20 ms	20 ms
Częstotliwość szczeliny	50 kHz	25 kHz	12,5 kHz
Długość szczeliny	20 μ s	40 μ s	80 μ s
Liczba szczelin na ramkę	51	27	15
Długość ramki	1020 μ s	1080 μ s	1200 μ s
Częstotliwość próbkowania	980 Hz	925 Hz	833 Hz
Zniekształcenie systemu	5,1%	5,4%	6%

Charakterystyki krotnicy są następujące:

- znaki kodów nr 2 lub nr 5,
- szybkości 50, 75, 100, 110, 134,5, 150, 200, 300 bodów.

Sygnal zwielokrotniony jest przekazywany synchronicznie w postaci ramek, które dzielą się na szczeliny. Liczba elementów binarnych w każdej szczelinie jest równa liczbie elementów znaku i ewentualnie elementów kontrolnych.

3.2. Metoda próbkowania z kodowaniem - przykłady zastosowania

Drugą metodą tworzenia kanałów telegraficznych za pomocą podziału czasowego jest tzw. metoda próbkowania z kodowaniem lub metoda dynamiczna.

Administracja P.T. Holandii podaje przykład zastosowania tej metody [16]; zasadę próbkowania i kodowania tą metodą przedstawia rys. 12.

Częstotliwość próbkowania jest cztery razy większa od częstotliwości kanału /np. 4000 Hz i 1000 Hz/. Kodowane są momenty znamienne /przejścia z jednego stanu do drugiego/. Gdy zjawia się "przejście", bit T pokazuje kierunek "przejścia" /1 lub 0/. Po bicie T następują dwa bity C1 i C2, które zawierają zakodowaną informację dotyczącą położenia chwili "przejścia". Pozycjom a, b, c i d odpowiadają np. sygnały 00, 01, 10 i 11. Jeżeli "przejścia" nie ma, bit P pokazuje stan binarny 1 lub 0. Przy tej metodzie przekłamanie jednego bitu nie powoduje stałej zmiany biegunowości sygnału, dzięki czemu unika się błędnych sygnałów wywołania lub rozłączenia na łączach teleksowych.

Jeżeli przyjmiemy, podobnie jak w przykładzie poprzednim, przepływność binarną 48 kbit/s oraz utworzenie 48 kanałów z częstotliwością 1 kHz i częstotliwością próbkowania 4 kHz, to przy szybkości modulacji 50 bodów zniekształcenie maksymalne izochroniczne wyniesie 1,25%, a przy 200 bodach odpowiednio 5%.

Administracja P.T. Holandii /przy współudziale f. Philips/ prowadzi w dalszym ciągu badania dotyczące metod przekazywania sygnałów telegraficznych i transmisji danych; w 1972 roku przesłała do CCITT dokument [21], w którym proponuje stosowanie tylko metody drugiej /omówionej wyżej/, nazywając ją "metodą kodowania z indeksem ślizgającym się"^{x/}.

Analizując zalety i wady tej metody, którą można będzie stosować zarówno przy podziale czasowym grupy pierwotnej jak i przedziałów czasowych w systemach PCM, Administracja Holandii /współpracująca z f. Philips/ podaje szereg uwag; podaje je skrótowo.

Proces wielokrotnego próbkowania, wykorzystywany do przetworzenia wchodzących sygnałów arytmicznych na sygnały synchroniczne, prowadzi do stosunkowo dużych przepływności binarnych dla uzyskiwanych w ten sposób kanałów synchronicznych.

Te przepływności binarne mogą być jednak zmniejszone właśnie przy zastosowaniu metody drugiej /współczynnik zmniejszenia się $K = 4/$.

Wprawdzie ta metoda kodowania powiększa teoretycznie wrażliwość systemu na błędy w czasie transmisji, jednak stopa błędów pozostaje porównywalna przy stosowaniu zarówno metody pierwszej

^{x/} Codage à index glissant

jak i drugiej. Co więcej, kodowanie i dekodowanie może być realizowane w sposób ekonomiczny, wykorzystując urządzenie wspólne dla kanałów systemu. Wreszcie, wśród znanych obecnie i wykorzystywanych w analogicznych warunkach pod względem zniekształceń telegraficznych i szybkości modulacji; metoda ta ma największy współczynnik skuteczności.

Administracja P. T. Holandii przeprowadziła badania systemu z podziałem czasowym /MRT/, wykorzystując modem 48 kbit/s w grupie pierwotnej. Układ badany umożliwiał transmisję sygnałów telegraficznych 50-bodowych metodą pierwszą oraz sygnałów 200-bodowych metodą drugą. Łącza wykorzystywały częściowo korekcję błędów.

Kanał transmisyjny stanowiła grupa pierwotna nr 4 grupy wtórnej, w której pozostałe grupy pierwotne wykorzystywane były do transmisji telefonicznej. Długość relacji wynosiła ok. 120 km. Okres badań 2 miesiące.

Wyniki badań podające stopę błędów pokazano w tabl. 5.

T a b l i c a 5

Wyniki badań Administracji P. T. Holandii dotyczące systemów z podziałem czasowym

Wyszczególnienie	Poziom nadawania modemu	
	-17 dBmO	-23 dBmO
Stopa błędów elementowych przy 50 bodach /próbki wielokrotne bez kodowania/		
- bez korekcji błędów	$1,7 \cdot 10^{-7}$	-
- z korekcją błędów	$1,2 \cdot 10^{-7}$	-
Stopa błędów elementowych przy 200 bodach /próbki wielokrotne z kodowaniem metodą indeksu ślizgającego się/		
- bez korekcji błędów	$0,9 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-7}$
- z korekcją błędów	$0,8 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$

3.3. Prace normalizacyjne dotyczące systemów telegraficznych wielokrotnych wykorzystujących podział czasowy

Tendencje do normalizacji systemów z podziałem czasowym kanału telefonicznego lub grupy pierwotnej dla tworzenia kanałów telegraficznych lub kanałów transmisji danych zjawily się dość dawno.

W 1964 roku na III Zebraniu Plenarnym CCITT wprowadzono do studiów IX Komisji - Transmisja telegraficzna - zagadnienie 24/IX mające tytuł "Telegrafia synchroniczna z bezpośrednim podziałem czasowym kanału typu telefonicznego" [1].

Na IV Zebraniu Plenarnym CCITT w 1968 roku w Mar del Plata w ramach również IX Komisji Studiów wprowadzono zagadnienie 30/IX [1] pt. "Podział czasowy kanału typu telefonicznego lub grupy pierwotnej dla telegrafii i transmisji danych"; w zagadnieniu tym zwrócono uwagę, że chodzi o uzyskanie kanałów telegraficznych korzystniejszych niż w przypadku podziału częstotliwościowego, niezależnych ponadto od kodu przekazywanych informacji.

Na V Zebraniu Plenarnym CCITT w 1972 roku w Genewie tematykę zagadnienia 30/IX podzielono pomiędzy zagadnienie 24/IX oraz 31/IX [12], zmieniając odpowiednio treść tych zagadnień.

Uzupełnione zagadnienie 24/IX CCITT ma obecnie tytuł następujący: "Podział czasowy łącza telefonicznego dla telegrafii i transmisji danych". W komentarzu do tego zagadnienia przewidzianego do studiów w latach 1973-1976 postawiono pytanie: jakie parametry należy znormalizować dla systemu z podziałem czasowym łącza telefonicznego, pozwalającym na równoczesną transmisję kilku sygnałów telegraficznych lub danych przekazywanych z szybkością modulacji 50 bodów oraz ewentualnie z szybkościami większymi.

W przyszłych studiach dotyczących zagadnienia 24/IX trzeba będzie zwrócić w szczególności uwagę na:

- określenie struktury "ramki" przekazywanej w kanale synchronicznym,
- sposób transmisji sygnałów odpowiadających stałym stanom polaryzacji,
- zależność między liczbą kanałów telegraficznych i szybkością modulacji w kanale synchronicznym,
- metodę, którą należy zastosować do przekazywania sygnałów fazowania /pierwotnie lub ponownie/ ,
- sygnały, które trzeba przekazać w przypadku, gdy kanały nie są wykorzystywane lub nie są wyposażone.

Również w swoich studiach w latach 1968-1972 dotyczących zagadnienia 24/IX CCITT zwraca uwagę na interesujące problemy fazowania w systemach synchronicznych /modemach/ [18], a mianowicie:

a/ czas niezbędny dla synchronizacji bitów zależy od typu modemu,

b/ czas T niezbędny do synchronizacji ramek, gdy synchronizacja bitów została już osiągnięta, zależy od następujących parametrów:

- prędkości binarnej modemu bit/s ;
- liczby bitów zawartych między sygnałami do osiągnięcia fazy F /powiększonej liczbą bitów w tych sygnałach G /;

- liczby kolejnych osiągnięć fazy otrzymanych poprawnie, niezbędnych do uzyskania odpowiedniego prawdopodobieństwa poprawnego fazowania /N/.

Te parametry mogą być powiązane zależnością:

$$T = \frac{F + G/N}{B} \quad /s/$$

Podczas okresów "zgubienia" fazy lub jej osiągnięcia należy zwracać uwagę, żeby strata trafiku była możliwie mała. Wydaje się, że jedna z metod, która może być tutaj zastosowana, polega na wytworzeniu inwersji bita parzystości, co wyposażenie końcowe wykryje jako błąd.

Uzupełnione zagadnienie 31/IX CCITT /włączona część zagadnienia 30/IX/ przewidziane do studiów na lata 1973-1976 ma obecnie następujący tytuł: "Podział czasowy systemu PCM i grupy pierwotnej dla telegrafii i transmisji danych".

Komentarz do tego zagadnienia jest następujący:

1. Czy jest pożądane znormalizować system z podziałem czasowym, który można byłoby wykorzystać w telefonicznym kanale PCM oraz w grupie pierwotnej do uzyskania:

a/ kanałów telegraficznych mniej uciążliwych, niż te, które można otrzymać obecnymi metodami telegrafii stosującej podział częstotliwościowy,

b/ kanałów transmisji danych o różnej przelotności binarnej, dając pierwszeństwo przelotnościom binarnym według zalecenia X.1 /patrz tabl. 1/.

2. Czy jest pożądane normalizować wykorzystanie kompletnego łącza telefonicznego PCM dla telegrafii i transmisji danych.

Jak wynika z powyższego przeglądu prac normalizacyjnych przeprowadzonych przez IX Komisję Studiów CCITT, nie opracowano dotychczas zaleceń normalizacyjnych dla systemów wielokrotnych telegraficznych, stosujących podział czasowy kanału telefonicznego, grupy pierwotnej lub kanału telefonicznego PCM.

4. WYKORZYSTYWANIE ZNORMALIZOWANYCH SYSTEMÓW PCM DO UZYSKIWANIA KANAŁÓW TELEGRAFICZNYCH

4.1. Uwagi ogólne

Znormalizowane, telefoniczne systemy PCM mogą być wykorzystywane jako łącza podstawowe dla kanałów telegraficznych. Prace w tym kierunku prowadzone są w szeregu państw, również w ramach IX Komisji Studiów CCITT /Transmisja telegraficzna/.

Zagadnieniem powiązania znormalizowanych telefonicznych systemów PCM z urządzeniami wprowadzającymi lub odbierającymi "dane" zajmuje się w ramach CCITT Komisja Specjalna D. Należy zwrócić uwagę na opracowanie Grupy Roboczej tej Komisji, dotyczące wykorzystywania krotnic pierwotnych PCM do transmisji innych służb poza telefonią, np. telegrafii, faksymile, danych itd. [20].

Powiązanie systemu telefonicznego PCM z systemami "danych" zapożyczone ze sprawozdania Komisji Specjalnej D pokazane jest w formie zupełnie ogólnej na rys. 13. Przykładowy układ powiązań proponowany przez Administrację P. T. Szwecji przedstawiony jest

na rys. 14. W opracowaniu tym bierze się pod uwagę wykorzystanie znormalizowanych systemów PCM-30/32 i PCM-24 /pierwotnych/ o następujących podstawowych charakterystykach:

- częstotliwość próbkowania 8.kHz,
- stąd długość ramki 125 μ s,
- liczba szczelin czasowych na ramkę 32 /lub 24/ ,
- liczba bitów w szczelinie 8 /lub 7/ ,
- stąd przelotność binarna szczeliny 64 kbit/s, /lub 56 kbit/s/ ,
- oraz przelotność binarna systemu 2,048 Mbit/s /lub 1,536 Mbit/s,

Przebiegi czasowe w systemie PCM-30/32 pokazane są na rys.15.

Ogólnie biorąc, istnieją dwa sposoby wprowadzenia sygnałów telegraficznych lub danych do systemów PCM /lub do sieci zintegrowanej/ :

- w synchronizmie z sygnałami generatora podstawowego PCM,
- nie w synchronizmie z tymi sygnałami.

Obecnie bierze się pod uwagę częściej drugi sposób, który prowadzi do uzyskania kanałów tzw. "przezroczystych", mających takie same właściwości jak kanały telegraficzne uzyskiwane za pomocą podziału częstotliwościowego, gdzie możliwe jest wprowadzenie sygnałów w dowolnej chwili oraz korzystanie z dowolnego kodu.

W zasadzie do wykorzystania systemów PCM stosowane są te same podstawowe metody, które stosuje się w systemach z podziałem czasowym, tj. metodę próbkowania wielokrotnego bez kodowania oraz metodę próbkowania wielokrotnego z kodowaniem /patrz rozdział 3/.

Metody kodowania mogą być różne, tym niemniej kodowane są i

przekazywane w postaci informacji zakodowanych położenia momentów przejścia w sygnale z jednego stanu elektrycznego do drugiego oraz informacje określające te stany.

W klasycznej transmisji sygnałów telegraficznych i danych w kanałach "przezroczystych" moment znamieny sygnału jest odtworzony we właściwej chwili, abstrahując od stałego czasu propagacji oraz zniekształceń powodowanych stanami przejściowymi i szumami. Moment znamieny jest więc transmitowany odpowiednio w czasie i jest odpowiednio odtwarzany na końcu odbiorczym. Lecz jeżeli w czasie odstępu jednostkowego sygnał binarny jest okresowo próbkowany, np. 40 razy, oraz jeżeli informacja o stanie sygnału nadawczego jest okresowo przekazywana, wówczas moment znamieny jest przekazywany w czasie quasi-odpowiednim, ze zniekształceniem telegraficznym /błąd kwantyzacyjny/ na końcu odbiorczym. Z liczby 40 próbkowań na element /odstęp jednostkowy/ sygnału wynika na przykład, że zniekształcenie może wynosić do 2,5%.

Również kodowanie położenia momentów znamienych nie chroni przed analogicznymi błędami, gdyż kodem określa się zawsze pewien odstęp o skończonej wielkości, co siłą rzeczy prowadzi do zniekształceń zależnych od wielkości tego odstępu.

Niżej podano niektóre metody wykorzystujące systemy telefoniczne pierwotne PCM, zaczerpnięte przeważnie z dokumentacji CCITT, a w szczególności z prac IX Komisji Studiów w latach 1970-1972.

4.2. Metody wykorzystania znormalizowanego systemu PCM-30/32 rozważane przez Administrację P.T. - NRF

Administracja P.T. NRF. w swoich opracowaniach [14] i [22], rozpatruje trzy metody wykorzystania znormalizowanego systemu pierwotnego PCM do telegrafii i transmisji danych; metody te omówione są poniżej.

4.2.1. Metoda I /bez kodowania/

Metoda I jest łatwa do stosowania. Przekłamania /błędy/ stanu sygnału nadawanego powstające podczas transmisji mają skutki szkodliwe bez większego znaczenia. Wykorzystanie jednak przepływności binarnej 64 /lub 56/ kbit/s, która odpowiada kanałowi telefonicznemu, nie jest zbyt wysokie. Za pomocą tej przepływności binarnej można wyposażyć 8 /lub 7/ kanałów telegraficznych każdy po 200 bodów, przeznaczając jeden z 8 /lub 7/ bitów będących do dyspozycji na szczelinę /kanał telefoniczny/ każdemu z kanałów telegraficznych 200-bodowych, co jest pokazane na rys. 16.

Na rys. 17 przedstawione jest połączenie kanału 1200 bodów według metody I. Tutaj trzeba wprowadzić pamięć buforową 8 /lub 7/-bitową przedstawioną na rys. 17 w postaci rejestru przesuwu. Rys. 18 pokazuje, w jaki sposób te 8 /lub 7/ bitów są zebrane w rejestrze przesuwu i transmitowane. Dla sygnału 1200 bodów błąd kwantyzacyjny wynosi około 1,9% /lub 2,1%.

Pozostałe dwie metody pozwalają lepiej wykorzystać przepływność binarną 64 /lub 56/ kbit/s.

4.2.2. Metoda II /z kodowaniem/

Znak kodowy według metody II zawiera informację, czy i w jakiej chwili następuje "przejście" z jednego stanu binarnego do drugiego. Na rysunku 19 pokazano przykład podziału przepływności binarnej 64 /lub 56/ kbit/s, która odpowiada kanałowi telefonicznemu, na 4 kanały danych 1200-bodowe. Na linii "5" rys. 18 widać, że dla każdego z tych 4 kanałów można przekazać znak kodowy 8 /lub 7/-bitowy wielokrotnie w takt impulsów zegara kanału PCM. Przypuśćmy, że dysponujemy 7 bitami. Do określenia - po którym z $4 \times 8 = 32$ impulsów próbkowania częstotliwością 64 kHz /liczonej od chwili transmisji ostatniego znaku kodowego/ nastąpi "przejście" - potrzeba 5 bitów. Następny bit służy do identyfikacji stanu binarnego /ewentualnie nowego/. Brak "przejścia" przekazywany jest w ten sposób, że znak stanu binarnego nie ulega zmianie. W tym przypadku kombinacja 5 bitów nie jest dekodowana. Pozostały bit można wykorzystać do celów protekcji w systemie PCM.

4.2.3. Metoda III /z kodowaniem/

8 /lub 7/ bitów znaku PCM, generowanych z częstotliwością zegara 8 kHz, są przydzielone do 8 /lub 7/ kanałów "danych" po 1200 bodów. Są to kanały A do H /lub A do G/ pokazane na rys. 20.

Te 8 /lub 7/ kanałów są próbkowane z częstotliwością 64 kHz /rys. 21, linia 1/, która jest synchronizowana sygnałem zegara PCM o częstotliwości 8 kHz /rys. 21, linia 2/. Informacja o wyniku próbkowania jest przesyłana w postaci zakodowanej. Dla uzyskania znaków kodu przedstawia się 8 impulsów częstotliwości 64 kHz, które następują po impulsie zegara 8 kHz w ten sposób,

że utworzony zostaje "przedział liczenia". Impulsy 64 kHz są liczone binarnie od początku "przedziału" do zmiany / jeżeli zmiana nastąpi/ stanu znamionnego w kanale danych. Na końcu przedziału liczenia przekazuje się rezultat za pomocą znaku kodowego z pięciu elementów numerycznych i od tego elementu, który zaczyna się po kolejnym impulsie zegara 8 kHz.

Rys. 21 pokazuje, jak są tworzone znaki kodowe dla kanałów B, C i H na rys. 20. Każdy z tych znaków kodowych składa się z 3 części. Pierwszy bit jest zawsze taki sam /np. "1" na rys. 21/. Bit ten stanowi kryterium "start", następnie odbiornik przyjmuje 4 kolejne bity jako jeden blok informacyjny. Druga część znaku składa się z bitów "2", "3" i "4". Te trzy bity zawierają wynik liczenia /liczbę impulsów 64 kHz między "początkiem przedziału liczenia" i zmianą stanu znamionnego w kanale danych/, w postaci liczby binarnej. Wreszcie piąty bit znaku kodowego wskazuje stan znamionny po zmianie. Jeżeli jeden znak kodowy nie jest przekazany, znamię przekazane podczas odpowiedniego impulsu jest zawsze przeciwne do kryterium "start" /więc "0" na rys. 21/. Linia 9 na rys. 21 pokazuje, jak są kombinowane 8 /lub 7/ bitów znaków PCM, generowanych z taktem 8 kHz. Rys. 20 pokazuje również, jak można tworzyć kanały z innymi szybkościami modulacji. W "podsystemie" dołączonym do punktu D trzeba przewidzieć kanały synchronizacji.

W przeciwieństwie do metody II, metoda III jest metodą arytmiczną, gdyż nie pokazuje się znaków kodowych, jeżeli nie ma zmiany stanu binarnego. Z chwilą zmiany stanu sygnału danych transmisja znaku kodowego zaczyna się z kolejnym impulsem przekroczenia 8 kHz. Stan znamionny jest więc scharakteryzowany za pomocą dwóch parametrów:

- początku transmisji znaku kodowego,
- liczby binarnej z 3 elementów numerycznych w znaku kodowym.

W konsekwencji, przekłamanie jednego bitu w przelotności binarnej 64 /lub 56/ kbit/s nie pociąga ogólnie biorąc poważniejszego zniekształcenia. Może nastąpić przekłamanie sygnału danych, jeżeli będzie błędnie przekazane kryterium "start". Ten błąd może być często wykryty, gdyż ostatni bit każdego znaku kodowego powinien być na zmianę "0" i "1". Tak więc linia 4 na rys. 21 pokazuje, że jeżeli element "start" jest zakłócony, odbiornik przyjmuje 3. element znaku kodowego jako początek.

W tym przypadku piąty element ma niewłaściwy stan znamieny, co można zauważyć. Jeżeli było "przejście" ze stanu "1" do stanu "0" w kanale danych, błąd ten nie może być wykryty. Jednak nie zdarzały się zniekształcenia indywidualne większe niż rzędu 35%. Dowodzi to, że metoda III jest mniej wrażliwa, niż metoda II na przekłamanie bitów w sygnale PCM.

Wspólną cechą charakterystyczną wyżej podanych trzech metod jest wykorzystanie kanału telefonicznego 8 /lub 7/-bitowego w systemie PCM jako całości do przekazywania jednego znaku kodowego. Ma to niewątpliwie zalety z punktu widzenia uproszczenia urządzeń adaptacyjnych, jednak wykorzystanie 8 /7/ bitów dla jednego znaku kodowego może być nie opłacalne.

4.3. System modulacji impulsowo-kodowej "CODEST" do przekazywania sygnałów telegraficznych i danych

System CODEST [29] przeznaczony jest do przekazywania sygnałów telegraficznych i sygnałów informacji cyfrowej za pomocą kodo-

wania chwil zmiany stanu binarnego sygnału oraz kodowania stanu sygnału.

System jest przewidziany zarówno do pracy synchronicznej jak i arytmicznej oraz zapewnia całkowitą "przejrzystość" kanałów.

Zasada pracy systemu CODEST jest następująca. Przekazywane sekwencje dzieli się czasowo na krótkie odcinki tej samej długości. Długość odcinka wybiera się mniejszą od długości odstępu jednostkowego T z tym, żeby na każdy odcinek podziału /sekcję/ nie wypadało więcej niż jedna zmiana stanu /przejście/. Miejsce "przejścia w sekcji jest kodowane i uzyskana kombinacja kodowa przekazywana jest w tor.

Przebieg kodowania jest wyjaśniony za pomocą rys. 22; na tym rysunku przedstawiona jest część sygnału telegraficznego o szybkości modulacji 50 bodów, dla którego odstęp jednostkowy T wynosi 20 ms, a długość znaku - 150 ms.

Długość sekcji "1" została wybrana 8 ms, biorąc pod uwagę, że w telegraficznym sygnale 50-bodowym "przejścia" mogą następować co 12, a nawet 10 ms. Sekcję dzieli się na 12 równych części /podsekcji/ "2". Do określenia miejsca przejścia "3" wystarczające jest podanie numeru podsekcji, w której przejście nastąpiło. Porządkowy numer podsekcji na rys. 22 podany jest w górnym wierszu, a niżej numery kodowych kombinacji, odpowiadające numerom podsekcji. Przy braku przejścia, w sekcji powinna być przekazana kombinacja odpowiadająca stanowi sygnału. Dla przejścia pokazanego na rys. 22, porządkowy numer podsekcji jest "4", a numer odpowiedniej kombinacji kodowej "5".

W rozpatrywanym przykładzie długość podsekcji wynosi $8/12 \approx 0,67$ ms, przy długości odstępu jednostkowego 20 ms błąd położenia

nia chwili "przejścia" może osiągnąć 3,3%. Taki błąd uważany jest za nieznaczny. Można uzyskać błąd dwukrotnie mniejszy, jeżeli sekcję podzielimy na 24 podsekcje; kombinacja kodowa będzie w tym przypadku 5-jednostkową.

Trzeba zauważyć, że podział sekcji na 12 podsekcji związany jest z okolicznością, że z 16 możliwych kombinacji przy 4-jednostkowym kodzie dwie kombinacje wykorzystuje się dla przekazania informacji o stanie sygnału /dodatni lub ujemny/ oraz dwie kodowe kombinacje pozostają niewykorzystane ze względu na pracę układów synchronizacji.

Z powyższego wynika, że przekazywany sygnał przekształca się w kombinację kodową z 4 impulsów w sekcjach 8 ms, co odpowiada szybkości transmisji 500 bit/s. W ten sposób szybkość transmisji powiększa się 8-10-krotnie w porównaniu do szybkości wyjściowej. Jednak rozszerzenie potrzebnego pasma częstotliwości kompensuje się małymi zniekształceniami przekazywanego sygnału, prostotą wyposażenia, wysokim stopniem niezawodności i innymi osiągnięciami, charakterystycznymi dla systemów PCM.

4.4. Urządzenia końcowe PCM - MINI-T oraz PCM - MAXI-T

Obydwa urządzenia opracowane zostały przez firmę Western Union [28]. Podstawowe usługi świadczone w sieci tego Towarzystwa polegają na przekazywaniu wiadomości telegraficznych oraz wolnej transmisji danych; w tych warunkach wykorzystanie urządzeń typu MINI-T i MAXI-T jest bardzo pożądane dla uzyskania dużej liczby tanich kanałów o szybkości do 200 bodów.

Przez zastosowanie systemu MINI-T, przeznaczonego dla krótko-

kich miejscowych relacji osiąga się znaczny efekt ekonomiczny w porównaniu z systemem telegrafii wielokrotnej akustycznej oraz odejście od tradycyjnej transmisji telegraficznej na torach przewodowych. Oczekuje się, że dla typowych odległości 13-16 km osiągnie się oszczędność co najmniej 35% nakładów.

Urządzenie MAXI-T, należące do serii PCM-D4, pomyślane zostało dla opłacalnej pracy na większe odległości. MAXI-T przeznaczone jest do utworzenia 55 kanałów telegraficznych, wprowadzonych zamiast jednego telefonicznego kanału PCM. Każdy z tych kanałów przeznaczony jest do pracy z szybkością do 200 bodów.

Możliwość wykorzystania dla transmisji danych kanału PCM-D4 i porównanie z normalnym kanałem telefonicznym PCM pokazane są na rys. 23. Zastosowanie kanału PCM-D4 przedstawia w porównaniu z kanałem telefonicznym PCM dwie istotne zalety. Po pierwsze rezygnuje się z modemu /lub końcowych urządzeń wielokrotnej telegrafii akustycznej/, również rezygnuje się z bloków "3" i "4". Te trzy bloki zastąpione są jednym blokiem "8", który jest tańszy. Po drugie może być osiągnięte lepsze wykorzystanie przelotności binarnej systemu.

Realizacja pierwszej lub drugiej zalety systemu zależy od jego przeznaczenia. Na przykład w urządzeniu MINI-T przeznaczonym do pracy w krótkich relacjach decydujący może być koszt urządzeń końcowych.

Podstawowy cykl czasowy urządzenia MINI-T pokazany jest na rys. 24. W każdym cyklu po impulsie synchronizacji następują 24 bloki /szczeliny/ 8-bitowe. Pierwsze siedem bitów wykorzystywane są do tworzenia kanałów telegraficznych, ósmy bit zapewnia stabilną pracę regeneratorów liniowych. Przelotność binarna systemu:

$$\left[24 \cdot \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} \right) \right] \cdot 8000 = 1,544 \text{ Mbit/s}$$

Zniekształcenia w MINI-T zależą od częstotliwości próbkowania, która w systemie tym wynosi 8 razy na milisekundę, co daje dla 200 bodów maksymalną wartość stopnia zniekształcenia $\pm 2,5\%$.

Przy arytmicznym wprowadzaniu sygnałów dyskretnych maksymalne zniekształcenia nie przekroczą więc $\pm 2,5\%$ przy 200 bodach. Zwiększenie szybkości np. do 400 bodów powiększy maksymalną wartość zniekształceń sygnałów do $\pm 5\%$; przy 800 bodach do $\pm 10\%$.

W MINI-T funkcje próbkowania i kodowania przeprowadza się w sposób prosty, obie funkcje spełnia jeden układ komparacyjny. Zastosowane zostały układy scalone /TTL/.

Podstawowy cykl czasowy urządzenia MAXI-T pokazany jest na rys. 25. W każdej "ramce" wykorzystywanej w MAXI-T jest 8 szczelin. W każdej szczelinie pierwsze siedem bitów wykorzystane są do tworzenia indywidualnych kanałów telegraficznych, ósmy bit przeznaczony jest dla dodatkowego impulsu do zabezpieczenia stabilnej pracy regeneratorów liniowych. Siódmy impuls w ósmej szczelinie przeznaczony jest do synchronizacji "ramki".

Zamiast jednego telefonicznego kanału mogą być w tym systemie przekazane 55 kanałów telegraficznych, a zamiast 24 kanałów telefonicznych - 1320 telegraficznych przy przelotności binarnej 1,544 Mbit/s. W tym przypadku nie stosuje się próbkowania. Układ adaptacyjny taki jak w MINI-T. Koder przewiduje 4 binarne elementy na każde "przejście" w sygnale telegraficznym. Dla jednego kanału przydziela się odstęp czasowy raz na 8 cykli, co daje 1000 odstępów czasowych na sekundę. Przy kodowaniu za pomocą 4 elemen-

tów w każdym kanale można przekazać informację z szybkością do 250 przejść na sekundę, co odpowiada 250 bodom.

Kod dla każdego "przejścia" składa się z elementu "start", dwóch elementów binarnych określających położenie "przejścia" oraz elementu określającego stan sygnału.

Dwa bity określające położenie "przejścia" wskazują, w której części "ramki" nastąpiło przejście, ponieważ superramka ma długość 1 ms, niedokładność więc określenia miejsca "przejście" wynosi $\pm 0,125$ ms, a więc dla 200 bodów 5%.

4.5. Wykorzystanie systemów PCM do telegrafii i transmisji danych proponowane przez Administrację P. T.

Wielkiej Brytanii [15]

4.5.1. Uwagi ogólne

Administracja P. T. Wielkiej Brytanii starała się określić metodę pozwalającą uzyskać łącza teleksowe w angielskiej sieci lokalnej w sposób najbardziej ekonomiczny.

Studia doprowadziły do stwierdzenia, że metodą najbardziej ekonomiczną jest zwielokrotnienie za pomocą podziału czasowego. Biorąc pod uwagę wykorzystywanie systemów PCM w telefonii wywnioskowano, że łącze PCM jako całość może być korzystnie zastosowane jako kanał transmisyjny, zastępując krotnicę i koder sygnałów akustycznych przez specjalną krotnicę dla telegrafii i transmisji danych.

Są przypadki, kiedy potrzebna liczba kanałów telegraficznych jest mniejsza od liczby kanałów, która może być uzyskana za pomocą całego połączenia cyfrowego; mimo to okazało się, że można jesz-

cze pod względem ekonomicznym wykorzystać część ramki całkowitej PCM o 24 lub 32 szczelinach "czasowych akustycznych ITV"^{x/}, pozostawiając niektóre szczeliny nie wykorzystane.

Są również przypadki, kiedy zachodzi potrzeba utworzyć pewną liczbę kanałów telegraficznych lub transmisji danych między centralami połączonymi już systemem PCM, który nie jest całkowicie wykorzystany do kanałów telefonicznych. W tym przypadku można wyłączyć jeden lub kilka kanałów telefonicznych z systemu PCM i użyć je dla telegrafii lub transmisji danych.

4.5.2. Wyposażenie do przyłączenia szczelin czasowych /ITV/

Przeprowadzono studia nad wykorzystaniem ITV do kanałów telegraficznych pod względem ekonomicznym. W dalszej części niniejszego opracowania podany jest opis krotnicy, która obecnie jest brana pod uwagę w Wielkiej Brytanii. Urządzenie to wykorzystuje system PCM o prędkości 1,536 Mbit/s w celu utworzenia do 184 łączy teleksowych o szybkości do 200 bodów, przy zniekształceniach izochronicznych nie przekraczających 5%. System PCM o prędkości 2,048 Mbit/s pozwala uzyskać do 248 łączy telegraficznych o takich samych charakterystykach.

4.5.3. Ograniczenia występujące w łączy cyfrowym PCM

Łącze cyfrowe było pierwotnie pomyślane do przekazywania kodowanych sygnałów akustycznych, to znaczy za pomocą wytwarzania ciągu cyfrowego quasi-przypadkowego. Jeżeli ten ciąg bitów był-

^{x/} ITV - intervalle de temps vocal.

by wykorzystywany bezpośrednio dla telegrafii lub transmisji danych, mogłyby wystąpić przypadki, np. podczas okresu bardzo słabego ruchu, kiedy ciąg bitów nie byłby przypadkowy. Regeneratory nie są pomyślane dla takiej sytuacji; wymagają one, żeby stosunek liczby "1" do liczby "0" nie był mniejszy niż 30%, następnie żeby liczba kolejnych "0" nie przekraczała 10, oraz żeby nie było większych zmian stosunku "1" do "0" w ciągu okresu około 250 μ s.

4.5.4. Kodowanie

Biorąc pod uwagę konieczność przekazywania stanów: "spoczynek", "praca" oraz "brak prądu", wykorzystuje się tzw. "kod podwójny", w którym:

spoczynek = 01; praca = 10; brak prądu = 11.

Podwójny bit "11"^{x/} jest przekazywany wówczas, gdy kanał lub grupa kanałów nie jest wyposażona lub wyłączona z eksploatacji. Podwójne bity są przekazywane z przelotnością $1,536 \cdot 10^6$ lub $2,048 \cdot 10^6$ bitów na sekundę.

4.5.5. Fazowanie

Układ fazowania składa się z 16 elementów, a mianowicie: 0000 1111 0110 0001. Każdy z tych elementów jest reprezentowany przez jeden bit pojedynczy w ciągu bitów przekazywanych w łączy. Układy sygnałów kodowania i fazowania zostały wybrane w ten spo-

^{x/} Un code à doublets /dibits/, fr.

sób, że bity telegrafii lub transmisji danych nie mogą je naśladować; stąd wynika, że fazowanie nie może być błędne.

4.5.6. Struktura ramek

Dla uzyskania ekonomicznie uzasadnionej liczby kanałów telegraficznych przyjmuje się, że krotnica zajmuje dwie ramki po 192 bity, oznaczone na rys. 26 odpowiednio A i B. Ramka A zawiera $4 \times 24 = 96$ kanałów telegraficznych, ramka B zawiera $4 \times 22 = 88$ kanałów telegraficznych, a więc razem 184 kanały. Układ fazowania zajmuje dwie ostatnie szczeliny /ITV/ ramki B. Uzyskuje się w ten sposób częstotliwość próbkowania $1,536 \cdot 10^6 : /2 \times 192/ = 4$ kHz. Jest również możliwe uzyskanie np. częstotliwości próbkowania 2 kHz, wykorzystując 4 ramki /A, B, C, D/ jak na rys. 27, włączając bity fazowania do dwóch ostatnich szczelin ramki D, wówczas: $1,536 \cdot 10^6 : /4 \cdot 192/ = 2$ kHz. W ten sam sposób można powiększyć częstotliwość próbkowania i zmniejszyć liczbę kanałów, używając tylko jedną ramkę lub pół ramki. Można przypuścić, że dla uzyskania łączności do arytmicznej eksploatacji można przyjąć częstotliwości próbkowania podane w tabl. 6, jeżeli zniekształcenia izochroniczne nie przekroczą 7,5%.

Tablica 6

Możliwości wykorzystania systemu PCM do uzyskiwania kanałów telegraficznych

Przelotność binarna bit/s	Częstotliwość próbkowania Hz	Maksymalne zniekształcenie izochroniczne %	Numer rys.
0-100	2000	5	27
100-200	4000	5	26
200-600	8000	$7 \frac{1}{2}$	-

4.5.7. Przekazywanie synchronicznych sygnałów transmisji danych

Gdy istnieje potrzeba uzyskania w kanale przelotności większej niż 600 bit/s lub częstotliwości próbkowania większej niż 8 kHz, można realizować kanały synchroniczne w oparciu o technikę wydzielenia impulsów dla przelotności binarnych o wartościach niższych od częstotliwości próbkowania. W przypadku tylko jednej szczeliny /ITV/ odpowiednia częstotliwość próbkowania wynosi 64 kbit/s. Za pomocą innych częstotliwości próbkowania /rys. 26 i 27/ szczelina 8-bitowa dałaby odpowiednio 16 kbit/s lub 32 kbit/s. Dla zachowania wartości 64 kbit/s łącznie z mniejszymi częstotliwościami próbkowania wykorzystuje się tę samą szczelinę we wszystkich ramkach, jak pokazuje rys. 28.

5. UWAGI KOŃCOWE

Z rozdziałów 1-4 niniejszego opracowania wynikają zupełnie ogólne stwierdzenia dotyczące obecnego stanu i tendencji rozwojowych dróg transmisyjnych telegrafii:

- po pierwsze istnieje niewątpliwie tendencja wykorzystania dla celów telegrafii szybkości 200 bodów i szybkości większych i istnieje znaczna tendencja normalizacji systemów telegraficznych dla tych szybkości;
- po drugie istnieje również tendencja do zastąpienia systemów telegraficznych wielokrotnych z podziałem częstotliwościowym przez systemy z podziałem czasowym, wykorzystujące kanały znormalizowanych systemów PCM.

Jednak zdawać trzeba sobie sprawę z trudności, jakie napotkać może zastępowanie systemów z podziałem częstotliwościowym powszechnie stosowanym dotychczas w telegrafii przez systemy z podziałem czasowym.

Dokumentacja związana z tą tematyką, która ukazała się w latach 1968-1972 jest liczna, tym niemniej trzeba zdawać sobie sprawę, że jest to przeważnie dokumentacja dotycząca studiów i wstępnych propozycji. W ramach prac IX Komisji Studiów CCITT /transmisja telegraficzna/ nie zostało dotychczas opracowane żadne zalecenie dotyczące systemów z podziałem czasowym lub w szczególności z wykorzystaniem do transmisji telegraficznej systemów znormalizowanych /pierwotnych/ PCM.

Zwraca uwagę fakt, że w ramach prac IX Komisji Studiów CCITT na okres 1973-1976 przewidziane jest nowe zagadnienie 4/IX pt. : "Kierowanie systemów wielokrotnej telegrafii akustycznej na łącza nośne telefoniczne PCM".

Do zadania tego dołączony jest charakterystyczny komentarz [30], w którym zwrócono uwagę, że wyniki uzyskane z badań przeprowadzonych na systemach telegrafii wielokrotnej akustycznej /wg zalecenia R.35/ wskazują, że źródłem trudności przy wykorzystywaniu kanałów PCM są zarówno zniekształcenia, których źródłem jest kwantyzacja sygnałów, jak również nieliniowość charakterystyk "wejście-wyjście" do systemów PCM.

Mało spotyka się publikacji zajmujących się problematyką techniczno-ekonomiczną porównania poszczególnych systemów telegrafii wielokrotnej. Celowe wydaje się dla uzasadnienia wniosków końcowych przytoczenie [2] interesującego porównania kosztów trzech

systemów telegrafii wielokrotnej dla relacji 120 km. Wynik porównania / Administracja P.T. Holandii zastrzega przybliżony jego charakter/ w stosunku do systemu z podziałem częstotliwościowym jest następujący: 30% oszczędności uzyskuje się przy podziale czasowym przelotności 48 kbit/s grupy pierwotnej oraz 68,5% oszczędności przy podziale czasowym przelotności systemu PCM - rys. 29.

Również trzeba także zdawać sobie sprawę z trudności związanych z wprowadzeniem do sieci teleks i sieci telegramowych szybkości - 200 bodów i większych.

Ogólnie znane warunki techniczne czynnych automatycznych central teleksowych są dostosowane do szybkości 50 bodów i kodu międzynarodowego nr 2. Wprowadzenie większych szybkości np. 200 bodów, napotyka w tych istniejących centralach trudności. Są tendencje i są prowadzone prace /w ramach X Komisji Studiów CCITT - komutacja telegraficzna /dla zapewnienia przyszłej współpracy, a może nawet integracji automatycznych "sieci telegraficznych" i "sieci danych". Tematyka ta wymaga niewątpliwie oddzielnego opracowania.

Analogiczne uwagi odnoszą się do obecnie stosowanych aparatów końcowych, arytmicznych nadawczo-odbiorczych. Szybkości pracy maksymalne ograniczone są przeważnie możliwościami urządzeń drukujących i nie przekraczają w znanych systemach 200-300 bodów. Oczywiście proces nadawania automatycznego w urządzeniach końcowych nie następuje tych trudności.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania można przewidywać, że systemy telegraficzne wielokrotne z większymi szybkościami, stosujące metodę podziału czasowego do tworzenia kanałów telegraficznych, będą rozwijały się i będą stopniowo wprowadzane do sie-

Zestawienie ważniejszych metod wykorzystania dla telegrafii i transmisji danych systemów PCM

Metoda	Wzór na zniekształcenie synchroniczne	Liczba elementów numerycznych w słowie kodowym	Stopień zniekształcenia synchronicznego
Za pomocą próbkowania	$\sigma = \frac{100}{n}$	4	25
		5	20
		10	10
		15	6,65
		20	5
Ze ślizgającym się indeksem	$\sigma = \frac{B_o \cdot 100}{2^{\sqrt{n-2}} \cdot B_d}$	3	16,6
		4	6,25
		5	2,5
		6	1,06
Ze stałym indeksem /wersja 1/	$\sigma = \frac{B_o \cdot n \cdot 100}{ 2^{n-1} - 1 \cdot B_d}$	3	33
		4	14,3
		5	6,66
		6	3,23
Ze stałym indeksem /wersja 2/	$\sigma = \frac{B_o \cdot n \cdot 100}{ 2^n - 2 \cdot B_d}$	3	16,6
		4	7,15
		5	3,33
		6	1,61
	$\sigma = \frac{B_o \cdot n \cdot 100}{ 2^n - 4 \cdot B_d}$	3	25
		4	8,33
		5	3,58
		6	1,67
Z indeksem pływającym i potwierdzeniem /wersja 1/	$\sigma = \frac{B_o \cdot 100}{2^{n-1} \cdot B_d}$	2	25
		3	8,33
		4	3,13
		5	1,25
Z indeksem pływającym i potwierdzeniem /wersja 2/	$\sigma = \frac{B_o \cdot 100}{ 2^{n-1} - 2 \cdot B_d}$	6	0,52
		3	16,6
		4	4,16
		5	1,43
6	0,55		

Zastosowano oznaczenia:

 B_o - szybkość modulacji sygnałów binarnych B_d - przelotność binarna łącza cyfrowego

ci teleksowych i telegramowych w ciągu lat najbliższych.

Wykorzystanie systemów PCM do tworzenia kanałów telegraficznych ma duże znaczenie, gdyż systemy te stanowiąc będą podstawowe ogniwo przyszłych sieci zintegrowanych.

W poprzednich rozdziałach omówiono kilka metod wykorzystywania znormalizowanych systemów PCM do celów telegrafii i transmisji danych; ponadto stale opracowywane są w różnych krajach nowe metody.

W jednym z nadesłanych w tym roku dokumentów CCITT [31] Administracja P.T. ZSRR podaje opracowaną u siebie metodę nazwaną - "metoda z indeksem pływającym i potwierdzeniem". Jest to, jak podają autorzy, kombinacja metody "z próbkowaniem" oraz metody "z indeksem ślizgającym się". Ta nowa metoda daje wyniki korzystne.

W wyżej cytowanym dokumencie CCITT [31] podane jest tabelaryczne zestawienie ważniejszych metod wykorzystania systemów PCM do celów telegrafii i transmisji danych /tabl. nr 7/. Stopnie zniekształceń synchronicznych podane w tablicy dotyczą przypadku kiedy sygnały są przekazywane przez kanał z maksymalną szybkością modulacji.

WYKAZ LITERATURY

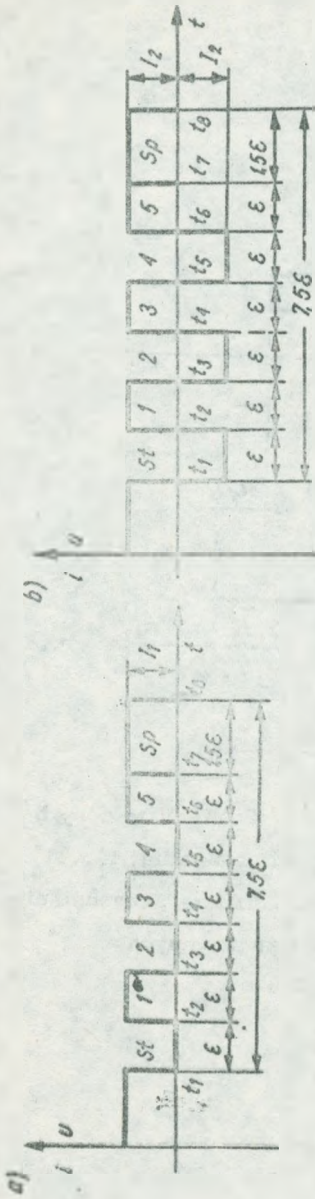
1. CCITT: Livre blanc, t. VII. Technique télégraphique. Geneve: UIT 1969.
2. Winogradow W.: Podstawy i układy nowoczesnej telegrafii. Warszawa: WKiŁ 1969.

3. Szlaska S., Winogradow W.: *Możliwości wykorzystania nowoczesnej sieci telegraficznej*. Warszawa-Miedzeszyn: Instytut Łączności, *Problemy Łączności* 1972 nr 72.
4. Groupe de travail mixte "NRD": *Rapport préliminaire sur les travaux du Groupe Mixte "NRD". Projets de nouveaux avis relatifs aux réseaux publics pour données / Avis X.1, X.2, X.20, X.21 et X.50/*.
5. Unitra-Telkom, WZT: *Urządzenia telegrafii wielokrotnej TgF-24*. Poznań.
6. Kombinat VEB RFT Fernmeldewerk: *Wechselstromtelegrafie - Einrichtung, VWT 72, Lipsk, 1971*.
7. République Fédérale d'Allemagne: *Systèmes de transmission télégraphique à multiplexage par répartition en fréquence pour débits binaires de 200 bit/s. CCITT 1970. Com. IX - nr 5*.
8. Nippon télégraph and Téléphone Public Corporation: *Systems de transmission télégraphique à multiplexage par répartition binaires de 1200, 2400 et 4800 bits/s. CCITT 1970. Com. IX - nr 15*.
9. Post Office du Royaume - Uni: *Systèmes de transmission télégraphique à multiplexage par répartition en fréquence pour débits binaires de 200 bit/s et davantage - Geneve 1970. Com. IX - nr 13*.
10. Siemens A.G.: *Systèmes à multiplexage par répartition en fréquence dans le groupe primaire des systèmes à courants porteurs. Genève 1972. Com. IX. - nr 43*.

11. Secretariat du CCITT: Rapport préliminaire de la Commission d'Etudes IX. Genève 1972 /Parties I et II/. Com. IX - nr 53.
12. Secretariat du CCITT: Rapport préliminaire de la Commission d'Etudes IX /Parties II et IV/. Genève 1972. Com. IX - nr 54.
13. Jaroslavskij L.I. i in.: Apparatura vremennogo uplotnienija dlja miestnych telegrafnyh svjaziej /TVU-12/. Vest. Svjazi 1970 nr 2.
14. Republique Federale d'Allemagne: Division dans le temps d'un système MIC pour la télégraphie et la transmission de Données. Genève 1970. Com IX - nr 9.
15. Post Office du Royaume Uni: Division dans le temps d'un système MIC pour la télégraphie et la transmission de données. Genève 1970. Com. IX - nr 14.
16. Pays-Bas: Télégraphie avec multiplexage par répartition dans le temps. Genève 1970. Com: IX - nr 18.
17. France: Considérations sur un système de transmission télégraphique par subdivision dans le temps d'un groupe primaire ou d'une section de temps d'un système MIC. Genève 1970. Com. IX - nr 23.
18. Comission d'Etudes IX /Transmission télégraphique/: Rapport de la Réunion du 26 octobre au 3 novembre 1970. Genève 1971. Com. IX - nr 24.
19. Republique Fédérale d'Allemagne: Insertion de signaux télégraphiques et de signaux de données dans secteurs de temps des systèmes primaires MIC. Genève 1971. Com. IX- nr 27.

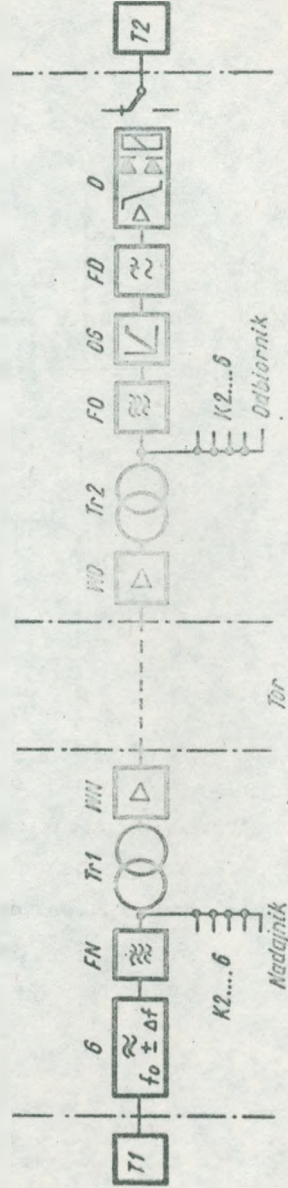
20. Commission Speciale D. : Rapport du Groupe de Travail sur l'emploi d'installations d'équipement multiplex primaires pour la transmission de service autres que la téléphonie /par exemple télégraphie, facsimile. données/. Genève 1971. Com. IX -nr 33.
21. Pays-Bas: Télégraphie et transmission de données asynchrones avec multiplexage par répartition dans le temps. Genève 1972. Com. IX - nr 42.
22. Republique Federale d'Allemagne: Méthodes de codage pour télégraphie asynchrone et transmission de données sur systèmes MIC. Genève 1972. Com. IX - nr 44.
23. Manufacture Belge de Lampes et de Material électronique /M. B. L. E. /: Caracteristiques de la distorsion télégraphique introduite par les systèmes M. R. T. Genève 1972. Com. IX - nr 47.
24. Societé-Anonyme Télécommunications: Multiplexeur temporel par caracteres utilisant comme support une voie téléphonique. Genève 1972. Com. IX - nr 48.
25. Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation: Méthode de codage numerique pour données non synchrones. Genève 1972. Com. IX - nr 51.
26. Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation: Rapport sur des essais de transmission de données pour système MIC dans des conditions d'exploitation. Genève 1972. Com. IX - nr 55.
27. TRT - Télécommunications radioélectriques et téléphoniques: Multiplex télégraphique numerique 7 TG 048. Paris.

28. De Witt R.G., Jones D.E. : MINI-T and MAXI-T - new PCM terminals, West. Union Techn. Rev. 1969 t. 23 nr 2.
29. Oswald Jacques R. : Codest. A new pulse- code modulation system for telegraph and data transmission. IEEE 1970 t. 18 nr 3.
30. Commission d'Etudes IX: Rapport final de la Commission d'Etudes IX à la V Assemblée Plénière, Genève 1972. Com. IX - nr 62.
31. Administration des Telecommunications de l'URSS: Division dans le temps d'un système MIC pour la télégraphie et la transmission de données. Genève 1973. Com. IX, nr 1, s. 16

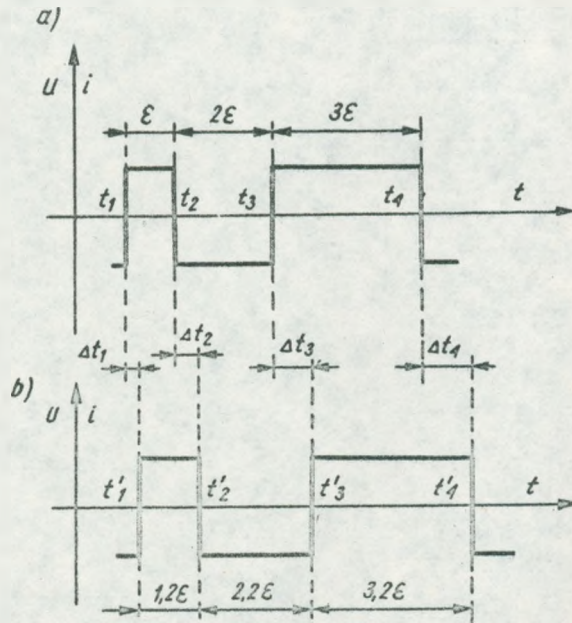


Rys. 1. Sygnał międzyrodzowego alfabetu nr 2 /kombinacja Lp. 25, litera Y/: a - prądem jednokierunkowym, wartością prądu; b - prądem dwukierunkowym, kierunkiem prądu

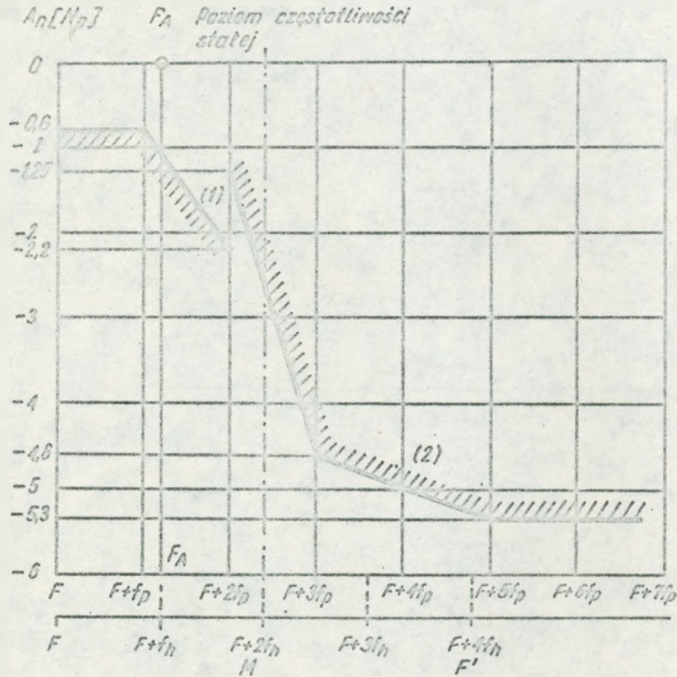
$t_1 \dots t_6, t_8$ momenty zmiennej modulacji, odstąpi zatrzymujący, stop $Sp = t_8 - t_7 = 1,5\epsilon$



Rys. 3. Układ blokowy urządzenia telegrafii wielokrotnej z modulacją częstotliwościową /objaśnienia oznaczeń w tekście/

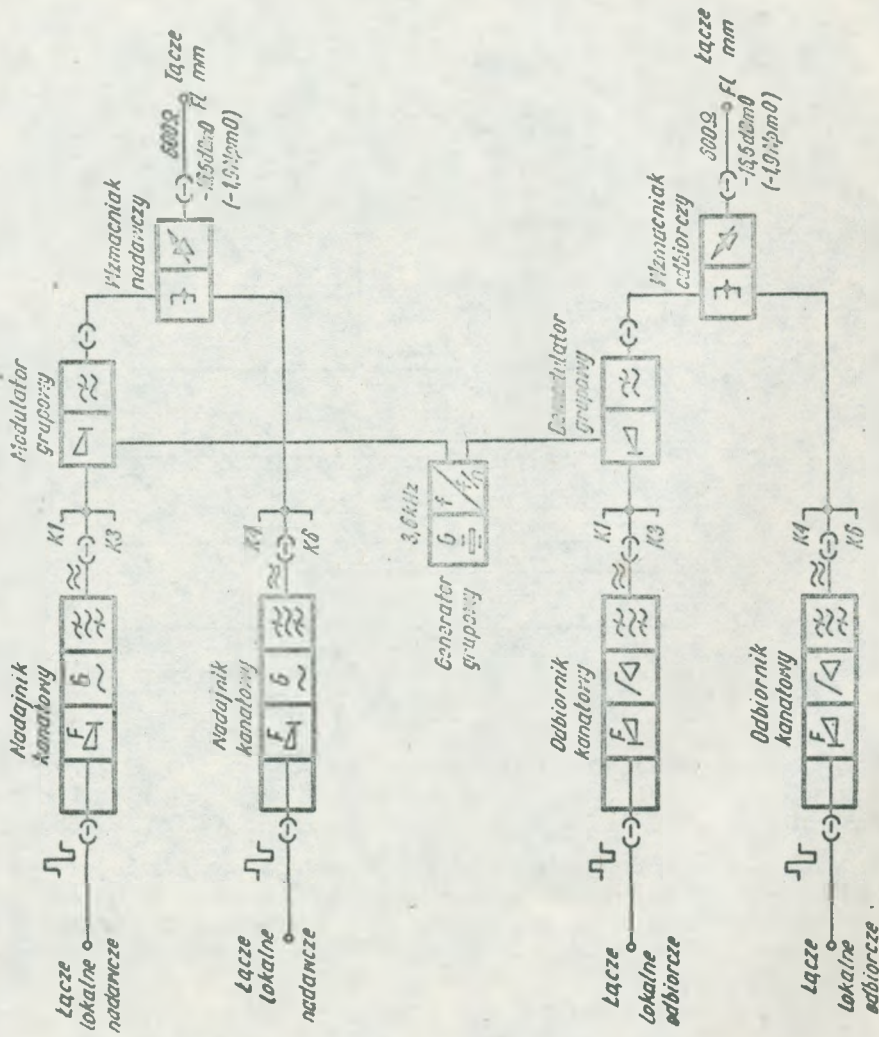


Rys. 2. Sygnał telegraficzny nominalny a/ i zniekształcony b/
 $t_1 \dots t_4$ - momenty znamienne modułacji, wartości nominalne; $t'_1 \dots t'_4$ - momenty
 znamienne modułacji, wartości rzeczywiste; $\Delta t_1 \dots \Delta t_4$ - przesunięcia czasowe
 /opóźnienia/ momentów znamienych

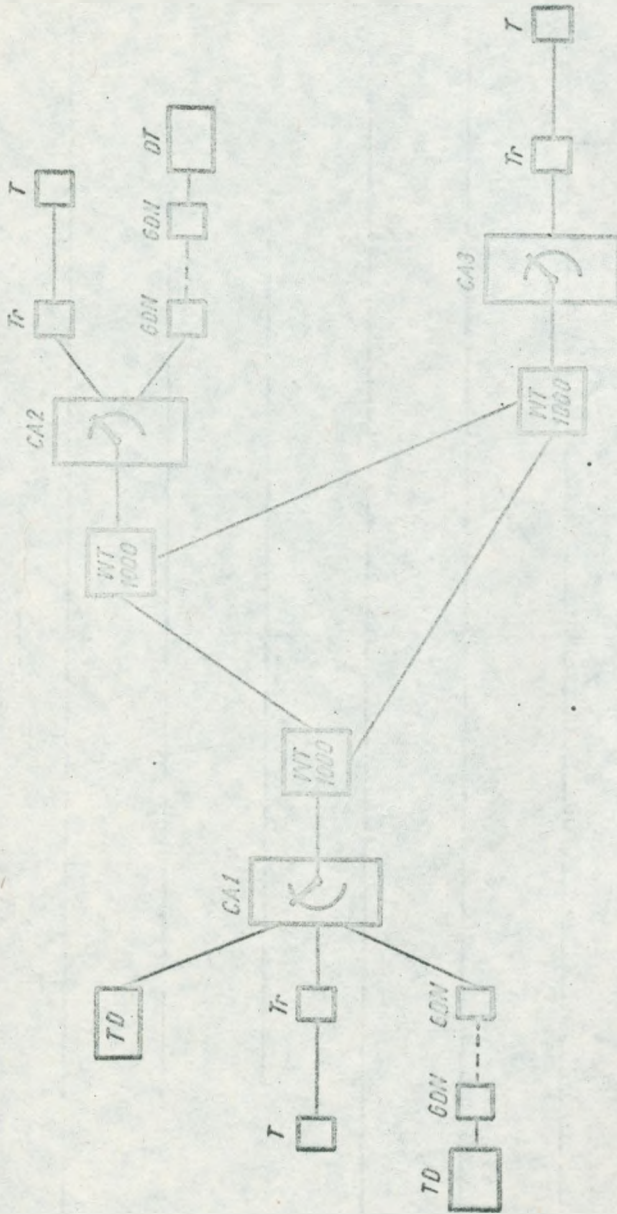


Rys. 4. Dopuszczalne granice widma częstotliwości sygnałów 1:1 w systemach telegrafii wielokrotnej z modulacją częstotliwościową i kanałami z rozstawieniem 480 Hz /dla 200 bcdów/ według zalecenia CCITT R. 38.A

Krzywa 1 - granica dolna dla pasma przepustowego, krzywa 2 - granica górna dla pasma tłumieniowego, F - częstotliwość środkowa kanału, F' - częstotliwość środkowa sąsiedniego kanału, f - częstotliwość modulacji 100 Hz, f_h - dewiacja częstotliwości 120 Hz, M^P - oś symetrii między kanałami

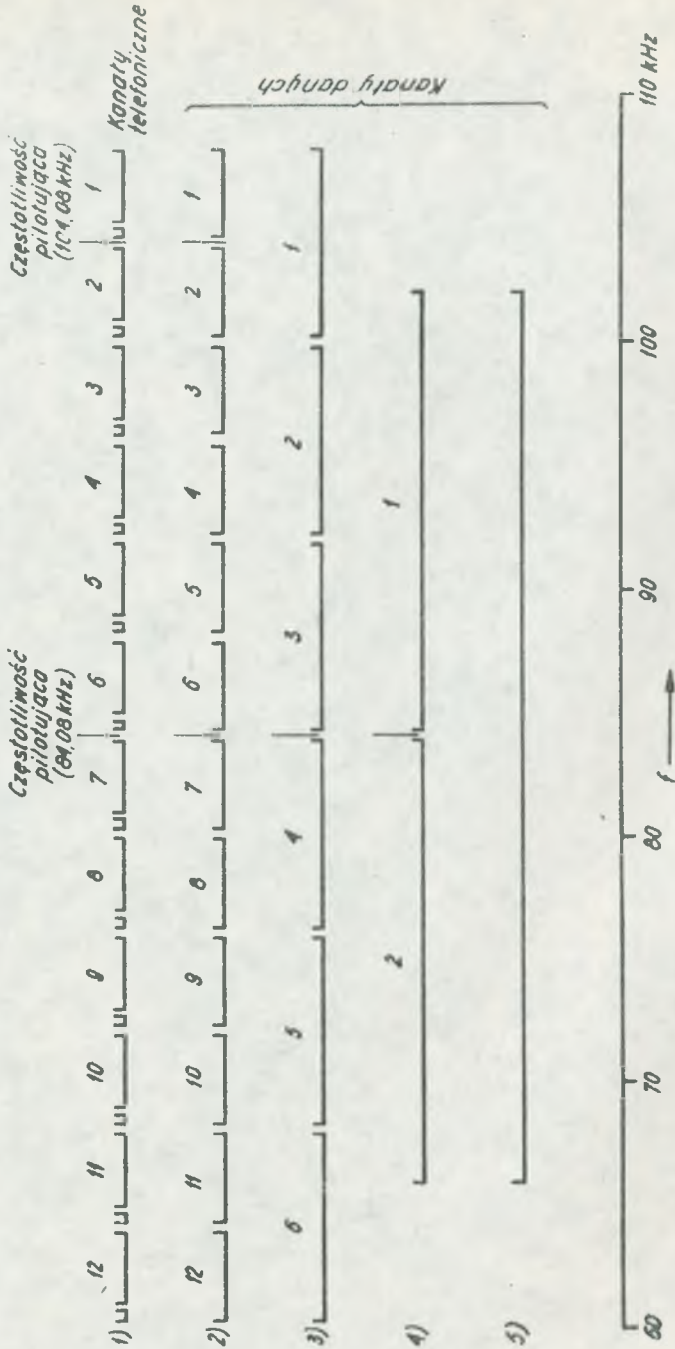


Rys. 5. Schemat blokowy urządzenia telegrafii wielokrotnej, częstotliwościowej, 200-bodowej typ VWT 72, produkcji RFT-NRD / układ dwutorowy/



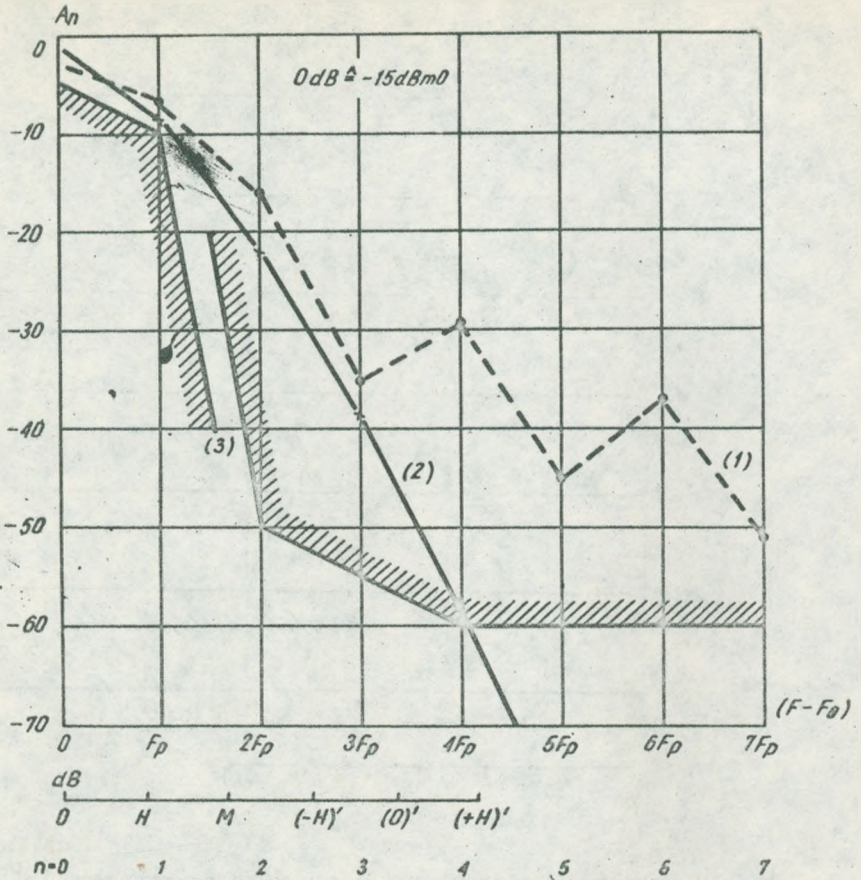
Rys. 6. Możliwości wykorzystania systemu telegrafii wielokrotną J. Siemens, typ WT 1000 w sieci telegrafii i transmisji danych

CA1, CA2, CA3 - centrale automacyjne dla telegrafii i transmisji danych, WT 1000 - stacje transmisyjne wyposażone w urządzenia WT 1000, TD - urządzenia transmisyjne danych, T - dalekopis, Tr - - transkacja, GDN - system przetwarzania danych przelaz stacyjn



Rys. 7. Propozycja podziału częstotliwościowego grupy pierwotnej 60 - 108 kHz na kanały typu telegraficznego / zaproponowana przez administrację PT - NRRF /

1 - kanały telefoniczne, 2 - kanały dla 2,4 kbit/s, 3 - kanały dla 4,8 kbit/s, 4 - kanały dla 9,6 kbit/s, 5 - kanały dla 48 kbit/s



Rys. 8. Dopuszczalne granice składowych widma sygnałów 1:1 dla szybkości modulacji 2400 bodów i rozstawienia kanałów 4 kHz, wskaźnik modulacji:

$$m = \frac{H}{F_p} = 0,833,$$

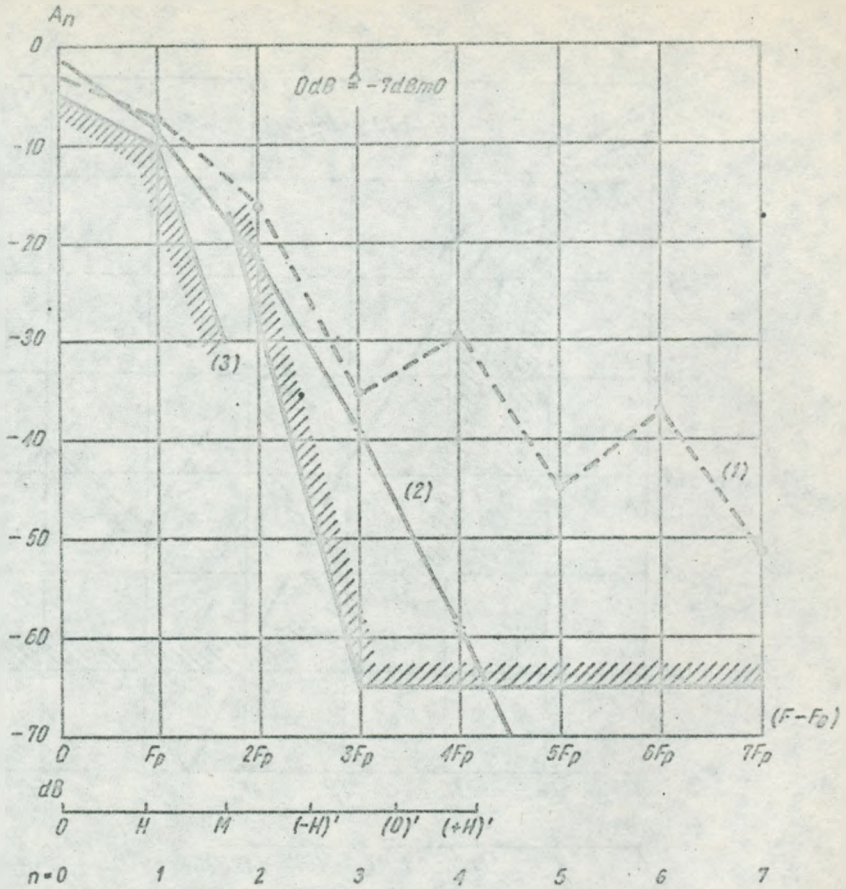
1 - przebieg dla modulacji prostokątnej:

$$A_n = \frac{2 \cdot m \cdot \sin \frac{\pi}{2} \cdot m}{\pi \cdot |n^2 - m^2|}$$

2 - przebieg dla modulacji sinusoidalnej:

$$A_n = J_n(m); \text{ funkcja Bessela}$$

3 - dopuszczalne granice dla pasma przepustowego i tłumieniowego



Rys. 9. Dopuszczalne granice składowych widma sygnałów 1:1 dla szybkości modulacji 9600 bodów; częstotliwości środkowe kanałów 73 kHz i 96 kHz, wskaźnik modulacji:

$$m = \frac{H}{F_p} = 0,833$$

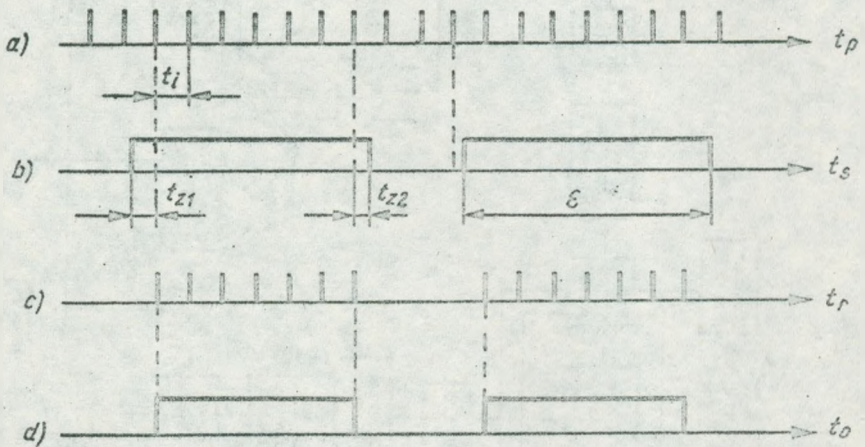
1 - przebieg dla modulacji prostokątnej:

$$A_n = \frac{2}{\pi} \frac{m \sin \cdot \frac{\pi}{2} m}{|n^2 - m^2|}$$

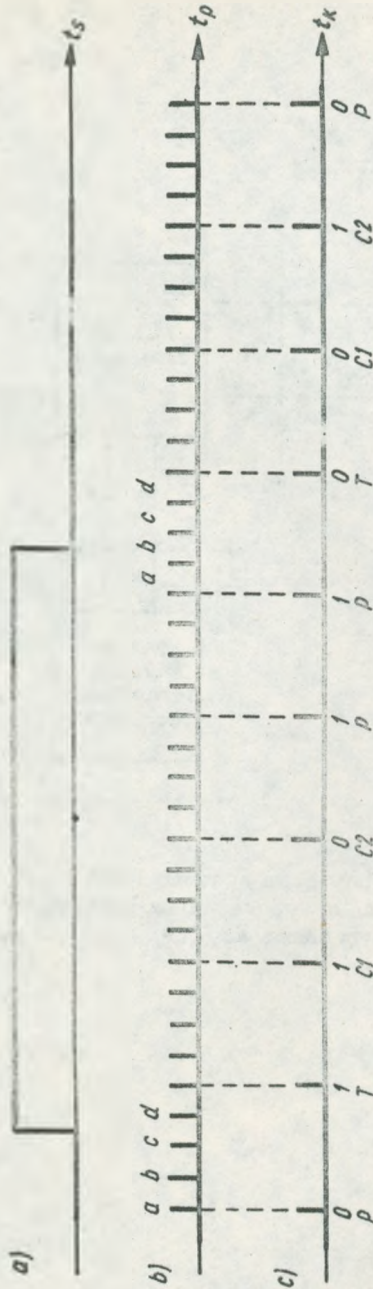
2 - przebieg dla modulacji sinusoidalnej:

$$A_n = I_n / m; \text{ funkcja Bessela}$$

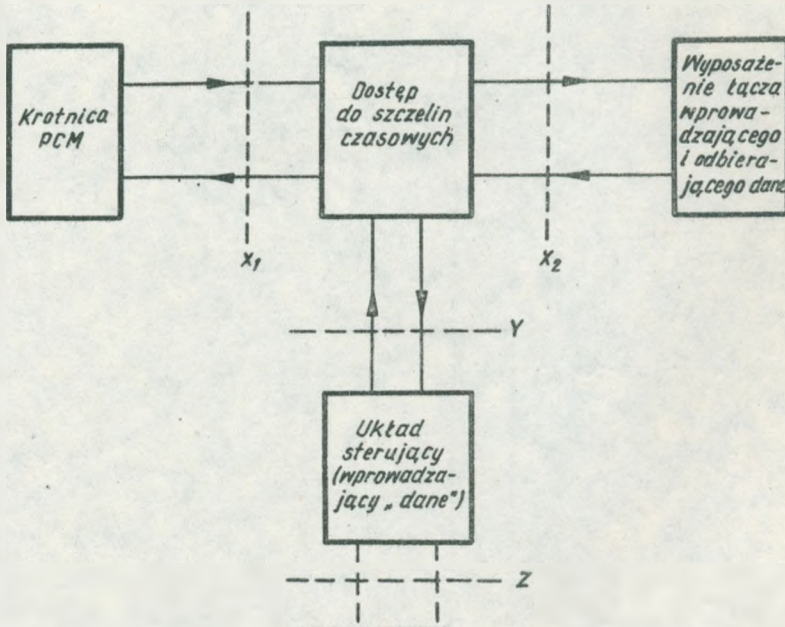
3 - dopuszczalne granice dla pasma przepustowego i tłumieniowego



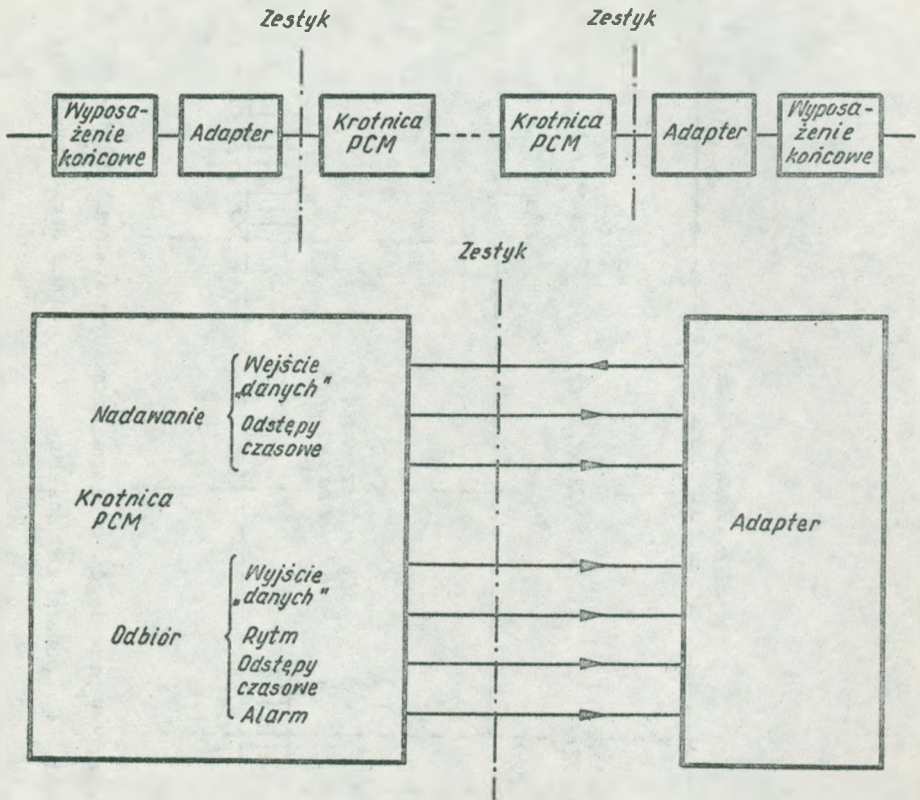
Rys. 10. Próbkowanie sygnału telegraficznego metodą podziału czasowego bez kodowania: a/ impulsy próbkujące, b/ sygnał, c/ seria impulsów odpowiadająca rozeznany elementom sygnału, d/ odtworzony sygnał/obwiednia/



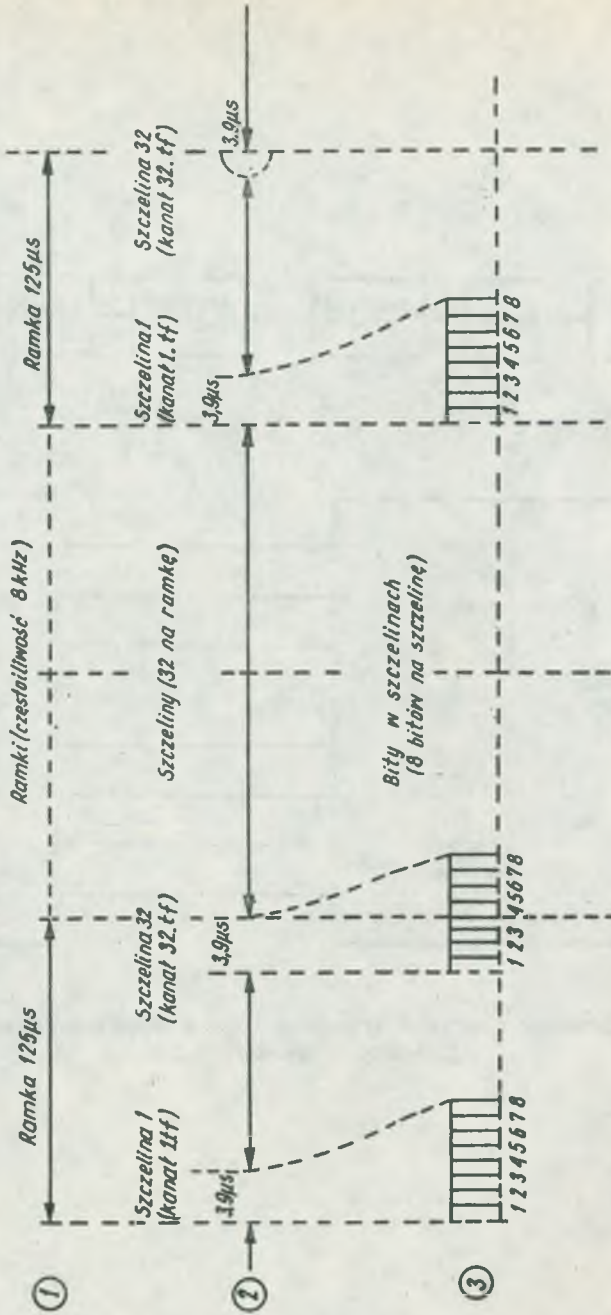
Rys. 12. Przykład kodowania położenia momentów znaczących: a/ sygnał telegraficzny, b/ sygnały próbkowania, c/ sygnały kadrów i kolejność bitów identyfikacji



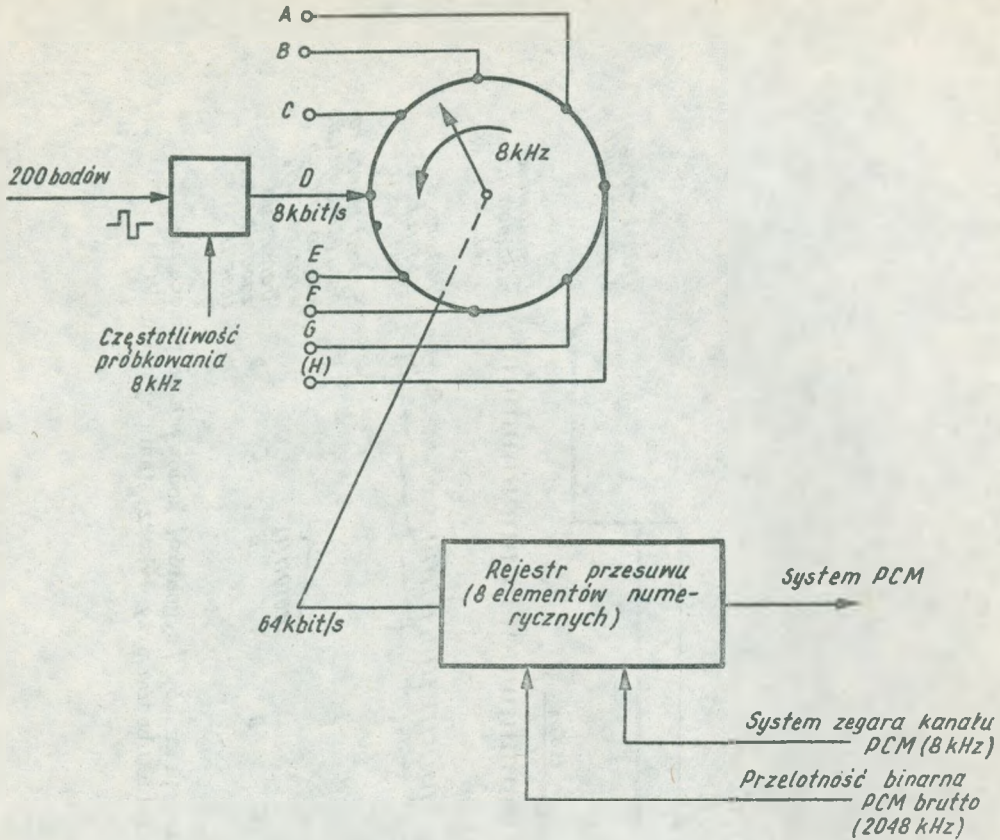
Rys. 13. Schemat powiązań systemu PCM poprzez układ adaptacji / dostępu do szczelin czasowych/ z wyposażeniem łącza cyfrowego oraz z układem wprowadzającym dane; X_1 , X_2 , Y , Z - styki między układami



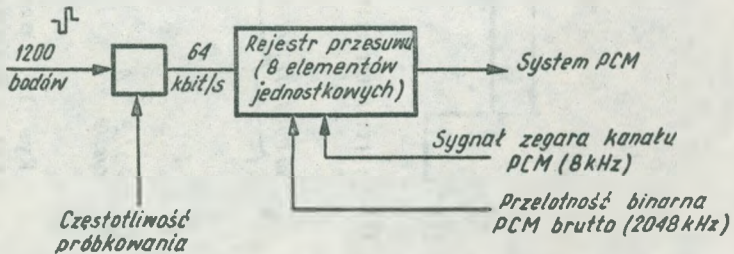
Rys. 14. Schemat powiązań systemów PCM z układami adaptacji i układami końcowymi transmisji danych



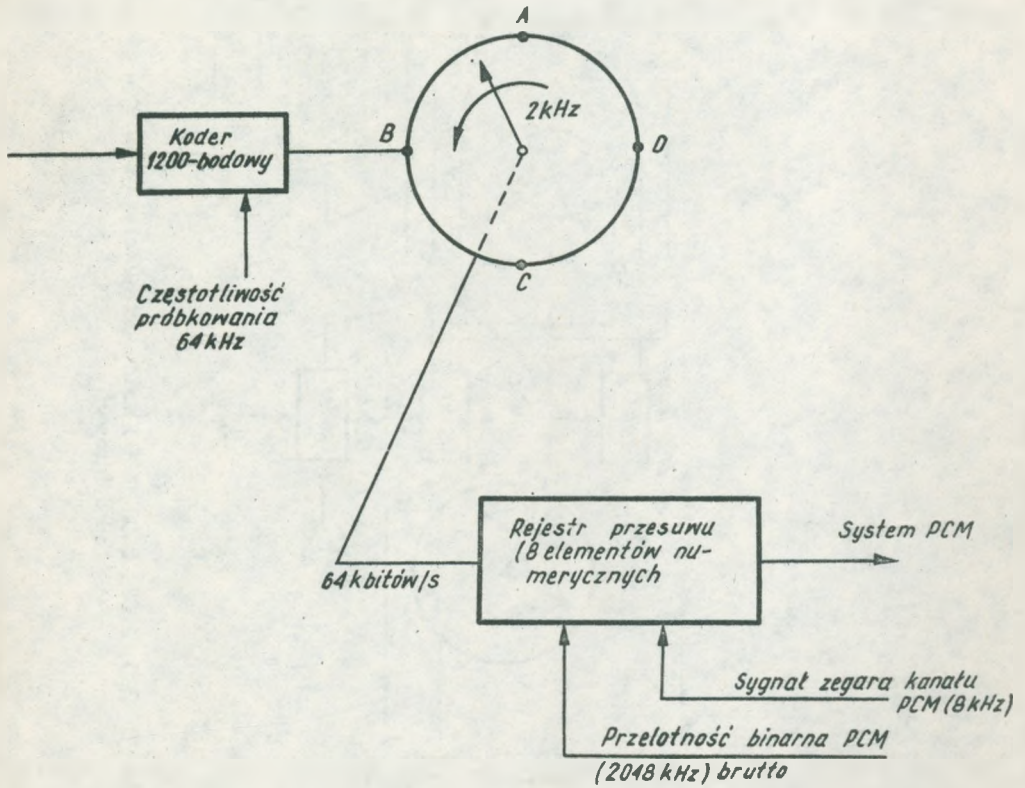
Rys. 15. Wykres czasowy przebiegów w znormalizowanym systemie PCM - 30/32
 1 - podział na ramki, 2 - podział na szczeliny, 3 - podział szczeliny na bity



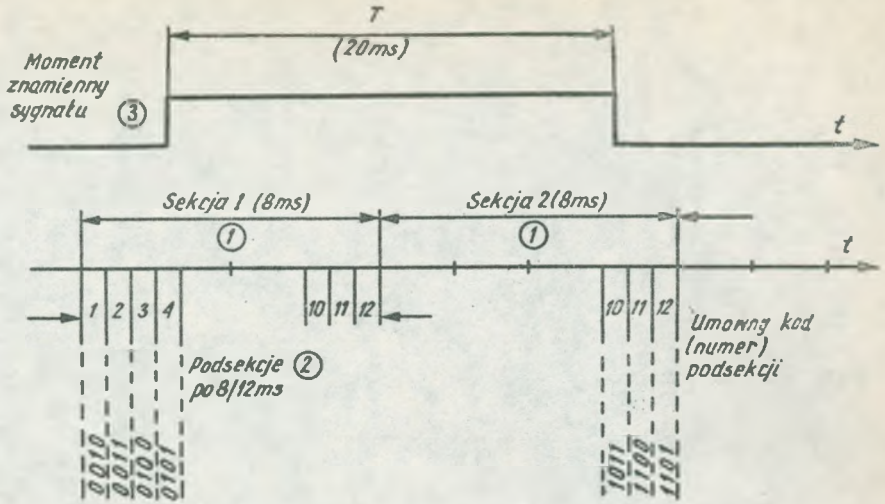
Rys. 16. Przyłączenie ośmiu kanałów 200-bodowych do systemu PCM - 30/32 metodą bez kodowania



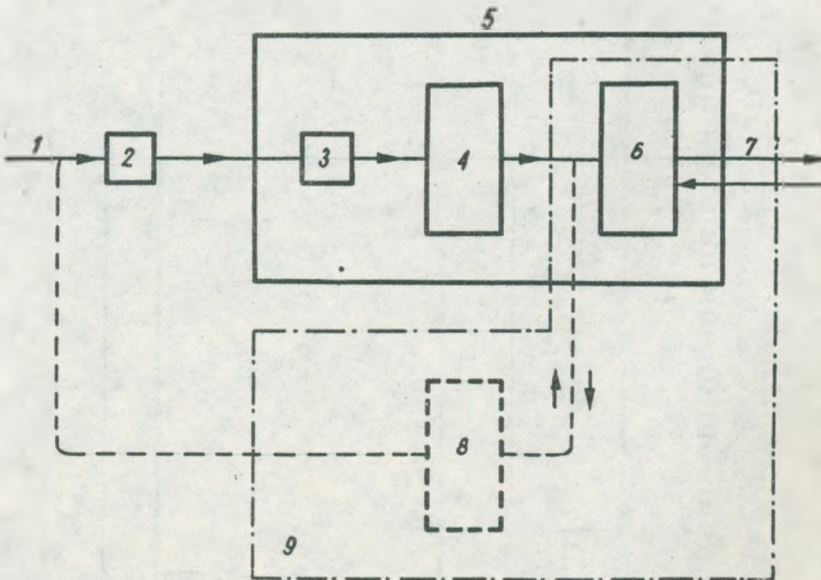
Rys. 17. Przyłączenie kanału 1200-bodowego do systemu PCM - 30/32 metodą bez kodowania



Rys. 19. Przyłączenie kanałów 1200-bodowych do systemu PCM zgodnie z metodą II /kod 8-bitowy/

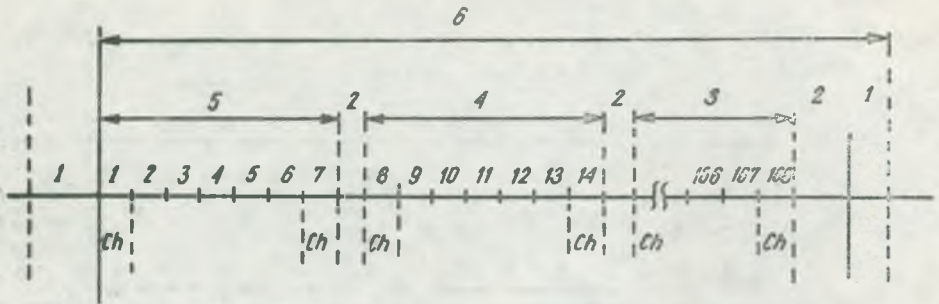


Rys. 22. Metoda CODEST kodowania położenia stanów znamiennych w sygnale



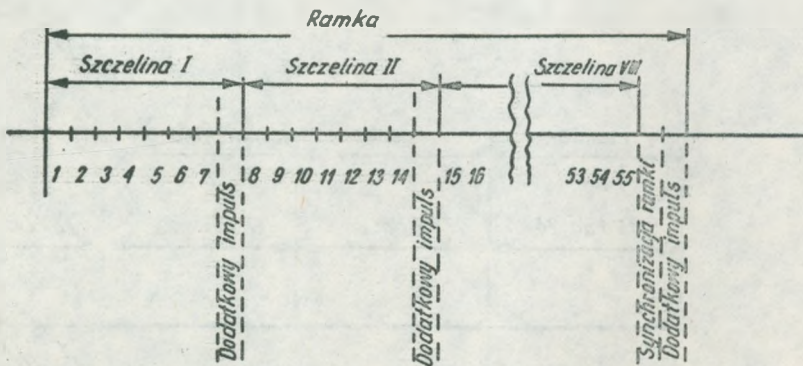
Rys. 23. Porównanie układu podzespołów w kanale telefonicznym PCM z układem w kanale PCM-D4 /dla systemu MAXI-T/

1 - wejście informacji cyfrowej, 2 - modem lub krotnica telegraficzna, 3 - indywidualne wyposażenie kanału telefonicznego, 4 - przetwarzanie sygnału analogowego, 5 - znormalizowany kanał telefoniczny PCM, 6 - wytwarzanie kanałów cyfrowych, 7 - sygnał cyfrowy liniowy, 8 - układ adaptacji sygnału cyfrowego, 9 - wyposażenie kanału PCM - D4



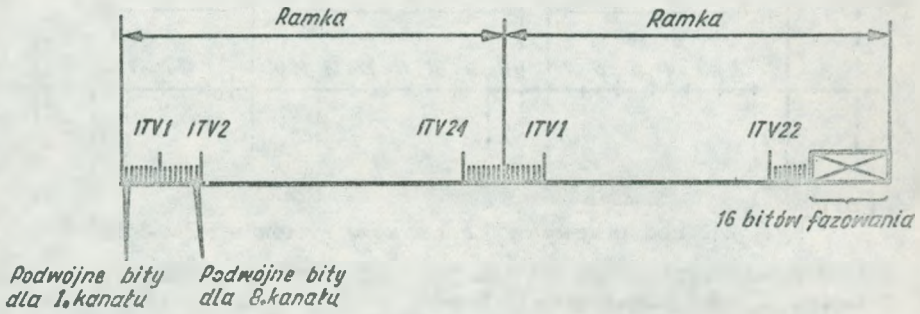
Rys. 24. Podstawowy cykl czasowy w systemie PCM-MINI-T

1 - bit synchronizacji, 2 - bit dodatkowy, 3 - dwudziesta czwarta szczelina 7-bitowa, 4 - druga szczelina 7-bitowa, 5 - pierwsza szczelina 7-bitowa, 6 - cały cykl czasowy /24 szczeliny/, Ch - kanał

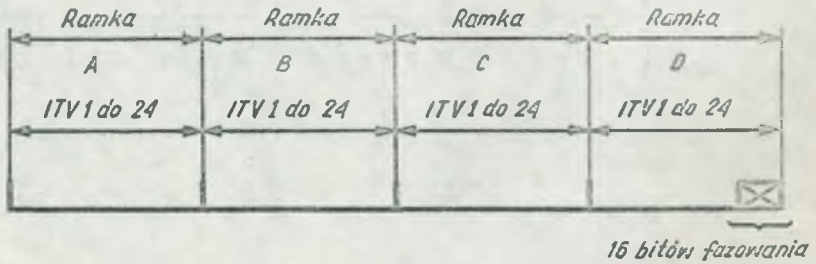


Rys. 25. Podstawowy cykl czasowy w systemie PCM-MAXI-T

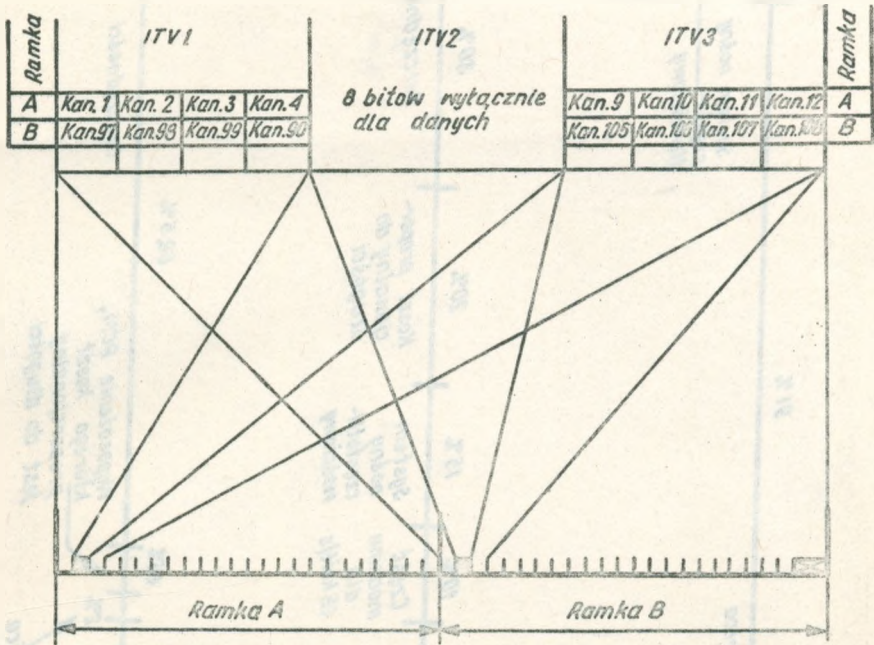
I...VIII - szczeliny 8-bitowe, 1...7, 8...14 do 50...55 - kanały



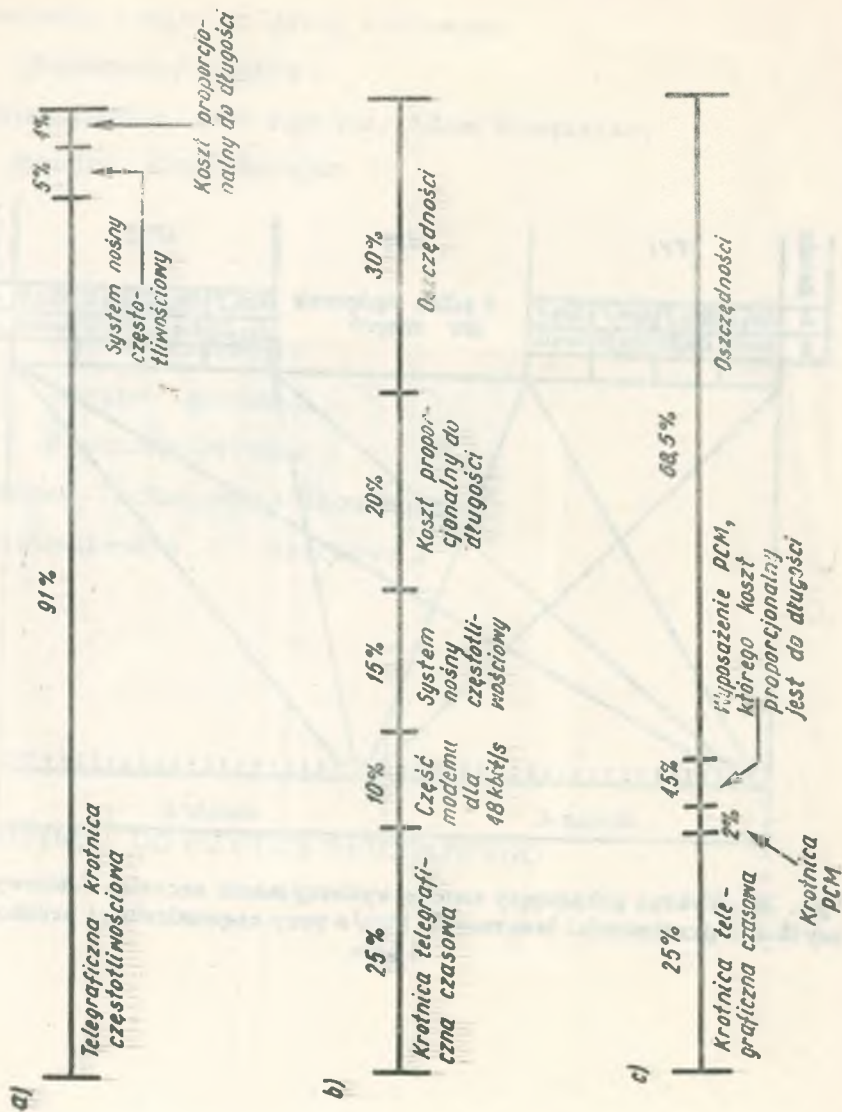
Rys. 26. Układ dwóch ramek A i B w systemie PCM dla częstotliwości próbkowania 4 kHz



Rys. 27. Układ czterech ramek A, B, C, D w systemie PCM dla częstotliwości próbkowania 2 kHz



Rys. 28. Wykres pokazujący metodę wykorzystania szczelin 8-bitowych dla uzyskania przepływności binarnej 64 kbit/s przy częstotliwości próbkowania 4 kHz



Rys. 29. Porównanie kosztów okresowych, względnych - dla realizacji telegraficznej 120 km - między urządzeniami telegrafii wielokrotnej z podziałem częstotliwościowym: a/ telegrafia z podziałem: czasowo - bez kodowania/ wykorzystującą modem i grupę pierwotną b/ lub system PCM

