



Grey Scale #13



A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

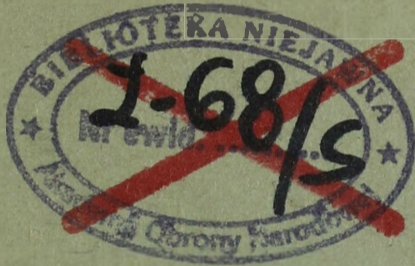


AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI

JAWNE

ASG WP wewn. 4121/87



ZASTRZEŻONE

POUFNE

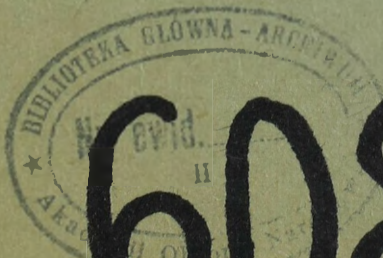
Egz. Nr.....1



Mjr dypl. Krzysztof KONIECZNY

CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ TRANSMISJI DANYCH ORAZ ICH WYKORZYSTANIE W SYSTEMACH ŁĄCZNOŚCI

SKRYPT



60849

WARSZAWA

STYCZEŃ

1988



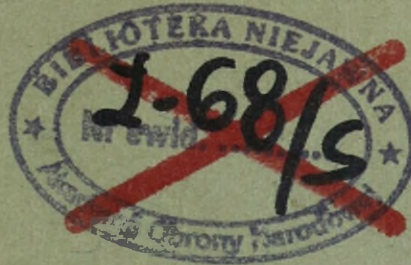
51
42506

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI

JAWNE

ASG WP wewn. 4121/87



ZASTRZEŻONE

POUFNE

Egz. Nr.....1



Mjr dypl. Krzysztof KONIECZNY

CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ TRANSMISJI DANYCH ORAZ ICH WYKORZYSTANIE W SYSTEMACH ŁĄCZNOŚCI

SKRYPT



60849

WARSZAWA

STYCZEŃ

1988

14032006 Anna KOLEK. plli
Podp. prot. pnieu. Nr 647
z dn. 24.02.2006

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI

JAWNE

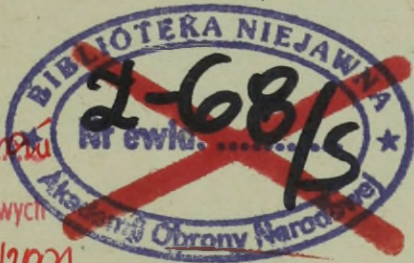
ZASTRZEŻONE

ASG WP wewn. 4121/87

POUFNE

Egz. nr 1

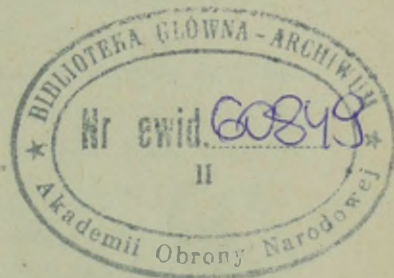
~~Przeklasyfikowana z poufne do Asg WP~~
~~podstawa przekl. Wykaz Aktualnych Wojskowych~~
~~Wydawnictwo Wewnętrznych szt. gen. 1527/2001~~
~~data i podpis 13.11.02 k. kolek. plli~~



Mjr dypl. Krzysztof KONIECZNY

CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ TRANSMISJI DANYCH
ORAZ ICH WYKORZYSTANIE W SYSTEMACH ŁĄCZNOŚCI

SKRYPT



WARSZAWA

STYCZEN

1988 r

WSTĘP	3
I. ELEKTRONICZNA POSTAĆ INFORMACJI CYFROWEJ	4
1. Pierwotny sygnał naturalny	4
2. Sygnały nosne informacji - modulacja	5
3. Manipulacja /kluczowanie/	6
II. TRANSMISJA DANYCH JAKO ELEMENT SYSTEMOW INFORMACYJNYCH ...	9
1. Pojęcie "transmisji danych"	9
2. Pośrednie i bezpośrednie zdalne przetwarzanie danych ...	10
3. Zakresy szybkości	11
4. Współdziałanie źródła i ujścia danych	12
III. ZABEZPIECZENIE /PROTEKCJA/	14
1. Błędy pierwotne	14
2. Zabezpieczenie kodowe	15
2.1. Operacje arytmetyczne modulo 2.	16
2.2. Zabezpieczenie parzystości	17
2.3. Kody cykliczne	18
2.4. Kody korekcyjne	19
2.5. Wielokrotne przekazywanie informacji	20
2.6. Systemy ze sprzężeniem zwrotnym	20
IV. ŁĄCZA TRANSMISJI DANYCH	26
1. Wiadomości wstępne	26
2. Łąca transmisji danych w sieci telekomunikacyjnej	30
3. Modemy i styki modemów	35
3.1. Modemy o przepływności binarnej do 300 bit	37
3.2. Modemy 600/1200 bodowe	39
3.3. Zasady modulacji w modemach o przepływności 2400 i 4800 bit/s	39
V. URZADZENIE TRANSMISJI DANYCH UFD-3CT	41
1. Zastosowanie i przeznaczenie	41
2. Dane techniczne	42
VI. WYKAZ LITERATURY	43

WSTĘP

Transmisja danych to dziedzina techniki telekomunikacyjnej, której zadaniem jest przekazywanie za pośrednictwem sygnałów elektrycznych na odległość danych cyfrowych z dokładnością i szybkością dostosowaną do wymagań nadrzędnego systemu. Danymi nazywamy informacje alfanumeryczne, przedstawione w postaci sformalizowanej, dostosowanej do przetwarzania za pomocą środków technicznych, najczęściej - maszyn matematycznych, a także informacje już przetworzone.

Transmisja danych w odniesieniu od telegrafii, powoduje przekazywanie danych bezpośrednio wytwarzanych i spożytkowanych przez urządzenia zautomatyzowane, a obsługa i wykorzystanie przez ludzi znajduje się na dalszym etapie. Transmisja danych ma wiele elementów wspólnych z telegrafią, w początkowym okresie rozważano, czy nie uznać jej za jedną z dziedzin telegrafii. Jednak dynamiczny rozwój postępu technicznego w telekomunikacji, jak i społeczna potrzeba rozwoju informatyki przyczyniły się do powstania transmisji danych jako oddzielnej dziedziny telekomunikacji.

W języku polskim równoważnym terminem transmisji danych jest teledacja. Pojęcie teledacja obejmuje nie tylko sprawy transmisji /czyli przesyłania/ odpowiednich sygnałów, ale sprawy ich przetwarzania na wiadomości i odwrotnie, oraz sprawy ich komutacji.

Stworzenie specjalnych cyfrowych systemów do przesyłania danych jest sprawą odległą i z punktu widzenia ekonomicznego bardzo drogą. Na dzisiaj konieczne jest efektywne wykorzystanie istniejących sieci telefonicznych i telegraficznych. Istotnym warunkiem właściwego wykorzystania do transmisji danych istniejących łączy telefonicznych i telegraficznych jest potrzebna dokładna znajomość ich właściwości.

Niniejsze opracowanie poświęcone jest charakterystyce urządzeń transmisyjnych oraz ich wykorzystaniu w systemach łączności. Poszczególne rozdziały przybliżają nam problematykę transmisji danych w szerokim tego

słowa znaczeniu. Właściwości łączny telefonicznych jak i telegraficznych w opracowaniu nie opisywano ze względu na bogatą literaturę.

Zasady działania aktualnie wprowadzanych do wojsk urządzeń teledacyjnych są zgodne z przepisami /zaleceniami/ CCITT^{x/} i mogą współpracować z urządzeniami istniejącymi już w cywilnych ośrodkach obliczeniowych.

W opracowaniu celowo zostały pominięte przepisy CCITT, aby nie zaczęły opisowego charakteru skryptu. Natomiast zasady utajniania przesyłanych informacji, to oddzielna dziedzina i zależy ona od zastosowanych technik utajniania i urządzeń /w opracowaniu nie poruszono tego zagadnienia, ze względu na brak danych/.

I. ELEKTRYCZNA POSTAĆ INFORMACJI CYFROWEJ

1. Pierwotny sygnał naturalny

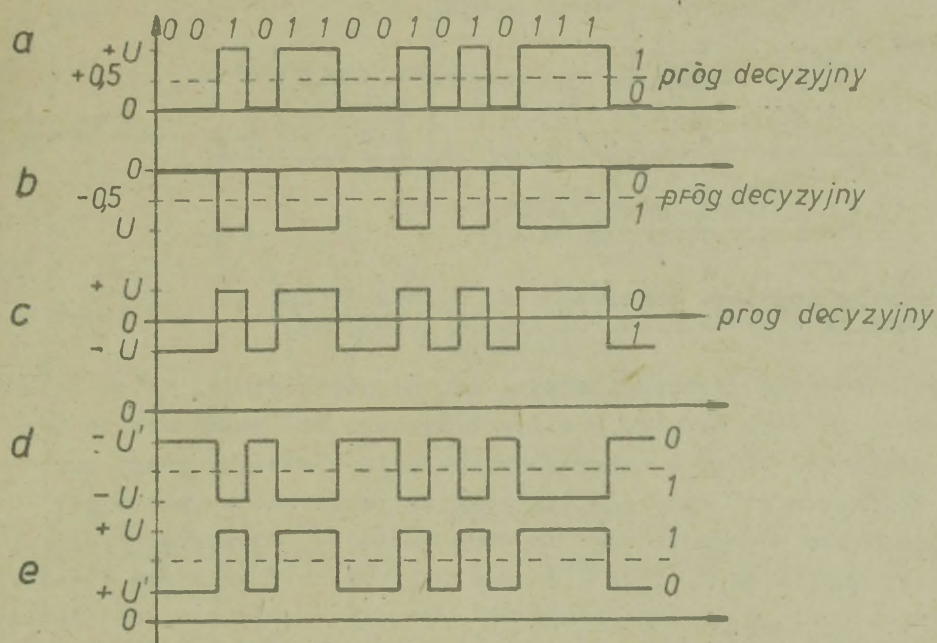
Istnieje kilka sposobów wyrażania informacji cyfrowej w postaci sygnału elektrycznego. Taka postać nosi nazwę sygnału naturalnego. Sygnał naturalny to ciąg praktycznie prostokątnych impulsów prądu stałego. Podczas trwania każdego impulsu, tzn. między jego początkiem i końcem występuje w normalnych warunkach ściśle określony stan elektryczny zwany stanem znamionym. Stan znamionny odpowiada określonej wartości i kierunkowi prądu /lub napięcia/ stałego. Ilość stanów znamionnych, jaka może występować w czasie transmisji, wynika z wartościowości zastosowanego w danym systemie kodu. Kodowi dwuwartościowemu /binarnemu/ odpowiadają dwa różne stany znamienne, kodowi trójwartościowemu - trzy, kodowi czterowartościowemu - cztery itp.

W sygnale binarnym występują dwa stany znamienne, które w transmisji danych oznacza się symbolami "0" i "1". Każdemu z tych symboli odpowiada jeden z dwóch stanów elektrycznych. W zależności od przyjętej konwencji i od zastosowanych układów elektrycznych mogą występować następujące pary stanów /rys.1/:

- a/ brak napięcia - napięcie dodatnie;
- b/ brak napięcia - napięcie ujemne;
- c/ napięcie ujemne - napięcie dodatnie
- d/ napięcie ujemne - napięcie ujemne;
- e/ napięcie dodatnie - napięcie dodatnie.

x/ CCITT - Comité Consultatif International Telegraphique et Téléphonique /po angielsku The International Telegraph and Telephone Consultative Committee/.

Międzynarodowy Komitet Doradczy do Spraw Telegrafii i Telefonii.



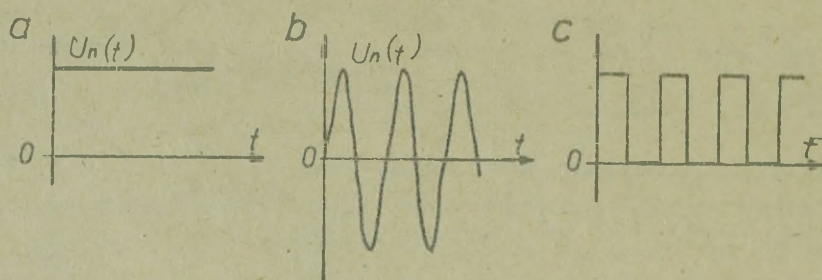
Rys.1. Pary stanów w sygnale binarnym

Każdy element sygnału binarnego w zależności od treści przesyłanej informacji może odpowiadać symbolowi "0" lub "1", w związku z czym sygnał transmisji danych składa się z występujących po sobie na przemian ciągów elementów w stanie "0" i ciągów elementów w stanie "1". Każdy taki ciąg elementów zwany jest impulsem /telegraficznym/. W przypadku nie zniekształconego sygnału transmisji danych, długość każdego impulsu jest pełną wielokrotnością długości elementu sygnału.

2. Sygnały nośne informacji - modulacja

Informacja jest przekazywana na odległość za pomocą nośnika. NOSNIKIEM nazywamy zjawisko fizyczne mające zdolność rozprzestrzeniania się. Stan "pusty" nośnik nie przekazuje nic. Proces "załadowania" informacji do "pustego" przebiegu nośnego nazywamy modulacją. Zmodulowany nośnik nazywamy sygnałem transmisyjnym. Operację odwrotną polegającą na odtworzeniu informacji z sygnału zmodulowanego nazywamy demodulacją.

Nośnikiem informacji mogą być stany stałe, drgania sinusoidalne lub ciąg impulsów /rys 2/.



Rys.2. Postacie nośników informacji a/ nośnik stały; b/ nośnik sinusoidalny, c/ nośnik impulsowy.

Pierwszym typem nośnika jest stan stały, np. napięcie stałe. Ma on tylko jeden parametr - poziom. Modulacja w tym przypadku sprowadza się do takiej zmiany napięcia, która w określonym zakresie odwzorowywałaby przesłane dane. Może przy tym zmieniać się również polaryzacja napięcia.

Drugi typ nośnika - drganie; np. zmienne napięcie, charakteryzuje trzy parametry: amplituda U ; faza φ i częstotliwość f /lub okres $T = 2\pi/f$ /.

Nośnik trzeciego typu - ciąg impulsowy - stwarza jeszcze więcej możliwości. Parametrami mogą tu być: wysokość impulsów U , faza /położenie, przesunięcie/ impulsów φ , częstotliwość impulsów f , długość /szerokość/ impulsów lub przerw τ , liczba impulsów n oraz kombinacje impulsów i przerw określająca kod K . W ostatnim przypadku mamy do czynienia z modulacją impulsowo - kodową.

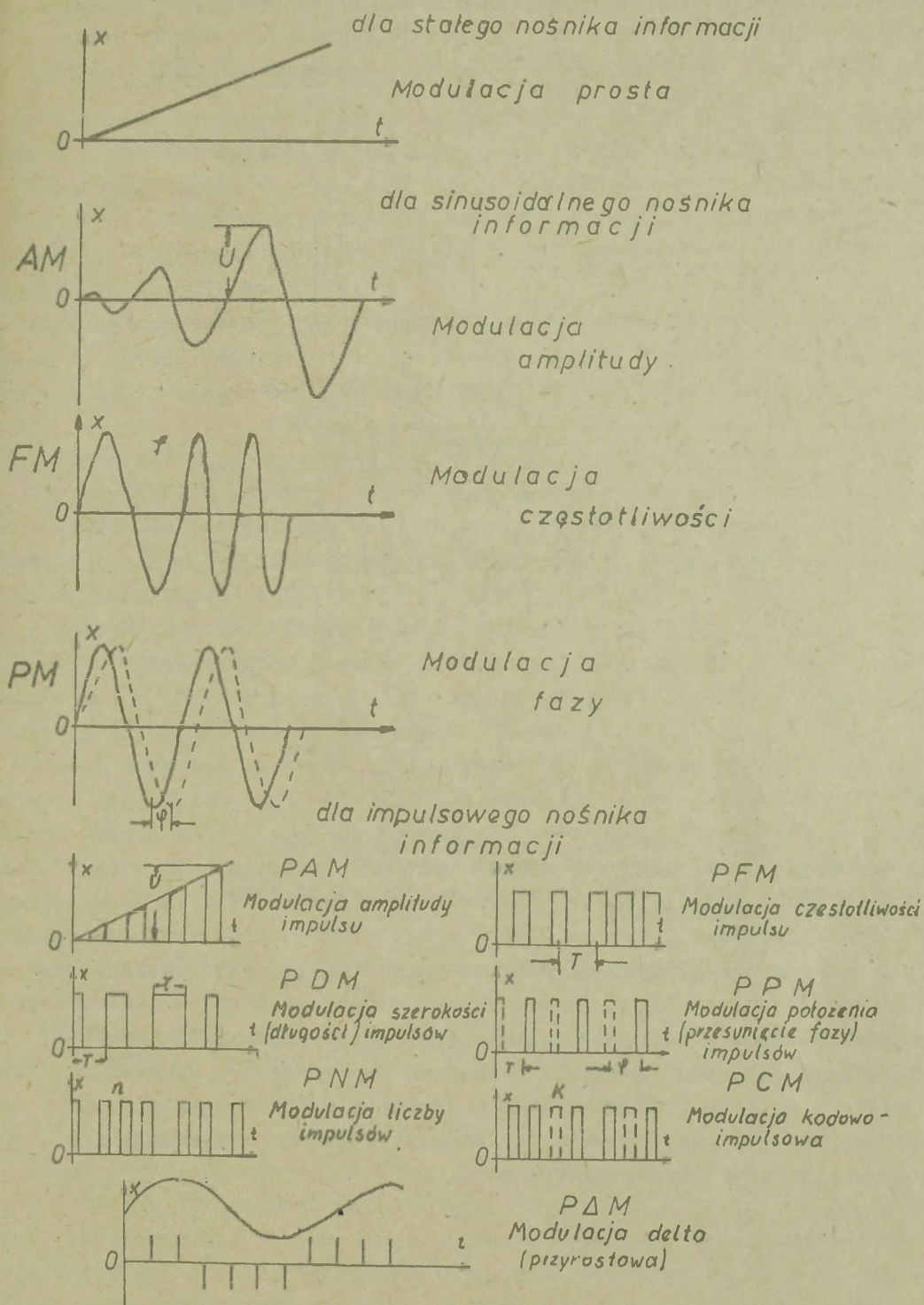
Typowe sygnały otrzymywane w różnych typach modulacji przedstawiono na rys.3.

3. Manipulacja /kluczowanie/

Aby było możliwe przesyłanie sygnału cyfrowego w dalekosiężnych łączach teletransmisyjnych, impulsy prądu stałego reprezentujące informację cyfrową muszą ulec transformacji na impulsy prądu zmiennego. W takim przypadku parametry nośnika będą przy modulacji zmieniać się skokowo. Taka skokowa zmiana parametrów nośnika nazywana jest manipulacją lub kluczowaniem. Na rys.4 pokazano binarny sygnał naturalny i sygnał przy manipulacji amplitudy częstotliwościowej i fazowej.

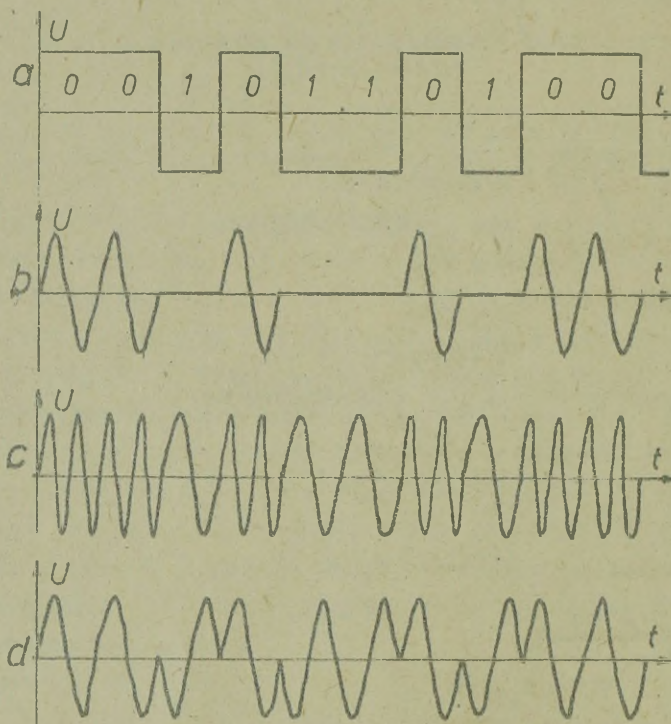
W manipulacji amplitudowej jednemu symbolowi odpowiada amplituda nośnika $0,5 A_0 /1-m/$, a drugiemu $0,5 A_0 /1+m/$. Najczęściej stosuje się sygnał z $m=1$ / m - głębokość manipulacji/ /rys 4 /.

W manipulacji częstotliwościowej, częstotliwość sygnału zmienia się skokowo o $\pm \Delta\omega$ wokół ω_0 .



Rys. 3. Rodzaje modulacji

Częstotliwości $\omega_1 = \omega_0 + \Delta\omega$ i $\omega_2 = \omega_0 - \Delta\omega$ noszą nazwę częstotliwości znamiennej. Analogicznie do FM można wprowadzić indeks dyskretnej modulacji częstotliwości, określony jako $\beta = \Delta\omega / \Omega$ gdzie $\Omega = 2\pi f = \pi / T_i$ często-



Rys. 4. Postać sygnału przy różnych typach manipulacji
 a/ sygnał naturalny, b/ sygnał manipulacji amplitudy
 c/ sygnał manipulacji częstotliwościowej d/ sygnał manipulacji fazowej

tliwość kątowa manipulacji przy określonym ciągu impulsów, T_i - czas trwania impulsów.

W manipulacji fazowej następuje zmiana fazy $\Delta\omega$ w odniesieniu do fazy przebiegu nośnego zazwyczaj o kąt $\pi/2$. Wówczas dwa elementy sygnału są przesunięte w fazie o 180° . Stosunkowo szerokie zastosowanie manipulacji fazy wynika stąd, że zapewnia ona większą wierność transmisji w stosunku do pozostałych typów manipulacji.

II. TRANSMISJA DANYCH JAKO ELEMENT SYSTEMÓW INFORMACYJNYCH

1. Pojęcie transmisji danych

Początkowo informacje "zwane danymi" powstawały i podlegały przetwarzaniu w zasięgu wyłącznie lokalnym. Dane zbierane przeważnie przez ludzi doprowadzone były przez nich za pomocą urządzeń kodujących do jednolitej formy, odpowiedniej dla wprowadzania do maszyn obliczeniowych. Wyniki przetwarzania oddawane były w formie dogodnej dla odbiorcy i jego możliwości adaptacyjnych.

W miarę gdy systemy informacyjne ulegały przestrzennej rozbudowie, przez co źródło informacji i ich punkty odbioru oddalały się od miejsca ich przetwarzania, pojawiła się potrzeba przesyłania między nimi informacji.

Technikę elektrycznego przesyłania informacji nazwano transmisją danych

Do powstania transmisji danych doprowadziły dwie zasadnicze drogi:

- społeczna potrzeba rozwoju informatyki, która począwszy od pewnego etapu nie mogła być zaspokojona bez szybkiego i pewnego przesyłania danych na duże odległości,
- znaczny postęp techniczny w telekomunikacji,

System przetwarzania danych obejmuje jeden lub kilka ośrodków przetwarzających, stacje peryferyjne oraz łączące te elementy w jeden układ przestrzenny - urządzenia transmisji danych.

Stacje peryferyjne są to przede wszystkim, urządzenia które pobierają dane ze źródeł ich powstawania, lub z przeniesionych do stacji nośników danych oraz urządzenia, które zapewniają ujście danych dla ich bezpośredniego wykorzystania przez odbiorcę dla zarejestrowania na odpowiednich nośnikach. Ponadto stacje peryferyjne mogą być wyposażone w urządzenia wspólnego przetwarzania danych, urządzenia pomiarowe, urządzenia komutacyjne i różnego rodzaju urządzenia ułatwiające eksploatację.

Urządzenia wejścia i wyjścia danych możemy podzielić na alfanumeryczne, to jest takie, które wprowadzają dane w postaci znaków alfabetu i cyfr, wizualne i akustyczne. Inna linia podziału będzie dotyczyła kierunku, a więc jednokierunkowe wejścia, jednokierunkowe ujścia i dwukierunkowe, zwane konwersacyjnymi.

Zależnie od organizacji systemu i jego układu sieciowego, łącza transmisji danych działają na kanałach telefonicznych, łączach telegraficznych, kanałach specjalnych /pośrednich pod względem szerokości między telefonicznymi i telegraficznymi/ oraz kanałach większej lub znacznie większej szerokości niż ta, jaką mają znormalizowane kanały telefoniczne. W zależności od potrzeb urządzenia końcowe łączy składają się z mo-

demów, urządzeń protekcji /zabezpieczenia przed błędami/ oraz urządzeń sterujących spełniających różnego rodzaju funkcje.

2. Pośrednie i bezpośrednie zdalne przetwarzanie danych

Cechą znamioną pośredniego działania systemu zdalnego przetwarzania danych / z j.angielskiego off - line/ jest niezależność czasowa między wejściem danych do systemu, ich procesem transmisji, ich przetwarzaniem oraz następnie transmisją.

Przykładem może być system informatyczny zaopatrzenia wojsk. W dzień, na bieżąco, lub pod koniec dnia zostają przygotowane dane o stanie amunicji, żywności, odnotowane zostają potrzeby itp. W następnym etapie dane zostają przesłane do centralnego ośrodka obliczeniowego, który je rejestruje. Po nadejściu danych z pozostałych pododdziałów, następuje ich przetworzenie, podsumowanie, porównanie z danymi znajdującymi się w pamięci ośrodka o stanie zapasów itp. Na tej podstawie do wszystkich osób funkcyjnych /lub komórek/ odpowiedzialnych za zaopatrzenie zostają wydane dyspozycje i opracowane informacje, które zostają przesłane adresatom w przewidzianym dla tego systemu czasie jednocześnie lub kolejno, ale w zasadzie niezależnie od czasu ich przetwarzania.

Przez oddzielenie poszczególnych stadiów każdy z procesów obróbki danych może być dokonywany najwłaściwszymi środkami. Urządzenia wejścia i wyjścia mogą pracować z szybkościami odpowiednimi do obsługi przez człowieka. Dla transmisji danych mogą być zajmowane w najdogodniejszym czasie i działać z szybkościami najbardziej ekonomicznymi.

Sprawdzenie prawidłowości danych, wykrywanie błędów i ich korygowanie może być dokonywane stosunkowo prostymi układami i procedurami postępowania, gdyż przy pośrednim działaniu granice czasowe są dostatecznie szerokie.

System zdalnego przetwarzania danych nazywamy bezpośrednim /z j.angielskiego: on line/, wtedy gdy między elementami znajdującymi się między wejściem danych a maszyną przetwarzającą oraz elementami znajdującymi się między tą maszyną a ujściem danych istnieją powiązania elektryczne, zapewniające przekazywanie danych. Systemy zdalnego przetwarzania danych, w których istotnym wymaganie jest ograniczenie czasu, jaki upływa od chwili wejścia danych do chwili ich wprowadzenia do maszyny, i podobnie, od chwili wyjścia z maszyny do chwili dotarcia do ujścia, są systemami bezpośrednimi. Jeżeli ta granica czasu jest na tyle niska, że dane mogą być wykorzystywane bezpośrednio do sterowania lub korygowania układu wykorzystującego, to wtedy mamy system działania w czasie realnym /rzeczywistym/. Przykładem zdalnego systemu informacyjnego

działającego w czasie realnym może być sterowanie lotem rakiety, ruchem pojazdów, pracą automatów lub zautomatyzowanym systemem dowodzenia wojskami.

Przykładem bezpośredniego zdalnego przetwarzania danych może być system, w którym pewna liczba abonentów połączona jest urządzeniami transmisji danych z maszyną do przetwarzania danych i każdy z nich może dawać zlecenie maszynie i otrzymywać niezwłocznie wyniki ich wykonania. Ponieważ wymiana danych między abonentami i maszyną jest w obu kierunkach i przypomina rozmowę, jest to jednocześnie przykład systemu dialogowego. Urządzenia wejścia i wyjścia w systemie dialogowym są dostosowane do zdolności manipulacyjnych człowieka i są niejednokrotnie specjalnie projektowane dla jakiegoś określonego przeznaczenia.

Do systemów dialogowych zaliczyć należy systemy czasodzielcze. Z usług elektronicznej maszyny cyfrowej /komputera pokładowego/ korzysta wielu abonentów. Każdy z nich pozornie jednocześnie może przekazywać dane do maszyny. Każdy z użytkowników dysponuje w maszynie własnym zbiorem danych i własnymi programami.

- podobnie
- porównanie
- programy
- programy

3. Zakresy szybkości

Szybkość transmisji, zależnie od okoliczności, określamy bądź jednostkami szybkości modulacji, to jest liczbą bodów, bądź średnią liczbą bitów przekazywanych w czasie sekundy. Szybkość modulacji /body/ jest określona przez odwrotność wyrażonego w sekundach najkrótszego odstępu modulacji, to jest założonego najkrótszego odstępu czasu między dwoma momentami przejścia od jednego stanu znamionowego do innego. Szybkość transmisji w bitach /sekundę zwana przepływnością binarną jest wielkością charakteryzującą ilość informacji przesyłaną w jednostce czasu, jest więc miarą określającą użytkowe efekty transmisji.

Wybór szybkości modulacji i przepływności binarnej zależy, z jednej strony, od szybkości, z jaką działają urządzenia wejścia i wyjścia danych od szybkości przyjmowania i wysłania danych przez urządzenie ośrodka obliczeniowego, a z drugiej strony - od właściwości zastosowanego kanału transmisyjnego i systemu jego wykorzystania.

Jeżeli wprowadzenie danych odbywa się bezpośrednio przez człowieka, który np. pisze je na klawiaturze dalekopisu, to jego szybkość manipulacji nie przekracza dziesięciu znaków na sekundę. Przy wymianie danych człowiek - maszyna i maszyna - człowiek, wystarczają szybkości modulacji od 50 do 300 bodów^x. Gamę takich szybkości zaliczamy do szybkości małych

x/ $\frac{1 \text{ sek}}{20 \text{ msek}} = 50 \text{ bodów}$, sygnał rozruchu i elementy znaku są przesyłane w ciągu 20 msek.

W tej grupie szybkość transmisji została podana poprzez szybkość modulacji i wyrażona w bodach. W zasadzie wymiana danych w tej grupie opiera się na arytmicznej strukturze sygnałów, która powoduje, że bity informacyjne stanowią jedynie część sygnału, pozostałe zaś to element "start", element "stop" i ewentualnie element zabezpieczenia przed błędami. Szybkości małe okazują się niewygodne, niekorzystne lub niemożliwe do zastosowania w wielu przypadkach, np. wtedy gdy istotnym wymaganiem jest skrócenie czasu transmisji lub gdy przeznaczony do transmisji kanał dopuszcza większe szybkości modulacji.

Następną wyższą już gamę szybkości modulacji i odpowiadającym im maksymalnych wydajności binarnych stanowią przypadki tworzenia dróg w kanałach telefonicznych. Spotykamy wtedy znormalizowane przepływności binarne 600, 1200 i 2400 bit/s, możliwe do zastosowania przy stosunkowo prostych urządzeniach transmisji danych, w sieciach telefonicznych o przeciętnym stanie i przy wykorzystaniu powszechnych urządzeń komutacyjnych.

Poprzez zastosowanie wielowartościowej modulacji w kanale telefonicznym i wprowadzenie układów korygujących osiągane są szybkości wyższe, np. 4800, 9600, 10800 i nawet większe bit/s. Wszystkie te szybkości, zaliczane są do średniej gamy przepływności binarnych.

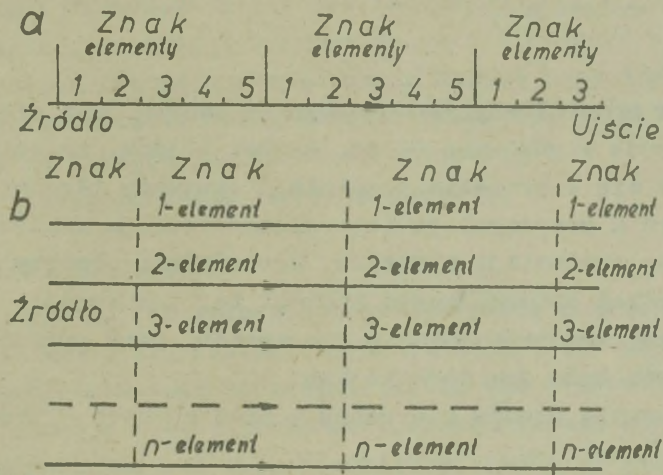
W systemie zdalnego przetwarzania danych o wielu ośrodkach obliczeniowych, realizacja współdziałania maszyn wymaga zazwyczaj znacznie wyższych szybkości transmisji. Są to szybkości zwane dużymi. W tym zakresie znormalizowaną szybkością modulacji jest 48 000 bodów. Z częściej spotykanych dużych szybkości modulacji można wymienić szybkości 64000, 72000, 130000 i 2 048000 bodów. Wprowadzanie danych przez człowieka przy średnich i dużych szybkościach transmisji jest możliwe, pod warunkiem, że od strony wejścia, między obsługą a wejściem urządzeń transmisji danych, są stosowane urządzenia rejestrujące dane na nośnikach oraz urządzenia wysyłające te dane dalej już z podwyższoną szybkością.

4. Współdziałanie źródła i ujścia danych

Zródło danych może przekazywać sygnały i elementy sygnałów znakowych jeden po drugim, systemem znanym szeregowym. W takim przypadku dla samego przekazania danych wystarcza jeden kanał transmisyjny /rys.5a/ Stosowany jest również i drugi sposób przekazywania, który można by nazwać równoległo-szeregowym. Przekazywane są wtedy jednocześnie wszystkie elementy jednego znaku lub bloku, natomiast znaki, ewentualnie bloki, przekazywane są jeden po drugim, szeregowo w czasie. Dlatego taki system przekazywania wymaga między źródłem a ujściem wielu kanałów /rys.5b/.

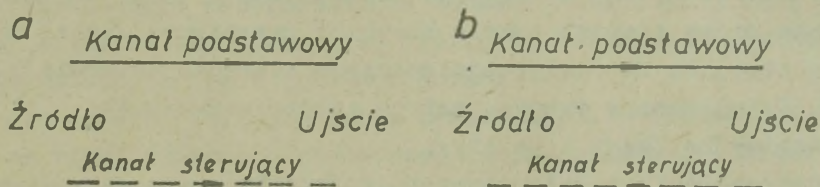
Szybkość wysyłania danych i ich ilość jest cechą charakterystyczną

źródła. Wyczerpanie zapasu danych w źródle przerywa wysyłanie. Rytm wysyłania może nie być stały. Ujście danych musi albo dostosować się do szybkości, rytmu i systemu źródła, albo musi modelować działanie źródła.



Rys.5. Przekazywanie: a/ szeregowo znaków pięcioelementowych.
b/ równoległo-szeregowo znaków n-elementowych

W pierwszym przypadku ujście danych otrzymuje instrukcje od źródła, pobierając niezbędne informacje co do szybkości i rytmu, albo oddzielnym kanałem, albo wydzielając je z ciągu elementów informacyjnych /rys.6a/



Rys.6. Sterowanie pobieraniem danych: a/ przez źródło,
b/ przez ujście

Gdy natomiast ujście ma oddziaływać na pracę źródła, powiadamiając o gotowości przyjmowania, zatrzymując wysyłanie, żądając powtarzania, to musi być zrealizowane sprzężenie zwrotne, umożliwiające sterowanie pracy źródła sygnałami wysyłanymi przez ujście. W tym celu niezbędny jest kanał transmisyjny skierowany od ujścia do źródła danych /rys.6b/. Zarówno źródło, jak i ujście mają swoje właściwe szybkości. Jeśli źródło pracuje szybciej niż ujście, to współdziałanie jest możliwe w przypadku, gdy

ujście wyposażone zostaje w urządzenie pamięci buforowej, które przechowa nadmiar nadchodzących danych do czasu możliwości przyjęcia ich przez ujście, np. w okresie przerwania działania źródła.

III. ZABEZPIECZENIE /protekcja/

1. Błędy pierwotne

Prawdopodobieństwo prawidłowego przekazywania danych jest miarą zaufania, że dane, które będą użytkowane dalej, są bez błędów, że są wiarygodne. Błędy pojawiające się w procesie transmisji nazywamy błędami pierwotnymi. Do ich powstawania przyczyniają się różnego rodzaju zakłócenia oddziałujące na przebieg transmisji sygnałów. Ograniczenie liczby błędów pierwotnych można uzyskać optymalizując warunki tej transmisji:

- kształtowanie dróg transmisyjnych w ten sposób, żeby prawdopodobieństwo błędów pierwotnych było jak najmniejsze;
- wykrywanie i usuwanie błędów pierwotnych powstających w procesie transmisji.

Wszystkie metody mające na celu wykrywanie i usuwanie błędów polegają na wprowadzeniu do procesu przekazywania informacji celowego, zorganizowanego nadmiaru, polegającego bądź na uzupełnianiu informacji istotnej, informacją uzupełniającą, zbędną dla użytkownika i dla procesu przetwarzania i nadająca się do usunięcia w dalszym postępowaniu, bądź na **powtarzaniu** jedno - lub wielokrotnym części lub całości informacji. Przy obecnym stanie techniki i organizacji wszystkie metody możemy podzielić na dwie grupy wg kryterium, czy w procesie przekazywania jest, czy nie jest wykorzystywana droga transmisyjna o kierunku przeciwnym /kanał powrotny - zwrotny w stosunku do drogi zasadniczego kierunku transmisji /kanał docelowy/. Czynnikiem w wyborze metody zabezpieczenia są:

- warunki transmisyjne /wady i zalety/,
- możliwości dysponowania kanałem powrotnym /koszty związane z utworzeniem i eksploatacją kanału/.

Zastosowanie kanału powrotnego /zwrotnego/ daje w rezultacie nie tylko możliwość przekazywania informacji o błędach, lecz i o stanie drogi. Dzięki takim informacjom możliwe jest dostosowywanie stopnia wprowadzenia zabezpieczenia, a w szczególności nadmiaru, do zmieniającego się stanu drogi transmisyjnej. W dobrych warunkach transmisji możliwe jest spełnienie wymagań wiarygodności minimalnymi wartościami wprowadzonego nadmiaru i dzięki temu uzyskanie maksymalnej w danym systemie skutecznej szybkości transmisji. Natomiast w miarę pogarszania się warunków transmisji następuje dostosowywanie stopnia zabezpieczenia tak, że w ostatecznym

wyniku wiarygodność przekazywanych informacji pozostaje ta sama.

Systemy zabezpieczenia nie stosujące kanału powrotnego można podzielić na następujące systemy:

- z wielokrotnym powtarzaniem i kodem bez nadmiaru,
 - równoległej transmisji różnymi drogami,
 - równoległej transmisji różnymi drogami i kodowym wykrywaniem błędów,
 - jednokrotnej transmisji z korekcją kodową bezpośrednią.
- Systemy zabezpieczające z kanałem powrotnym dzielimy na:
- systemy ze sprzężeniem zwrotnym informacji;
 - systemy ze sprzężeniem zwrotnym decyzji.

2. Zabezpieczenie kodowe

Przy pomocy kodu zabezpieczającego wykrywamy powstające błędy i ewentualnie je usuwamy. Właściwości zabezpieczające kod uzyskuje dzięki wprowadzeniu zaprogramowanego nadmiaru. Jeżeli kod pierwotny, to znaczy kod, w którym informacje były doprowadzone, dawał liczbę możliwych informacji I , to po przejściu na kod zabezpieczający liczba ta wzrasta do N . Różnica między N i I jest więc wyrazem nadmiaru. Założeniem które doprowadzi do wykrywania błędów jest to, że z N możliwych kombinacji kodowych wykorzystujemy jedynie I , są to kombinacje użytkowane. Pozostałym kombinacjom nie przepisujemy żadnej informacji poza tym, że świadczą o błędzie w transmisji. Są to kombinacje jałowe. Jeżeli zamiast kombinacji użytkowanej odbiornik zarejestruje kombinację jałową, odbiór zostaje zakwestionowany.

System kodowego zabezpieczenia będzie skuteczny, jeżeli w przypadku błędów, błędy te będą powodować przejścia kombinacji użytkowanych w kombinacje jałowe, a nie w inne użytkowane.

Bardzo często ciągi elementów przesyłanych w transmisji danych dzielone są na bloki złożone z jednakowej liczby elementów. Bloki są zabezpieczone jako całość przez odpowiednie wprowadzenie nadmiaru. Kody zabezpieczające działające na tej zasadzie nazywamy kodami blokowymi. W wielu kodach blokowych ciąg informacyjny doprowadzony do kodera zajmuje zawsze zdefiniowane - np. pierwsze i pozycje. Pozostałe pozycje w liczbie k zajmują elementy kontrolne, określone prostymi wzorami wiążącymi je z odpowiednimi im elementami informacyjnymi. Kody takie nazywamy systematycznymi.

Wykrycie za pomocą odpowiedniej budowy kodu, że w pewnym ciągu elementów znajduje się błąd, może posłużyć do usunięcia błędu, np. przez powtórzenie tego ciągu. Gdy jednak kod binarny jest tak opracowany, że wykrycie błędnego ciągu pociąga za sobą ponadto, wykrycie, który z elementów

ciągu jest błędny, wtedy usunięcie błędu może być dokonane natychmiast bez uciekania się do powtarzania ciągu. Kod tego rodzaju nazywamy korekcyjnym.

Zwiększając nadmiar N możemy podnieść skuteczność zabezpieczenia; robimy to kosztem komplikacji urządzeń i obniżenia szybkości transmisji.

2.1. Operacje arytmetyczne modulo 2

Przy opisywaniu ciągu elementów binarnych możemy stosować zapis w postaci szeregu odpowiednio uporządkowanych zer i jedynek. Stosowany jest również zapis w postaci wielomianów. I tak np. ciąg z n elementów zapisujemy w postaci ogólnej:

$$a_{n-1}x^{n-1} + a_{n-2}x^{n-2} + \dots + a_2x^2 + a_1x + a_0x^0$$

$a_{n-1} \cdot x^2 + a_{n-1} \cdot x^1 + a_n \cdot x^0$

gdzie a są współczynnikami wartościującymi, mogąymi w przypadku ciągu binarnego przyjmować wartości 0 lub 1. Wykładniki i indeksy odpowiadają miejscu elementu w ciągu, zaczynając liczenie miejsc od 0. Wybierając dla przedstawienia przykładu zapis ciągu

$$1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \qquad 1011$$

i uwzględniając wartości a , opuszczając więc wyrażenia zerowe, otrzymujemy zapis w postaci wielomianu

$$x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1 \qquad x^3 + x + 1$$

W wielu kodach zasady zabezpieczenia wyrażają się operacjami dodawania, odejmowania, mnożenia przeprowadzonymi wg zasady modulo 2:

dodawanie

$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0 \\ 0 + 1 &= 1 \\ 1 + 0 &= 1 \\ 1 + 1 &= 0 \end{aligned}$$

mnożenie

$$\begin{aligned} 0 \times 0 &= 0 \\ 0 \times 1 &= 0 \\ 1 \times 0 &= 0 \\ 1 \times 1 &= 1 \end{aligned}$$

Dodawanie dwóch ciągów ilustruje przykład

$$\begin{array}{r} 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ + \quad 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \end{array}$$

Wg zasady modulo 2 odejmowanie jest równoważne dodawaniu.

Przykład mnożenia:

$$\begin{array}{r}
 101101 \\
 \times \quad 1001 \\
 \hline
 101101 \\
 + 101101 \\
 \hline
 101000101
 \end{array}$$

Przykład dzielenia:

$$\begin{array}{r}
 101101 \\
 \hline
 101000101 : 1001 \\
 + 1001 \\
 \hline
 1100 \\
 + 1001 \\
 \hline
 1011 \\
 + 1001 \\
 \hline
 1001 \\
 1001 \\
 \hline
 0000
 \end{array}$$

W operacji dzielenia zastosowano dodawanie jako równoważne odejmowaniu.

2.2. Zabezpieczenie parzystości

Do kategorii kodów systematycznych należą kody wykrywające błędy nieparzyste, w których zastosowano zabezpieczenie parzystości. Do każdej kombinacji znakowej zostaje dodany element kontrolny, wyrównujący liczbę jedynek do parzystości.

Znak	Ciąg znakowy	Element kontrolny
A	1 0 0 0 0 0 1	0
B	0 1 0 0 0 0 1	0
C	1 1 0 0 0 0 1	1
T	0 0 1 0 1 0 1	1
U	1 0 1 0 1 0 1	0
V	0 1 1 0 1 0 1	0

Przedstawiony przykład daje kod o minimalnej odległości kodowej $d_{\min}=2$. Umożliwia on wykrycie wszystkich błędów 1-, 3-, 5- i 7-krotnych, to jest wszystkich błędów nieparzystych.

Przy parzystościowym zabezpieczeniu ciągów z n elementów wartość elementu kontrolnego otrzymujemy z równania:

$$a_{n+1} = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$$

szluzbowymi /sterowania/, a nastepnie poddany procesowi dzielenia przez wielomian generujacy. Reszta dzielenia jako wielomian od x^{15} do x^0 zostaje dołączona do ciągu szluzbowego i do ciągu informacyjnego na koniec bloku. Przy odbiorze następuje dekodowanie, polegające na operacji dzielenia przez wielomian generujacy. Brak reszty jako rezultatu dzielenia jest potwierdzeniem bezblednego przeniesienia. Długość ciągu elementow informacyjnych w bloku zależy od założonej długości bloku. Spotykane są długości bloku: 260, 500 lub 980 elementow /bitow/ - Każdy z blokow zawiera na koncowych pozycjach 4 elementy szluzbowe i 16 elementow kontrolnych; pozostałe tworzą ciąg informatyczny.

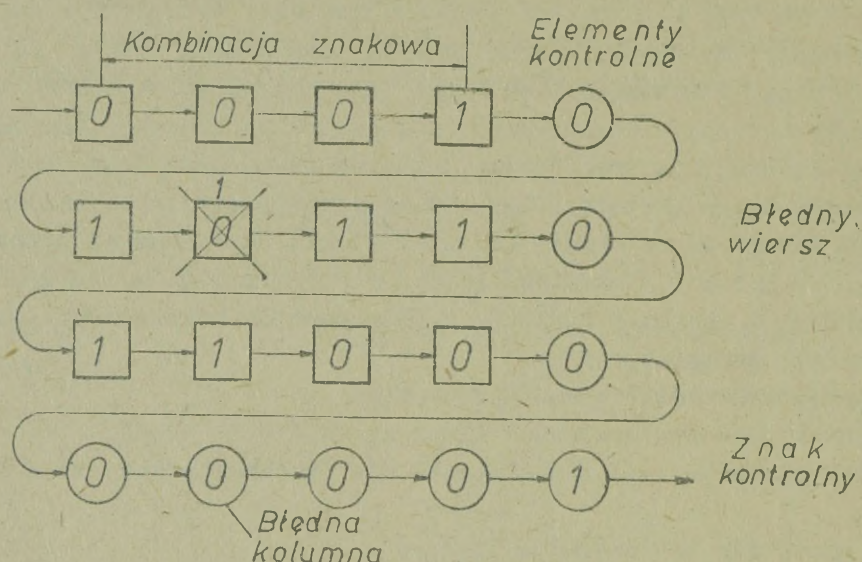
Powyższy system kodowania zapewnia wykrycie:

- a/ wszystkich blokow zawierajacych nieparzystą liczbę błędow
- b/ wszystkich pakietow błędow o długości nie przekraczajacej 16 elementow
- c/ znaczną część innych rozkładow błędow.

2.4. Kody korekcyjne

Wyżej opisane zasady kodowania polegały na tym, że usunięcie błędu następowalo przy pomocy odrębnej procedury przede wszystkim przez powtórzenie zakwestionowanych ciągow. W niektórych przypadkach informacja, że w pewnej części ciągu nastąpił bład, nie może być wykorzystywana do usuwania błędow przez spowodowanie powtórzenia, np. wobec braku drogi powrotnej, albo ze względu na szybkie zdezaktualizowanie przydatności przekazywanych danych. Wtedy uciekamy się do kodow o takiej strukturze, która pozwala nie tylko na wykrycie zaistnienia błędow, ale również na wyznaczenie, który z elementow został przekazany błędnie. Są to kody korekcyjne. Jeżeli posługujemy się kodem binarnym, to stwierdzenie, który z elementow jest błędny, umożliwia bezpośrednio skorygowanie błędu. Jeżeli stwierdzimy, że 0 jest błędem, to tylko 1 będzie prawidłowe. W prostym przypadku pojedynczego błędu możemy wzmocnić zabezpieczenie parzystościowe, postępując jak na rys.8. i dzięki temu wyznaczyć, który element jest błędny.

W podanym przykładzie trzy znaki czteroelementowe zostały zabezpieczone parzystościowo, przez dodanie piątych elementow o odpowiedniej wartości. Te trzy znaki już pięcioelementowe zostają przesłane jeden za drugim. Dodajemy dla zabezpieczenia znak czwarty, nie mający znaczenia informatycznego, zbudowany tak, żeby suma elementow o tej samej liczbie porządkowej w znakach dawała zero /liczba jedynek parzysta/. Przecięcie się linii błędnego wiersza i linii błędnej kolumny wyznacza błędny element. W przykładzie jest to drugi element drugiego znaku.



Rys.8. Wykrywanie błędnego elementu przy pomocy zabezpieczenia parzystościowego

2.5. Wielokrotne przekazywanie informacji

Powtarzając wielokrotnie transmisję ciągu elementów, porównując ciągi odebrane i wybierając jako prawidłowe te, które w większości odebrane zostały jednakowo, można zmniejszyć znacznie prawdopodobieństwo błędnej transmisji.

Wyniki zabezpieczenia będą gorsze, gdy błędy występują pakietami. Jeżeli przy przesłaniu wybrać dostatecznie duże odstępy między ciągami, to można zmniejszyć ilość przypadków, w których pakiet błędów obejmowałby dwa powtarzające się ciągi.

Wadą opisywanego przesyłania wielokrotnego jest bardzo dotkliwe obniżenie skutecznej szybkości transmisji. Zamiast kolejnego przesyłania tego samego ciągu po tej samej drodze, możliwe jest z podobnym skutkiem przesyłanie jednoczesne tego samego ciągu wieloma różnymi drogami. Przy przestrzeganiu niezależności takich dróg można osiągnąć, że błędy występują na każdej z nich całkowicie niezależnie, co zwiększa skuteczność zabezpieczenia.

2.6. Systemy ze sprzężeniem zwrotnym

W systemie zabezpieczenia zwrotnego w przypadku stwierdzenia błędu nadajnik powtarza błędny fragment aż do momentu uzyskania prawidłowego odbioru. Powtarzanie obniża chwilowo szybkość skuteczną transmisji. Powta-

rzanie nie ogranicza się do zakwestionowanego bloku, ale powtarzane są i wszystkie następne, które przez nadajnik zostały wysłane, zanim opracowana i podjęta została decyzja o potrzebie powtórzenia. Czas niezbędny dla podjęcia i przekazania takiej decyzji jest zawsze większy od sumy czasu transmisji bloku od nadajnika do odbiornika i czasu transmisji od odbiornika do nadajnika.

Decyzja o powtórzeniach może być podejmowana bądź po stronie odbiornika, bądź dopiero na stacji nadawczej. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z systemem ze sprzężeniem zwrotnym decyzji, w drugim - ze sprzężeniem zwrotnym informacji.

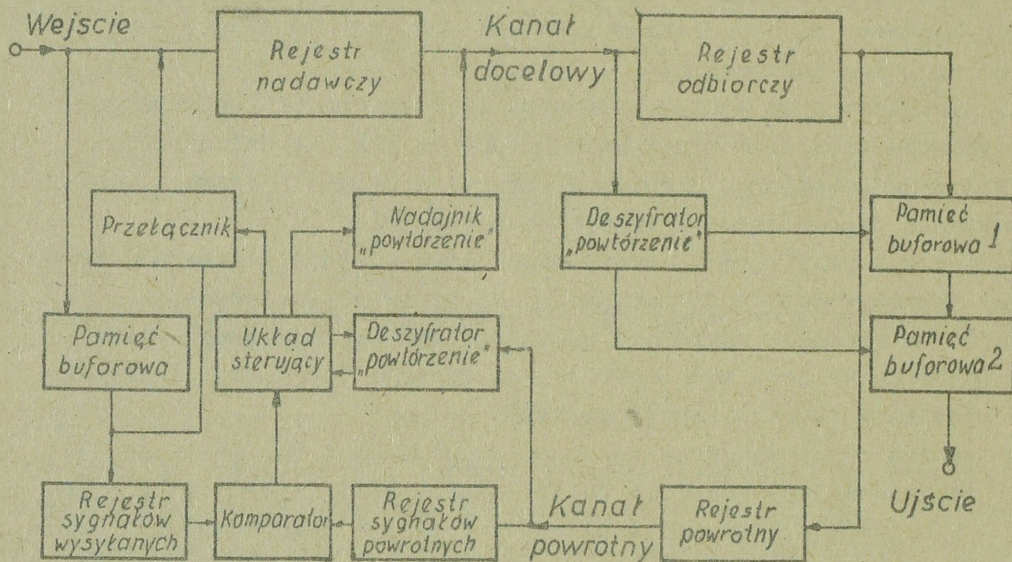
Nadmiar wprowadzony do systemu kodowego ze sprzężeniem zwrotnym decyzji ma za zadanie umożliwić wykrywanie błędów po stronie odbiorczej. Ograniczenie zadań nadmiaru, jedynie do wykrycia błędów w ciągach, pozwala na utrzymanie jego objętości w skromnych rozmiarach.

Wiadomość o wykryciu błędu w otrzymanym bloku zostaje przekazana poprzez kanał powrotny do stacji nadawczej, która przerywa nadawanie i przechodzi do powtarzania uprzednio wysłanego zakwestionowanego bloku. Decyzja o powtórzeniu jest podejmowana w urządzeniu odbiorczym i przekazywana do wykonania poprzez kanał powrotny.

Zaletą systemu ze sprzężeniem zwrotnym decyzji jest to, że ilość informacji w decyzjach jest znacznie mniejsza od ilości informacji w przesyłanych danych. Dzięki temu kanał powrotny może być utworzony bądź przez przeznaczenie na ten cel nieznacznej części pasma użytkowego kanału, bądź przez podział w czasie użytkowania tego kanału jako docelowego i powrotnego. Również możliwe jest zwiększenie stopnia zabezpieczenia przesyłanej decyzji nawet przy wąskim jego pasmie, przez zastosowanie samoczynnej kodowej korekcji błędów.

Inne rozwiązanie problemu zabezpieczenia przez sprzężenie zwrotne polega na przekazaniu odebranej informacji do urządzenia nadawczego i sprawdzeniu w nim przez porównanie, czy nadane i odebrane informacje się pokrywają. Gdy stwierdzone zostaną różnice między elementami porównywanych bloków, nadajnik przerywa wysyłanie dalszych bloków i rozpoczyna powtarzanie błędnego bloku. Systemy, w których decyzja o powtarzaniu podejmowana jest w urządzeniu nadawczym, na podstawie porównania wysyłanej informacji z informacjami odsyłanymi w pełni lub w ekstrakcie przez odbiornik, nazywamy systemami ze zwrotnym sprzężeniem informacji. Zaletą tego systemu jest to, że nie wymaga wprowadzania nadmiaru do kodu. Wadą jest to, że kanał powrotny w tym zastosowaniu musi mieć przepływność i jakość nie mniejszą od kanału docelowego i że przesyłanie dwukrotne każdej informacji, raz w jednym, raz w drugim kierunku, zwiększa prawdopodobień-

stwa powstawania błędów. Można zaoszczędzić na przepływności kanału powrotnego, przesyłając dla porównania w nadajniku jedynie ekstrakt kontrolny odebranej informacji. Przykład systemu ze sprzężeniem zwrotnym informacji, przedstawiono na rys.9.



Rys. 9. System ze sprzężeniem zwrotnym informacji

Urządzenia nadające i odbiorcze połączone są dwoma dyskretnymi kanałami, jeden docelowy dla przesyłania danych od nadajnika do odbiornika, drugi powrotny przeznaczony do tego samego celu, ale w odwrotnym kierunku. Oba kanały mają taką samą przepływność i w granicach tolerancji eksploatacyjnych nie różnią się prawdopodobieństwem i charakterem błędów pierwotnych. Z kierunku źródła przez wejście wprowadzone są ciągi elementów informacyjnych do urządzenia nadającego, przechodzą przez kanały transmisyjne, urządzenia odbierające i kierowane są do ujścia. Droga zasadnicza prowadzi przez rejestr nadawczy, grupujący element w bloki, kanał docelowy, rejestr odbiorczy, pamięć buforową 1 i pamięć buforową 2.

Sprawdzenie prawidłowości przesłanej informacji następuje w komparatorze. Z jednej strony do komparatora dołączony jest rejestr sygnałów wysyłanych sterowany poprzez pamięć buforową, tymi samymi ciągami elementów, które dochodzą ze źródła do rejestru nadawczego. Z drugiej strony komparatora znajduje się rejestr sygnałów pierwotnych, otrzymujący bloki elementów poprzez kanał powrotny, rejestr powrotny z wyjścia rejestru odbiorczego.

Przesyłanie bloków elementów jednego po drugim trwa nieprzerwanie, do póki źródło dostarcza dane oraz dopóki komparator nie stwierdzi niezgodności w porównywanych blokach. W tym przypadku komparator wysyła odpowiedni sygnał do układu sterującego, który przez przełącznik przerywa proces normalnego nadawania i bezpośrednio uruchamia nadajnik "powtórzenie" dla wysyłania sygnału powtórzenia. Następnie z pamięci buforowej urządzenia nadającego zostaje wysłany blok zakwestionowany i wszystkie następne, które urządzenie zdążyło wysłać zanim doszło do decyzji powtórzenia. przez deszyfrator powtórzenia, co wywołuje anulowanie wszystkich bloków znajdujących się w pamięci buforowej, a więc wszystkich bloków ostatnio odebranych do zakwestionowanego bloku włącznie. Na ich miejsce zostają wprowadzone do pamięci buforowej 1 jeszcze raz bloki powtórzone przez pamięć buforową urządzenia nadawczego.

Liczba bloków powtarzanych zależy od długości pętli, a dokładniej od czasu przejścia sygnałów od nadajnika do odbiornika i z powrotem, wyrażonego w zaokrąglonej liczbie czasów transmisji bloków powiększonej o jeden. Pojemność pamięci buforowej nadajnika musi odpowiadać tej minimalnej liczbie bloków, uwzględniającej najdłuższe przewidywane czasy przejścia sygnałów w dołączonych drogach transmisyjnych.

Możliwe jest błędne przekazanie sygnału powtórzenia do odbiornika, tak że odbiornik nie anuluje bloków pamięci buforowej 1 i przejdą one do pamięci buforowej 2. Wtedy nadajnik nie otrzyma również z powrotem sygnału powtórzenia i zareaguje w ten sposób, że wyśle go jeszcze raz, ale już dwukrotnie. Błędne przekazanie sygnału powtórzenia powoduje stratę czasu na powtórzenie. Większe prawdopodobieństwo prawidłowej transmisji tego sygnału uzyskuje się przez kodowe nadmiarowe zabezpieczenie.

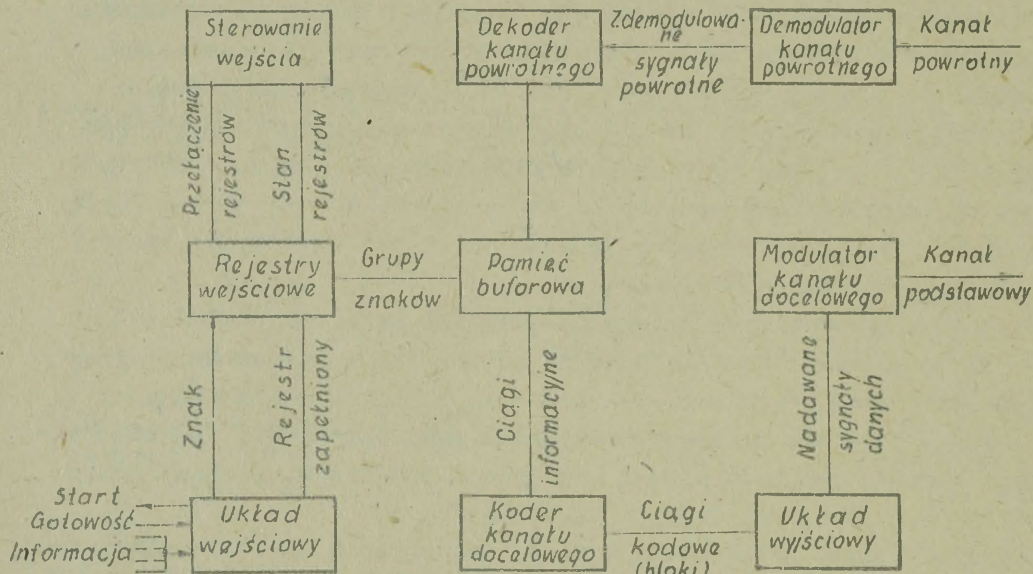
Przykład systemu ze sprzężeniem zwrotnym decyzji

Podstawą do wyjaśnienia działania urządzenia będą dwa rysunki funkcjonalne: jeden stacji nadawczej /rys.10/, drugi stacji odbiorczej /rys.11/. Oba dają obraz uproszczony, pomijający niektóre funkcje i elementy, niezbędne dla prawidłowego działania, jak automaty, układy sygnałów służbowych, układy synchronizacji, zbytecznej jednak przy omawianiu wybranego przykładu zabezpieczenia.

Przykład systemu ze sprzężeniem zwrotnym decyzji transmisji danych zapewnia nam średnią szybkość modulacji 1200 bodów, w którym kanał docelowy i kanał powrotny mieszczą się w tym samym kanale telefonicznym. W tym drugim kanale szybkość modulacji wynosi jedynie 60 bodów. Szerokość kanału powrotnego jest znacznie węższa niż szerokość kanału docelowego, zajmuje on dolną część pasma telefonicznego. System jest w zasadzie jednokierunkowy. Jeżeli zajęty kanał telefoniczny na to zezwala, a urządzenia

na obu współdziałających stacjach są zarówno nadawcze jak i odbiorcze, to możliwa jest naprzemienna zmiana kierunku przekazywania danych.

Stacja nadawcza. Znaki ze źródła dochodzą szeregowo jeden po drugim,



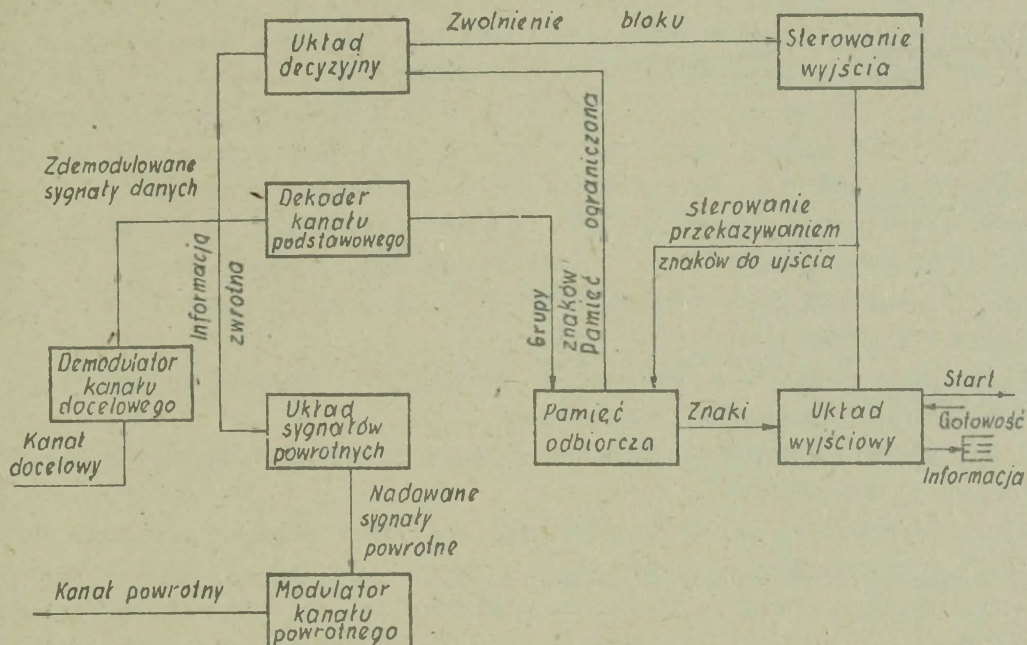
Rys.10. Uproszczony schemat funkcjonalny stacji nadawczej

ale elementy znaków wprowadzane są do układu wejściowego jednocześnie równoległymi przewodami. Układ wejściowy steruje pobieraniem danych, wysyłając przewodem start odpowiedni sygnał do źródła, kierując się w tym działaniu stanem zapełnienia rejestrów wejściowych. Układ wejściowy wysyła dalej elementy już kolejno - szeregowo. Są dwa rejestry wejściowe o pojemności odpowiadającej ilości elementów informacyjnych w bloku. Wtedy gdy jeden z rejestrów odbiera elementy z układu wejściowego, drugi przekazuje uprzednio pobraną grupę blokową do pamięci buforowej. Przełączanie rejestrów powoduje układ sterowania wejścia.

Poprzez pamięć buforową ciągi informacyjne dochodzą do kodera kanału docelowego, który uzupełnia ciąg informacyjny elementami kontrolnymi i wysyła je dalej do układu wyjściowego i do modulatora kanału docelowego.

Po stronie odbiorczej sygnały trafiają do demodulatora kanału docelowego i stamtąd do dekodera kanału /rys.11/. Po zbadaniu bloku dekodek określa, czy blok jest odebrany prawidłowo, czy błędnie i przekazuje wynik do układu decyzyjnego. Do pamięci odbiorczej trafiają z dekodera wyłącznie części informacyjne bloków. Jeżeli dekodek nie stwierdził błędów w bloku, to układ decyzyjny zadziała jednocześnie w dwóch kierunkach:

powoduje, że układ sygnałów powrotnych wysyła sygnał "akceptuję" oraz za pośrednictwem układu sterowania wyjścia zwalnia blok znajdujący się w



Rys.11. Uproszczony schemat funkcjonalny stacji odbiorczej

pamięci odbiorczej do układu wyjściowego. Tam znajduje podział ciągu informacyjnego na znaki i przekazanie do wyjścia już rytmem równoległo-szeregowym. Sygnał "akceptuję" dociera kanałem powrotnym do demodulatora kanału powrotnego przez modulator kanału powrotnego i dalej do dekodera kanału powrotnego, gdzie zostaje rozeznany jako potwierdzenie prawidłowości odbioru bloku, co powoduje, że pamięć buforowa pobiera następną informacyjną część bloku. Opisane działanie ulega zmianie, gdy w odbiorniku dekodery kanału docelowego stwierdzi błędny odbiór bloku. Związany z dekodery układ decyzyjny nie zwalnia tego i dwóch następujących po nim bloków znajdujących się w pamięci odbiorczej, przez co nie dopuszcza do ich wykorzystania. Jednocześnie zostaje wysłany kanałem powrotnym sygnał "powtórz", który wykryty w dekodery kanału powrotnego /rys.11/ sprawia, że pamięć buforowa przekaże w celu powtórzenia do dekodery kanału docelowego ciągu informacyjne zakwestionowanego bloku oraz dwóch następujących po nim bloków.

Urządzenia o systemie ze sprzężeniem zwrotnym decyzji znalazły zastosowanie w wojsku np. UTD-211, UTD-2A-1200; UTD-3CT.

IV. ŁĄCZA TRANSMISJI DANYCH

1. Wiadomości wstępne

Informacje /dane/ przeznaczone do transmisji danych /patrz rozdział I/ mogą pochodzić bezpośrednio ze źródła informacji lub mogą być nadawane z trwałego nośnika informacji. Również dane w punkcie ich przeznaczenia mogą być wprowadzane bezpośrednio do ich końcowego odbiornika, zwanego ujściem danych /np. do elektronicznej maszyny cyfrowej/.

Jednak niezależnie od tych różnic, w pewnym przekroju drogi, którą przebywają te dane od źródła do ujścia informacji, zostają one przekształcone po stronie nadawczej na sygnały elektryczne w postaci określonego ciągu impulsów.

Ten przekrój, zgodnie z definicjami przyjętymi w telekomunikacji jest początkiem łącza transmisji danych.

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

Urządzenie nadawcze A_N wytwarzające sygnały elektryczne przeznaczone do transmisji i urządzenie odbiorcze A_O przyjmujące te sygnały po ich transmisji odgrywają w układzie transmisyjnym rolę końcową urządzeń transmisji danych.

Przekroje, w których urządzenia końcowe podłącza się do łączy transmisji danych, są nazywane stykami zewnętrznymi i oznaczone symbolami

S_{3N} - styk zewnętrzny nadawczy

S_{3O} - styk zewnętrzny odbiorczy.

Połączenie telekomunikacyjne przeznaczone do transmisji danych można przedstawić według schematu rys.12.

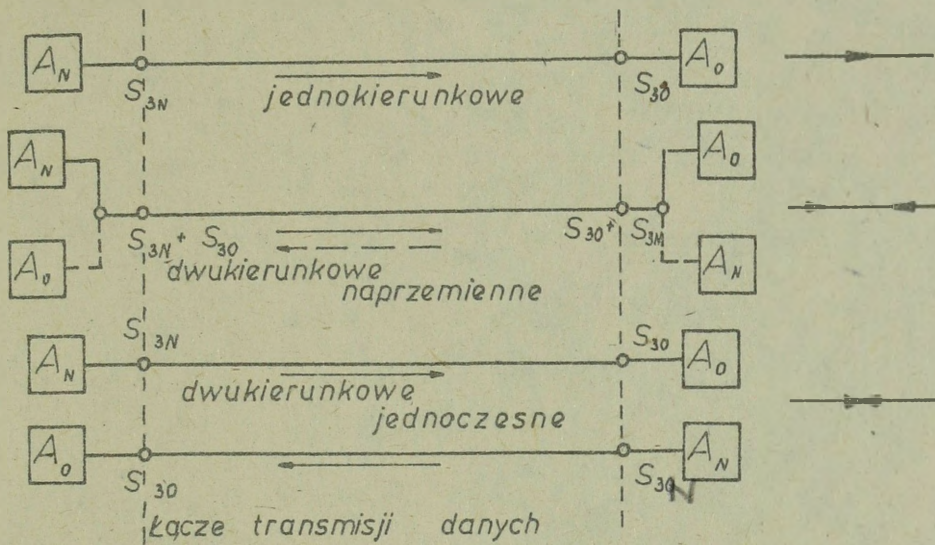
W zależności od tego, czy przekazywanie danych ma odbywać się tylko w jednym kierunku, czy też w dwóch kierunkach na przemian lub jednocześnie, wymagany jest odpowiedni zestaw urządzeń końcowych i odpowiedni typ łącza transmisji danych.

Przez styk zewnętrzny S_3 przechodzą sygnały transmisji danych w postaci naturalnej, tzn. w takiej postaci, w jakiej są wytwarzane przez końcowe urządzenia nadawcze lub przyjmowane przez końcowe urządzenia odbiorcze. Są to najczęściej ciągi binarne impulsów prostokątnych przesyłanych równolegle za pośrednictwem kilku przewodów /współzmiennych/.

Jednym z ważnych wymagań stawianych systemom telekomunikacyjnym jest bezbłądność przesyłanych informacji.

W kanale telekomunikacyjnym nie zawierającym specjalnych środków zabezpieczających przed błędami nie można na skutek występujących czynni-

ków zakłócających, zapewnić takich warunków transmisji, które spełniałyby nawet przeciętne wymagania dotyczące bezbłędności informacji.



Rys.12. Struktura połączenia telekomunikacyjnego przystosowanego do przesyłania danych.

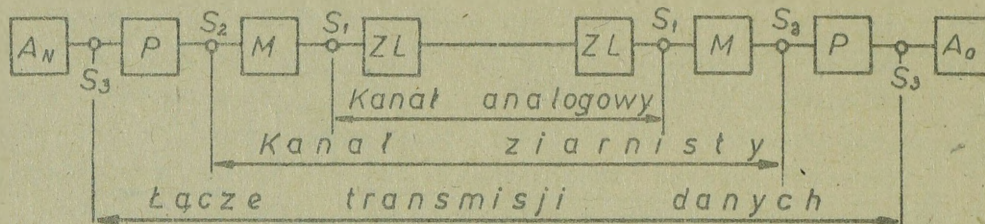
Dlatego też sygnały transmisji danych wytwarzane przez końcowe urządzenia nadawcze nie są wprowadzane bezpośrednio do kanału telekomunikacyjnego, lecz muszą być poddane odpowiednim procesom umożliwiającym automatyczną detekcję i korekcję błędów. Zapewnienie bezbłędnej transmisji wymaga zainstalowania urządzeń protekcji /zabezpieczenia przed błędami/ - opisane w rozdziale II na obu końcach łącza. Zgodnie z rys.14 urządzenie protekcji jest podłączone z jednej strony z urządzeniem końcowym za pośrednictwem styku S_3 .

Istniejąca sieć telekomunikacyjna składa się w większości z kanałów analogowych. Przykładem informacji analogowej jest dźwięk /mowa, muzyka/, przykładem sygnału analogowego - sygnał sinusoidalny o modulowanej amplitudzie, częstotliwości lub fazie, przykładem kanału analogowego - kanał telefoniczny.

Aby było możliwe przesyłanie sygnałów impulsowych kanałem analogowym, potrzebne są urządzenia, które po stronie nadawczej przekształcają sygnały impulsowe /ziarniste/ na sygnały analogowe, po stronie odbiorczej zaś realizują proces odwrotny. W transmisji danych urządzenie takie nazywamy modemami.

Kanał telekomunikacyjny przystosowany do przekazywania sygnałów mających postać ciągów impulsów prostokątnych nazywa się kanałem ziarnistym.

Łącze transmisji danych ma strukturę pokazaną na rys.13. W zależności od zastosowania jednej z kilku możliwych odmian łącza transmisji danych tzn. umożliwiających wymianę informacji jednokierunkowej, dwukie-



Rys.13. Podstawowa struktura łącza transmisji danych

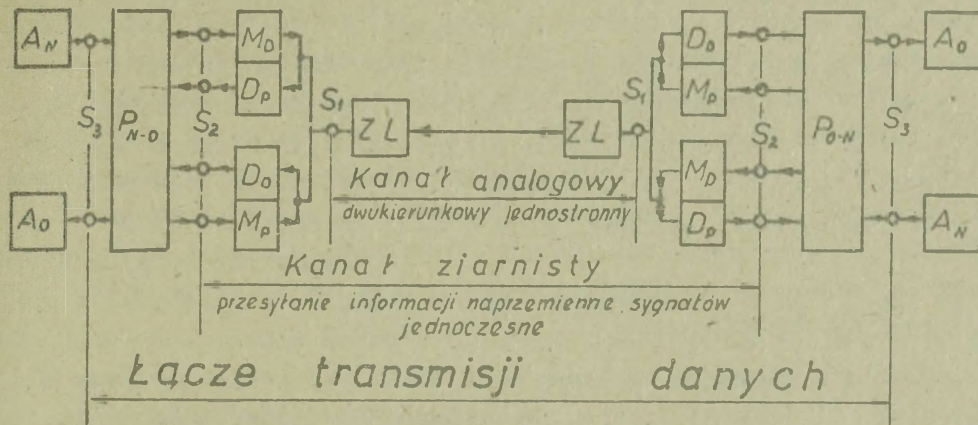
- A - urządzenie końcowe
- P - urządzenie protekcji
- M - modulatory
- ZL - złącze liniowe

runkowej naprzemiennej lub jednoczesnej, system z kanałem powrotnym lub bez takiego kanału itp. praktyczna struktura łącza musi być w mniejszym lub większym stopniu rozbudowana w stosunku do ogólnego schematu pokazanego na rys.14. Podstawowymi elementami są zawsze modemy i urządzenia protekcji.

Jako przykład pokazano na rys.14 strukturę łącza transmisji danych przystosowanej do dwutorowej naprzemiennej wymiany informacji, stosującego do celów protekcji wąski kanał pierwotny /np. urządzenie UTD-211/. W pewnych przypadkach transmisja danych może odbywać się za pośrednictwem łącza nie zawierającego urządzeń protekcji. Jest to możliwe w przypadkach:

- A. Gdy system teleinformatyczny dopuszcza stosunkowo dużą stopę błędów, odpowiadającą jakości kanału ziarnistego bez dodatkowych środków zabezpieczających;
- B. Gdy proces wykrywania lub korygowania błędów przyjmują na siebie całkowicie bądź urządzenia przetwarzania danych, bądź urządzenia końcowe.

W przypadku wykorzystania do przekazywania danych kanałów telegraficznych, które są kanałami ziarnistymi /nazywane również dyskretnymi/ w zestawie urządzeń transmisji danych nie stosuje się modemów. W tym przypadku stosuje się tzw. konwertory sygnałów. Jest to konvertor różniący się zasadniczo od modemu, lecz z punktu widzenia struktury łącza transmisji danych spełnia te same funkcje, tzn. dopasowuje kanał do urządzeń protekcji /rys.15/.



Rys.14. Struktura łącza transmisji danych /z kanałem powrotnym/ przystosowanego do dwukierunkowego naprzemiennego przesyłania danych

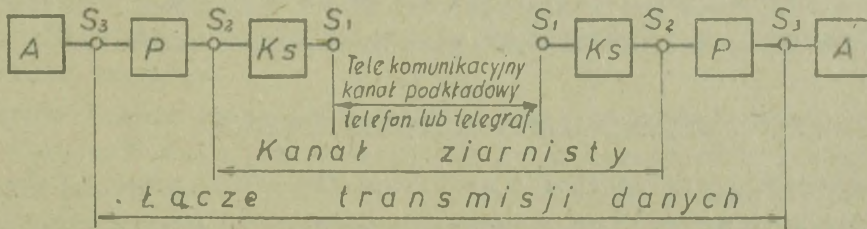
A_N - końcowe urządzenie nadawcze. A_O - końcowe urządzenie odbiorcze;
 $P_N - O / P_O - N$ - odbiorczo - nadawcze urządzenia protekcji; M_D - modulator kanału docelowego; M_P - modulator kanału powrotnego; D_D - demodulator kanału docelowego;

D_P - demodulator kanału powrotnego; S_1 - styk liniowy;

S_2 - styk wewnętrzny; S_3 - styk zewnętrzny.

Powszechne sieci telekomunikacyjne telefoniczne i telegraficzne /teleksowe/ dają w obecnym stanie następujące możliwości transmisji danych; a mianowicie:

A. Łącza telegraficzne dostosowane do szybkości modulacji znormalizowanej 50 bodów lub wyższych; są to łącza dyskretne binarne anizochroniczne. Ta ostatnia definicja oznacza, że mogą pracować przy dowolnych szybkościach modulacji aż do pewnej szybkości, przy której zniekształcenia przekraczają dozwoloną wartość.



Rys.15. Struktura łącza transmisji danych na tle telekomunikacyjnego łącza podkładowego

A - urządzenie końcowe
 P - urządzenie protekcji
 K_B - konwertor sygnałów

- B. Łączy telefoniczne o stosunkowo dużej rozpiętości wskaźników jakościowych zależnych na przykład od tego, czy to są łącza naturalne, nośne, przewodowe lub radiowe. Różnice dotyczą szerokości pasma zniekształceń transmisyjnych, stabilności parametrów, charakteru i mocy zakłóceń itp. Ze względu na przystosowanie wejść i wyjść do analogowego charakteru sygnałów, wykorzystanie łączy telefonicznych dla transmisji danych wymaga uzupełnienia ich wkładami modulacji i demodulacji dyskretnej /tzw.modemy/. Szybkość modulacji na wejściach i wyjściach modemów od 1 do użytkownika zawierają się na ogół w zakresie od 300 do 9600 bodów.
- C. Dla transmisji danych o wyższych użytkowanych przepływnościach binarnych /do 72 Kbit/s/ możliwe jest równoległe połączenie pasma kilku kanałów telefonicznych, wykorzystanie kanałów grupy pierwotnej wielokrotnych systemów telefonicznych, wykorzystanie kanałów telefonicznych działających na zasadzie modulacji impulsowo-kodowej /PCM/ oraz przez bezpośrednie wykorzystanie kanałowych szczelin czasowych /do 64 Kbit/s/. Jeszcze wyższe przepływności binarne są uzyskiwane w grupach wielokrotnych systemów telefonicznych wyższych rzędów lub traktów liniowych systemów PCM.
- D. Kanały naturalne nadają się do wykorzystania bezpośredniego przez zastosowanie odpowiednich modemów. Szybkości modulacji osiągają wartości 72 000 bodów, a zasięg około 20 km. Ograniczenia zasięgu i szybkości zależą od struktury kanału naturalnego, przy czym są to wielkości przeciwstawne, im niższa jest niezbędna szybkość modulacji, tym łatwiej uzyskuje się większy zasięg.
- E. Przez podział kanału telefonicznego na mniejszą liczbę kanałów, niż liczba podziału stosowanego do telegrafii konwencjonalnej, uzyskuje się łącza typu telegraficznego przystosowane do szybkości modulacji wyższych niż 50 bodów. Uzyskane łącza bądź wydzielają się z sieci na stałe, bądź uzupełniają się nimi sieci teleksowe, tak, że mogą z nich korzystać w razie potrzeby użytkownicy teleinformatyki.

2. Łącza transmisji danych w sieci telekomunikacyjnej

Z każdego rodzaju łącza telekomunikacyjnego /telefonicznego i telegraficznego/ można utworzyć łącza transmisji danych. Konieczne jest tylko odpowiednie rozbudowanie łącza "podkładowego" tzn. wyposażenie go w dodatkowe urządzenie niezbędne w łączy transmisji danych.

Zgodnie z obowiązującymi normami, do kanałów telegraficznych zalicza

się kanały ziarniste przystosowane do przesyłania sygnałów modulowanych z szybkością:

- do 50 bodów /kanały konwencjonalne rozstawione co 120 Hz/,
- do 100 bodów /kanały konwencjonalne rozstawione co 240 Hz/,
- do 200 bodów /kanały konwencjonalne rozstawione co 480 Hz/,

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

Kanał telefoniczny o znamionowej szerokości pasma od 300 do 3400 Hz, zakończony odpowiednim modemem może przenosić sygnały ziarniste modulowane z szybkościami /w zależności od jakości kanału i typu modemu /200, 600, 1200, 2400, 4800 i 9600 bodów/.

Wymienione właściwości podstawowych kanałów telekomunikacyjnych, spowodowały, że urządzenia transmisji danych dzieli się na trzy grupy, różniące się zakresem szybkości transmisji:

Pierwsza grupa to urządzenia przystosowane do pracy w łączach telegraficznych z tzw. małymi szybkościami modulacji 50-200 bodów.

Druga grupa to urządzenia przewidziane do pracy w łączach telefonicznych z tzw. średnimi szybkościami modulacji 200-9600 bodów.

Trzecia grupa to tzw. szybkie urządzenia transmisji danych wymagające specjalnych kanałów szerokopasmowych / o szerokości np. telefonicznej grupy pierwotnej 48 kHz lub wtórnej - 240 kHz/ osiągają szybkości modulacji w granicach 20-30 kbodów.

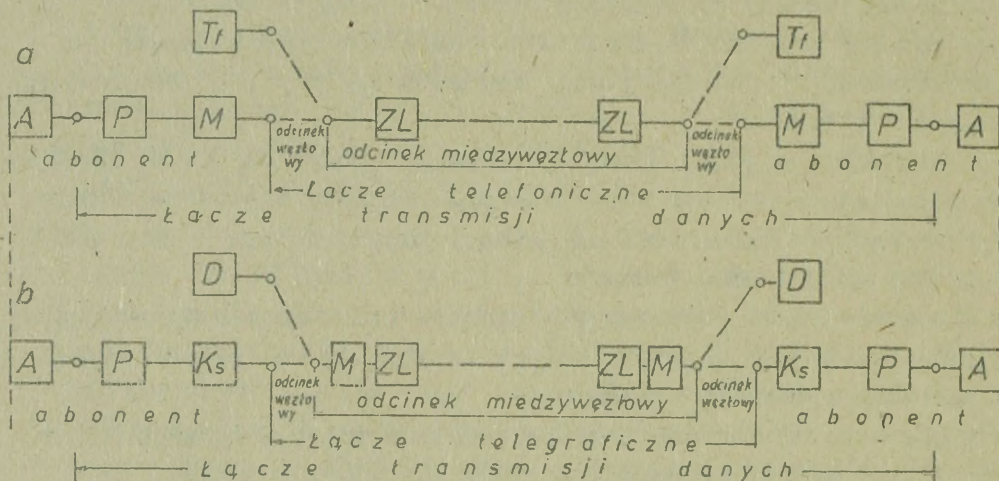
Jeśli przekazywanie danych ma odbywać się między dwoma punktami oraz gdy wielkość przekazywanego strumienia informacji odpowiada kilkugodzinnej /na dobę/ zajętości łącza lub wreszcie gdy czynnikiem istotnym jest pilność informacji, uzasadnione jest tworzenie trwałych, dzierżawionych łączy transmisji danych.

W pozostałych przypadkach, powinno się łącze transmisji danych zestawiać w wyniki komutacji. Mając do dyspozycji funkcjonujące komutowane sieci abonenckie, można i należy je wykorzystywać do tworzenia łączy transmisji danych.

Końcowe stacje transmisji danych są przyłączone do sieci /telefonicznej i telegraficznej/, zachowujących swoje uprawnienia i właściwości abonenckich stacji telefonicznych i telegraficznych. Jest to możliwe na zasadzie "dostawiania" do aparatu telefonicznego, zestawu stacji teleksowej lub np. EMC/ odpowiednich urządzeń transmisji danych i specjalnych urządzeń przełączających /rys.16/

Warunkiem całkowitej swobody przesyłania danych na zasadzie "każdy z każdym" w obrębie każdej z wymienionych sieci jest daleko idąca normalizacja urządzeń transmisji danych.

Istotne różnice strukturalne polegają na tym, że sieć transmisji nałożona na sieć telefoniczną /rys.17a i 18b składa się z łączy analogowych/.

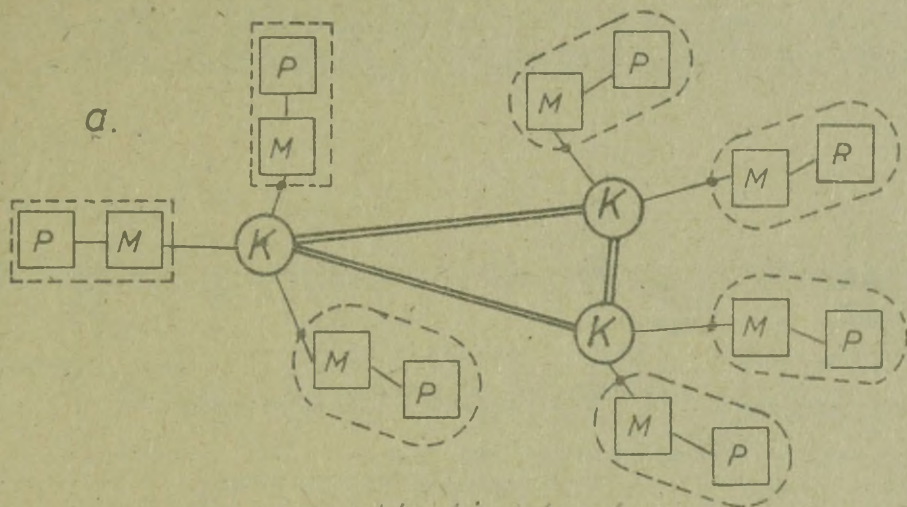


Rys.16. Współzależność między łączem transmisji danych i łączem telefonicznym /a/ lub telegraficznym /b/
 T_f - aparat telefoniczny - D-dalekopis.

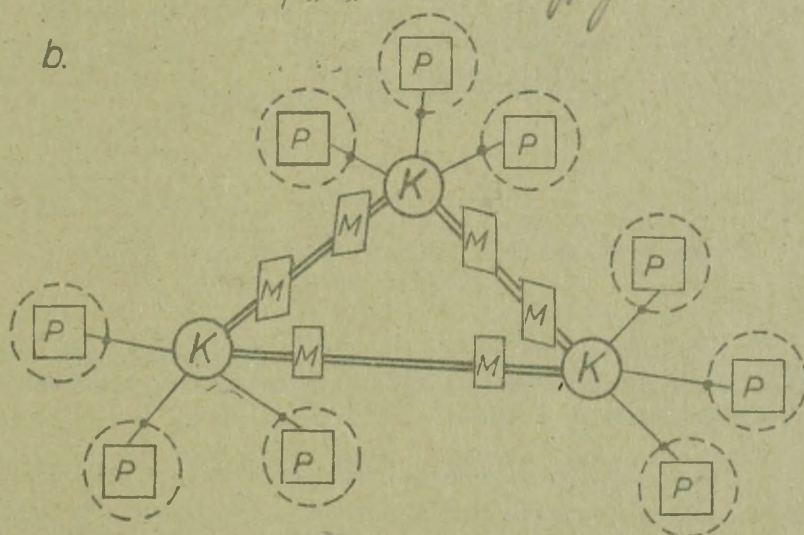
Istotną cechą tej sieci jest to, że na całej drodze transmisyjnej jest przesyłany sygnał analogowy. Tego rodzaju sieć nazywamy siecią analogową.

W przeciwieństwie do sieci analogowej sieć transmisji danych nałożona na sieć telegraficzną /rys.16a,17a/ jest siecią ziarnistą. Składa się ona z międzycentralowych łączy ziarnistych, zakończonych obustronnie modemami, przy czym łącza abonenckie są przystosowane również do przesyłania sygnałów ziarnistych. Z punktu widzenia transmisji danych nie jest więc wymagany dodatkowy proces konwersji sygnałów, wskutek czego modemy nie wchodzi w instalowane u abonentów zestawy urządzeń transmisji danych.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że w dziedzinie telekomunikacji, oprócz pojęcia łącza /telefonicznego lub telegraficznego/ istnieje pojęcie łańcucha, czyli zestawu takich łączy, tworzących połączenie między punktami końcowymi. Każde z łączy wchodzących w skład łańcucha np. telefonicznego jest łączem telefonicznym, przy czym i cały łańcuch ma również cechy i parametry łącza telefonicznego/rys 18/.



K - punkt komutacyjny

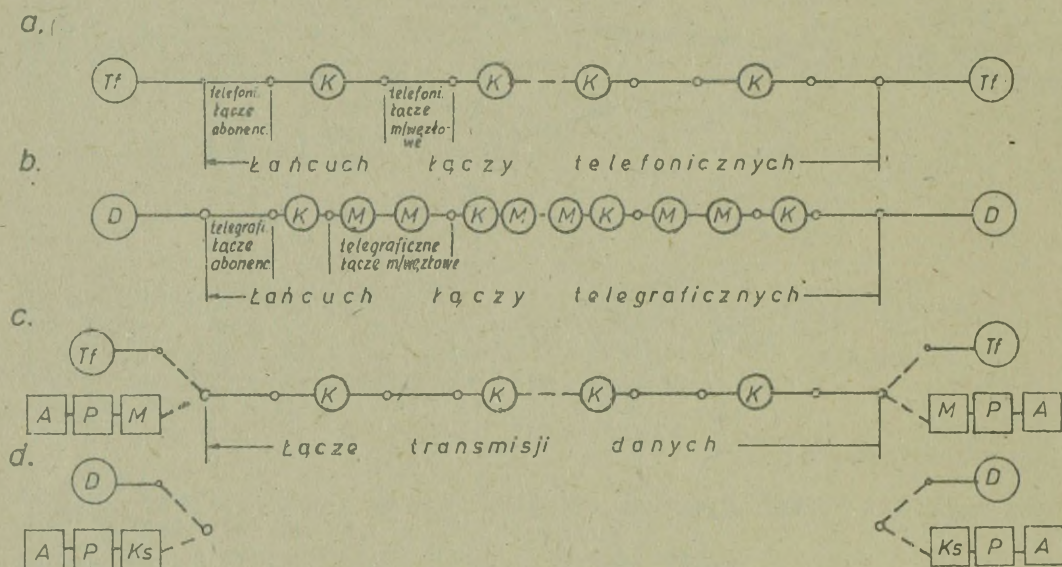


Rys.17. Podstawowe struktury sieci przystosowanych do transmisji danych a/ sieć analogowa /typu telefonicznego/ b/ sieć ziarnista /typu telegraficznego/

- == - łącza magistralne
- - łącza abonenckie
- - punkty abonenckie

Analogiczna sytuacja występuje w telegrafii /rys.19b/. Łańcuch telekomunikacyjny zestawiany w celu przekazywania danych jest nie dającym się podzielić łączem transmisji danych, mimo, że składa się z kilku niezależnych od siebie łączy telekomunikacyjnych /telefonicznych lub telegraficznych/. Jest to oczywiste, jeżeli uwzględni się podstawową cechę łącza transmisji danych: - zabezpieczenie przed błędami.

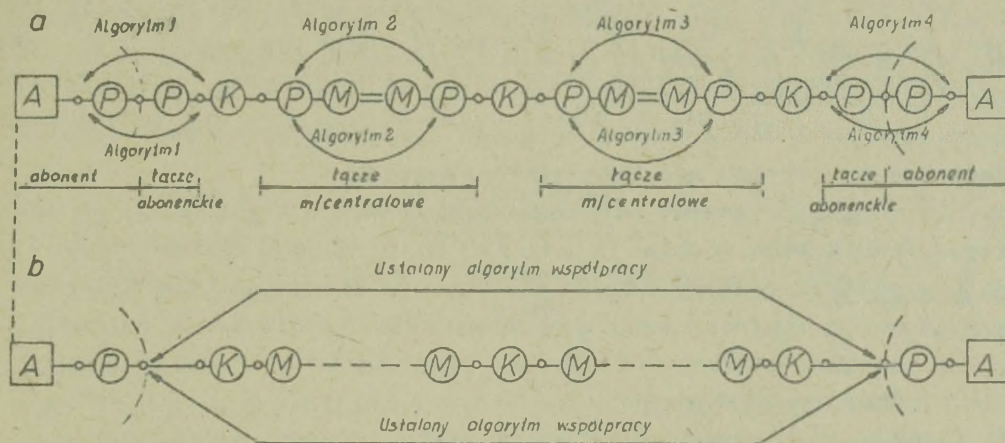
Podstawowym warunkiem wykrycia, a w dalszej kolejności automatycznego skorygowania błędów powstających w czasie transmisji jest wzajemne współdziałanie urządzeń protekcji P rozmieszczonych na obu końcach łącza /rys. 19/



Rys. 18. Struktura łańcucha telefonicznego /a/ i telegraficznego /b/ oraz struktura łącza transmisji danych zbudowanego na łańcuchu telefonicznym i telegraficznym.

To współdziałanie, niezależnie od specjalnego kodowania i dekodowania sygnałów będących odpowiednikiem przekazywanej informacji, polega na wymianie między nadawczym i odbiorczym urządzeniem protekcji wielu dodatkowych, lecz ściśle określonych dla danego systemu protekcji sygnałów pomocniczych informujących bądź o aktualnym stanie danej stacji /np. o gotowości do nadania informacji do odbioru informacji, o synchronizacji, początku i końcu transmisji itp./ bądź o aktualnym stanie procesu transmisji /odebrano sygnał bez błędu, wykryto błąd, powtórz, nadaj dalej, powtarzam, kontynuuję, nadaję itp./ Te sygnały wyznaczają pewien swoisty rytm transmisji, typowy dla danego systemu protekcji i stanowiący zamknięty cykl w obrębie łącza transmisji danych z obustronnymi urządzeniami protekcji włącznie. Ten rytm nie jest przy tym stały, gdyż zależy od czasu przejścia sygnału przez łącze zarówno w jedną jak i w

drugą stronę, oraz od jakości kanału, gdyż w zależności od liczby i rozkładu czasowego, błędów występujących w przesyłanym sygnale, powtarzanie błędnie odebranych informacji następuje częściej lub rzadziej.



Rys.19. Współpraca urządzeń protekcji
 a/ W zestawie łączy transmisji danych
 b/ w rzeczywistym łańcuchu transmisji danych
 K - punkty komutacyjne

Zasady tego rytmu, jego logika i wszelkie możliwe warianty są jednocześnie znane obu urządzeniom protekcji, wszelkie zaś procesy tworzące ten system są przez te urządzenia sterowane i kontrolowane. Zasady współdziałania urządzeń transmisji danych przyjęto nazywać algorytmem współpracy.

3. Modemy i styki modemów

W celu dopasowania sygnałów do właściwości transmisyjnych kanału telefonicznego niezbędna jest przemiana natury sygnałów taka, aby ich widmo w zasadniczej części mocy mieściło się w pasmie tych kanałów.

Niezbędny jest proces modulacji na wejściu kanału telefonicznego i proces demodulacji na jego wyjściu. Odpowiednie urządzenie zamykające kanały telefoniczne z obu stron nazywamy modemami. Modemy stanowią część urządzenia komunikacyjnego danych oznaczonego literami DCE /ang.Data Communication Equipment/.

Urządzenia DCE, obok modemu, mogą zawierać i inne układy niezbędne dla prawidłowego przebiegu transmisji, jak np. konwertory sygnałów

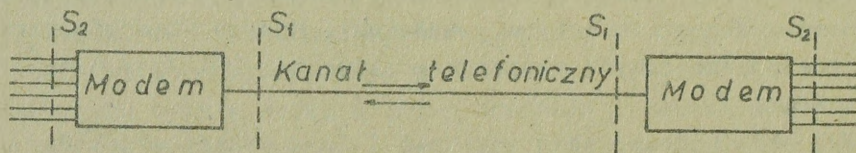
układy rozeznające i regenerujące, układy wytwarzające sygnały podstaw czasu, układy obwodów sterowania, układy zabezpieczenia przed błędami. Układy automatycznego wywoływania i automatycznego zgłaszania oraz układy pomocnicze, np: alarmowe, pomiarowe, manipulacyjne. Modemy w procesie wytwarzania sygnałów wprowadzanych do kanału telefonicznego dokonują przetwarzania modulacji naturalnej na modulację nośną, tak aby widmo sygnałów w zakresie mocy było dostosowane do charakterystyk kanału telefonicznego, na ogół nazywamy to działanie procesem modulacji. Modemy dokonują filtracji sygnałów nośnych, ograniczają przez to niebezpieczeństwo powodowania zakłóceń w innych kanałach transmisyjnych oraz odpowiednio dopasowują do potrzeb moc wysyłanych sygnałów.

W procesie odbioru sygnałów nadchoźących z kanału telefonicznego modemy przetwarzają system modulacji z nośnej na modulację naturalną /demodulacja/, uprzednio przeprowadzają filtrowanie dla zmniejszenia możliwości oddziaływania zakłóceń oraz wzmocnienie dla podniesienia poziomu, stosownie do potrzeb dalszego działania, ewentualnie kompensują zmiany poziomu mocy odbieranych sygnałów.

Układy modemów mogą ponadto uwzględnić wiele jeszcze innych pomocniczych funkcji ułatwiających lub polepszających warunki transmisji, funkcji takich np. jak:

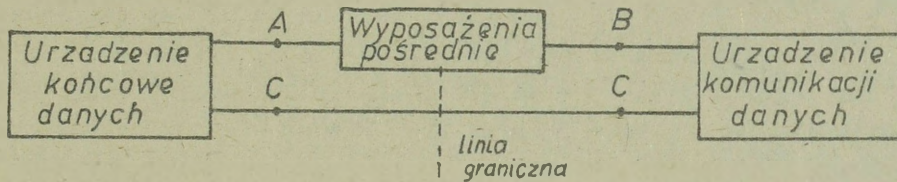
- utworzenie kanału powrotnego na jednotorowej drodze telefonicznej,
- dostosowanie szybkości modulacji do zaobserwowanego stanu wiarygodności;
- sygnalizację przerw i innych nieprawidłowości w transmisji oraz kontrolę jakości nadchoźących sygnałów,
- ręczną lub zautomatyzowaną korekcję zniekształceń tłumieniowych i opóźnieniowych wykorzystywanego telefonicznego kanału,
- proces mnożenia, a następnie powrotnego dzielenia przesyłanych ciągów elementowych dla uzyskania większej przezroczystości kodowej,
- tworzenie pętli pomiarowych.

Współdziałanie modemów, uzyskanie wymienności mają zapewnić międzynarodowo znormalizowane styki /ang.interface/ oznaczone na rys.20 przez S_1 i S_2 .



Rys.20. Kanał telefoniczny zamknięty modemami

Styk S_1 stwarza warunki dla dopasowania połączenia modemu odpowiednio do charakteru użytkowanej telefonicznej drogi przesyłania sygnałów, np. drogi jednotorowej lub dwutorowej. Styk S_2 jest stykiem w swojej koncepcji znormalizowanym przez CCITT i znajduje się między urządzeniem końcowym danych DTE /ang.Date Terminal Equipment/ i urządzeniem komunikacyjnym danych DCE, gdzie od styku S_3 zaczyna się łącze transmisji danych/. Styk S_2 zawiera wiele przewodów, z których każdy ma swój numer porządkowy oraz przepisaną funkcję. Układ znormalizowanego styku S_2 przedstawiony został w uproszczonej formie na rys.21.



Rys. 21. Układ znormalizowanego styku S_2 /DTE/DCE/

Między urządzeniem końcowym danych a urządzeniem komunikacyjnym danych zalecenie CCITT przewiduje możliwość włączenia wyposażenia pomocniczego, którym mogą być niektóre z układów wymienionych powyżej jako możliwe wyposażenie urządzenia komunikacyjnego danych DCE, jak np. układy zabezpieczenia przed błędami, urządzenia utajniające.

Przewody styku S_2 podzielone są na trzy wiązki: A, B, i C. Przewody wiązek A i B przeznaczone są do zastosowań podstawowych i są identyczne, jeśli wyposażenie pośrednie nie jest przewidziane. Jeżeli wiązka A i wiązka B nie są identyczne, to jednak ich funkcje mogą być identyczne. Wiązka C służy do przesyłania sygnałów automatycznego nawiązywania połączeń.

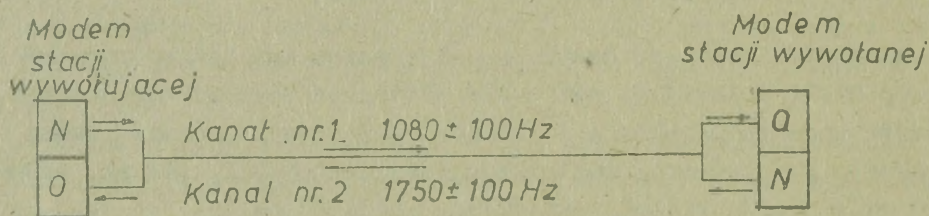
3.1. Modemy o przepływności binarnej do 300 bit/s

Ze względu na niewygórowane, w stosunku do szerokości kanałów telefonicznych, wymagania szybkości, modemy o przepływności binarnej do 300 bit/s są stosunkowo proste w konstrukcji i zapewniają pod względem wiarygodności zadowalającą transmisję na połączeniach powstających między abonentami komutowanej powszechnej sieci telefonicznej.

Połączenia między abonentami powstają na normalnej drodze wywołania telefonicznego. Przejście na transmisję danych następuje albo ręcznie po ustnym porozumieniu się między abonentami, albo samoczynnie. Połączenia mogą więc być wykorzystywane na przemian do rozmowy telefonicznej i do wymiany danych.

Modemy zapewniają jednoczesną wymianę danych z jednakową przepływnością w obu kierunkach poprzez wydzielanie w kanałach telefonicznych dwóch przeciwnie skierowanych kanałów transmisji. W modemie zastosowana jest szeregowo binarna modulacja częstotliwości o szybkości modulacji do 300 bodów.

Częstotliwość nominalna kanału, oznaczonego Nr 1, wynosi 1080 Hz, a kanału Nr 2 - 1750 Hz /rys.22/. Dewiacja wynosi 100 Hz. Symbolom 0 odpowiadają częstotliwości znamienne $F_A = 1180$ Hz i $F_B = 1850$ Hz. Symbolom 1 odpowiadają częstotliwości znamienne $F_Z = 980$ Hz i $F_Z = 1650$ Hz. Częstotliwości znamienne na wyjściu modulatora mogą różnić się od wartości nominalnej 0 ± 6 Hz. Przerwy w transmisji dłuższe od 100 ms uznane są jako wykraczające poza warunki normalnej transmisji. Spadek poziomu poniżej - 43 dBm może, a poniżej - 48 dBm powinien być uznany jako przerwanie transmisji i jeżeli taka przerwa trwa więcej niż 100 ms następuje sygnał alarmowy.



Rys.22. Połączenie transmisji danych z modemami o przepływności binarnej do 300 bit/s.

Kanał Nr 1 służy zawsze do transmisji sygnałów od abonenta wywołującego do abonenta wywołanego, kanał Nr 2 w kierunku przeciwnym. Moc wysyłanych sygnałów z modemu nie może przekroczyć 1 mW - ażeby poziom sygnału po stłumieniu przez doprowadzenie abonenckie nie przekroczył na wejściu na łączu międzywęzłowe - 13 dBm0. Zasady działania demodulatorów mają uwzględniać, że tłumienność między abonentami dla częstotliwości odniesienia 800 Hz /ewentualnie 1000 Hz/ może przyjmować wartości w granicach od 5 dB do 30 dB i że tłumienność dla częstotliwości 1750 Hz nie powinna przekroczyć 35 dB.

Stopień zniekształcenia modulacji sygnałów przy modemach połączonych kanałem telefonicznym, nie powinien przekraczać przy nadawaniu 10%, a przy odbiorze 25%.

3.2. Modemy 600/1200 - bodowe

Modemy do 300 bodów umożliwiają transmisję danych jednocześnie w obu kierunkach, natomiast modemy 600/1200 bodowe - jedynie na przemian raz w jednym, raz w drugim kierunku. O wyborze szybkości modulacji 600 czy 1200 bodów decyduje użytkownik, dostosowując się do możliwości połączenia. Transmisja może odbywać się bądź synchronicznie, bądź asynchronicznie.

W celu realizacji zabezpieczenia przed błędami możliwe jest utworzenie obok kanału docelowego, kanału powrotnego. W tym celu kanał telefoniczny zostaje podzielony na dwa: jeden szerszy dla transmisji danych, zajmujący górną część pasma kanału telefonicznego, drugi węższy dla sprzężenia zwrotnego, zajmujący dolną część kanału. Szybkość modulacji w kanale powrotnym może dochodzić do 75 bodów.

Nominalne częstotliwości znamienne wynoszą: przy szybkości 600 bodów częstotliwości F_Z odpowiadająca symbolowi 1 /spoczynkowy/, wynosi 1300 Hz, częstotliwość F_A odpowiadająca symbolowi 0 /roboczy/ wynosi 1700 Hz, częstotliwość średnia F_O równa się 1500 Hz. Przy szybkości 1200 bodów analogicznie częstotliwości wynoszą: $F_Z = 1300$ Hz, $F_A = 2100$ Hz, $F_O = 1700$ Hz. W kanale powrotnym $F_Z = 390$ Hz, $F_A = 450$ Hz.

Istotne do prawidłowego działania modemów jest przestrzeganie ograniczeń określających graniczne odchylenia częstotliwości znamiennych. W kanałach docelowych wymagamy, żeby częstotliwość średnia F_O miała wartości równe nominalnej w granicach ± 10 Hz. Różnicą częstotliwości znamiennych $F_A - F_Z$ może różnić się od wartości nominalnej do ± 20 Hz. W kanałach powrotnych wymagamy stałości częstotliwości do ± 3 Hz, takiej samej jak w kanałach telegrafii wielokrotnej. Układy demodulacyjne uызglęniają możliwość przesunięć w kanałach telefonii nośnej o dodatkowe ± 6 Hz.

3.3. Zasady modulacji w modemach o przepływności 2400 i 4800 bit/s

Uzyskanie szybkości modulacji 2400 bodów, a tym bardziej 4800 bodów w normalnym kanale telefonicznym i przy modulacji dwuwartościowej byłoby niezwykle trudne, a w drugim przypadku niemożliwe. Dlatego w modemach dostosowanych do wyższych przepływności binarnych uciekamy się do modulacji cztero - lub więcej wartościowej.

W modemach o przepływności binarnej 2400 bit/s znajduje zastosowanie czterowartościowa modulacja fazy. Ciąg elementów przeznaczony do transmisji podzielony zostaje na pary elementów, zwane dibitami. Każdemu dibitowi odpowiada właściwa jemu zmiana fazy fali nośnej w stosunku do fazy dibitu poprzedniego i w ten sposób powstaje element sygnału o podwojonej szerokości. W procesie odbioru następuje dekodowanie dibitów i pojawiają się znowu pojedyncze elementy ciągu.

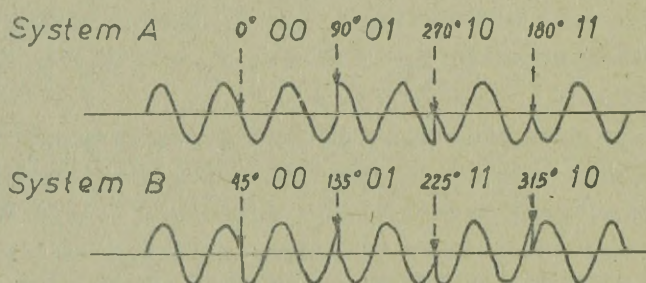
Możliwe są dwa systemy powiązania zmian fazy z odpowiednimi dibitami. W pierwszym z nich, oznaczonym zazwyczaj literą A, odpowiedniości są następujące:

dibit	00	zmiana	0°
dibit	01	zmiana	90°
dibit	11	zmiana	180°
dibit	10	zmiana	270°

Wadą systemu A jest możliwość utraty synchronizmu w przypadku transmisji dłuższego ciągu samych 0. Taka niedogodność nie cechuje systemu B, którego odpowiedniości są następujące:

dibit	00	zmiana	$+45^{\circ}$
dibit	01	zmiana	$+135^{\circ}$
dibit	10	zmiana	$+225^{\circ}$
dibit	11	zmiana	$+315^{\circ}$

Ilustrację systemów modulacji A i B przedstawia rys.23.



Rys.23. Znaczenie zmian fazy przy modulacji czterowartościowej

W modemach 4800 bit/s, jest zalecana ośmiowartościowa modulacja fazy. Elementy są grupowane po trzy. Grupy złożone z trzech elementów nazywamy trybitami. Ośmiu możliwym trybitom odpowiadają następujące fazy:

trybit	000	zmiana	45°
trybit	001	zmiana	0°
trybit	010	zmiana	90°
trybit	011	zmiana	135°
trybit	100	zmiana	270°
trybit	101	zmiana	315°
trybit	110	zmiana	225°
trybit	111	zmiana	180°

Przedstawiony system nie przedstawia niebezpieczeństwa, że długi ciąg 0 lub 1 spowoduje utratę elementarnego podziału czasu, gdyż trójki zero-

we lub jedynkowe są związane ze zmianami fazy. Konsekwencją zastosowania modulacji o wyższej wartościowości jest to, że szybkość modulacji w kanale telefonicznym wynosi jedynie 1200 bodów, wtedy gdy przepływność binarna wynosi, w pierwszym przykładzie 2400 bit/s w drugim 4800 bit/s.

V. URZĄDZENIE TRANSMISJI DANYCH UTD-3CT

1. Zastosowanie i przeznaczenie

Urządzenie transmisji danych UTD-3CT /lub jego modyfikacje/ występuje na szczeblach taktycznych i taktyczno-operacyjnych.

Urządzenie transmisji danych UTD-3CT jest przeznaczone do przesyłania danych alfanumerycznych przez duplexowe i półduplexowe kanały teledacyjne, przy czym typowymi kanałami teledacyjnymi są kanały półduplexowe. Jako kanały teledacyjne mogą być wykorzystane kanały telefoniczne lub telegraficzne radiowe, radioliniowe lub przewodowe. Kanały telefoniczne mogą być jedno lub dwutorowe.

UTD-3CT umożliwia przesyłanie danych przez jeden kanał telegraficzny /praca jednokanałowa/ lub równocześnie przez dwa kanały telegraficzne /praca dwukanałowa/. Przy pracy dwukanałowej dane są przesyłane z UTD-3CT z szybkością dwa razy większą od szybkości przesyłania w tych kanałach, co umożliwia skrócenie czasu przesyłania danych.

Ze względu na różnorodność typów radiostacji i radiolinii wymagane jest dostosowanie UTD-3CT do pracy z określonymi typami urządzeń teletransmisyjnych.

UTD-3CT może przesyłać dane do jednego UTD-3CT /praca z adresem indywidualnym/ lub równocześnie do wielu UTD-3CT /praca z adresem okólnikowym/. Dane są przesyłane w postaci depesz o jednej z czterech możliwych długości, tzn. 36, 64, 111, 128 znaków 5 elementowych lub 8 elementowych /7 elementów plus element parzystości lub nieparzystości/. UTD-3CT może przesyłać dane o większej długości, praktycznie nieograniczonej, pobierając automatycznie dane ze źródła danych i wysyłając je depesza po depeszy /praca z informacją długą/.

UTD-3CT może wykorzystywać jako źródło danych alternatywnie:

- dalekopis T-63;
- czytnik taśmy - CT-2030;
- EMC przez adapter UPD 305-10 /1K lub UPD 305-10/3K

Ujściami danych WTD-3CT może być:

- dziurkarka taśmy papierowej DT-105 "S"
- dalekopis T-63,
- dziurkarka znakowa mozaikowa DZM-180,
- EMC przez adapter UPD 305-10/1K lub UPD 305-10/3K.

UTD-3CT przystosowane jest do pracy z urządzeniem do automatycznego przestrajaniania fal radiowych - JASKIER - 527 /zautomatyzowana linia radiowa/. Do UTD-3CT jest podłączony aparat telefoniczny TAP-67, co umożliwia wykorzystanie kanału telefonicznego do rozmów telefonicznych lub do transmisji danych. UTD-3CT przystosowane jest do zdalnego sterowania /zdalne rozpoczęcie wprowadzenia danych ze źródła i zdalne rozpoczęcie nadawania/ oraz zdalnej sygnalizacji /zajętości sieci radiowej/.
UTD-3CT może być wykorzystane w systemach stacjonarnych lub przewoźnych.

2. Dane techniczne

Rodzaje pracy:

- przekazywanie danych z dowolnego UTD-3CT do drugiego UTD-3CT wybranego według adresu indywidualnego,
- przekazywanie danych z dowolnego UTD-3CT równocześnie do wszystkich współpracujących UTD-3CT według adresu okólnikowego,
- odbiór danych z innego UTD-3CT,
- przygotowanie danych,
- sprawdzenie poprawności działania UTD-3CT.

Adres: cztery cyfry w kodzie CCITT Nr 2 lub CCITT Nr 5 w zależności od stosowanego kodu znaku. Adresem może być dowolna liczba od 0000 do 9999.

Sposób przesyłania danych: za pomocą depesz o jednej, wybranej z czterech możliwych długości, tzn. 36, 64, 111, 128 znaków.

Rodzaje znaków depeszy: znaki 5 lub 8 elementowe /znaki 7-elementowe + element parzystości lub nieparzystości/.

Zabezpieczenie przed równoczesnym nadawaniem dwóch UTD-3CT:

- blokada rozpoczynania nadawania przez zajętość sieci radiowej.

Florytet: wszystkie współpracujące ze sobą UTD-3CT są równorzędne.

Zabezpieczenie depeszy przed błędami w kanale teledacyjnym - system ze sprzężeniem powrotnym decyzji plus nadmiar weryfikacyjny wytwarzany w oparciu o wielomian generacyjny $G(x) = x^{15} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^7 + x^4 + x^3 + x + 1$. Sprzężenie powrotne decyzji stosowane jest tylko przy pracy z adresem indywidualnym. Możliwości detekcyjne kodu określonego przez wielomian generujący $G(x)$: - wykrywa dowolną nieparzystą liczbę błędnych elementów w bloku 31 - elementowym oraz wszystkie błędy występujące na dwu czterech, dwudziestu ośmiu oraz trzydziestu dowolnych pozycjach bloku. Zabezpieczenie przed utratą lub dwukrotnym odebraniem tej samej depeszy przy informacji dłuższej nie istnieje. Maksymalna ilość powtórzeń tej samej depeszy /przy braku akceptacji/-4. Szybkość modulacji w kanałach teledacyjnych:

- w kanałach telefonicznych 50, 100, 200, 600 i 1200 bodów

- częstotliwości znamienne przy 600 bodach "1" - 1300 Hz

"0" - 1700 Hz

przy 50, 100, 200 i 1200 "1" - 1300 Hz i "0" - 2100 Hz

- w kanale telegraficznym 50, 100, 200 bodów, przy równoczesnej pracy w dwóch kanałach telegraficznych 2x25, 2x50, 2x100 bodów.

Urządzenie UTD-3CT składa się z jednostki centralnej, aparatu telefonicznego oraz urządzeń końcowych.

Zestawy urządzeń końcowych /wybieranych przez zamawiającego/:

- zestaw Nr 1 - dalekopis T-63 SU-13, czytnik CT-2030, dziurkarka DT-105 "S" typ 121 K2,

- zestaw Nr 2 dalekopis T-63 SU-13, czytnik CT-2030, dziurkarka DT-105 "S" typ 121 K2, dziurkarka znakowa mozaikowa D2M 180-1-2-1-1-0-1 K2,

- zestaw Nr 3 - dalekopis T-63 SU 13.

WYKAZ LITERATURY

1. Poradnik teleelektronika - Praca zbiorowa pod redakcją WŁ.TRUSZA WKiŁ Warszawa 1974.
2. Elementy techniki alfabetycznej W.J Fijałkowski - MON Warszawa 1983 r.
3. Sieci teleinformatyczne - D.Daries i D.Barber WNT Warszawa 1979 r.
4. Wprowadzenie do teleinformatyki - W.Sobczak WKiŁ. Warszawa 1978 r.
5. Problemy transmisji danych - Z.Baran WKiŁ. Warszawa 1979 r.
6. Wprowadzenie do transmisji danych - W.J.Fijałkowski IŁ Warszawa 1971 r.
7. Systemy i sieci teleinformatyczne - P.Ostrowski, M.Dąbrowski WKiŁ Warszawa 1979 r.

Wydrukowano w 20 egz.

Egz.Nr 1-20 Bibl.Nauk DZS

Wyk. mjr Konieczny

Druk A.W.

Druk ASG WP nr pf 315/pf 1654/WW

Kor. H.W.

