



Grey Scale #13



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



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA DOWODZENIA I ŁĄCZNOŚCI

Do użytku wewnętrznego

Egz. nr ... 5

Kpt.dypl. Janusz CZERWIŃSKI

TELETRANSMISYJNE SYSTEMY CYFROWE I RODZAJE
CENTRAL TELEFONICZNYCH
/materiał pomocniczy/

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
S/2513



05-002513-005-0

62205



WARSZAWA

1994



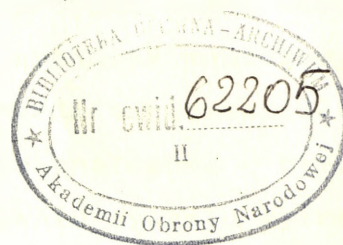
Do użytku wewnętrznego

Egz. nr 5

kpt dypl. Janusz Czerwiński

Teletransmisyjne systemy cyfrowe i rodzaje
central telefonicznych.

(materiał pomocniczy)



Teletransmisyjne systemy cyfrowe i rodzaje central telefonicznych.

1. Zasady modulacji impulsowo - kodowej.

W ostatnich latach dzięki rozwojowi technologii wytwarzania układów scalonych powstały możliwości realizowania procesów cyfrowych w układach telekomunikacyjnych, co spowodowało szybki rozwój systemów cyfrowych opartych na zasadzie *modulacji impulsowo - kodowej* oraz dalsze zwielokrotnianie sygnałów cyfrowych przy tworzeniu sygnałów o większej liczbie kanałów. Sygnały przesyłane między urządzeniami końcowymi tych systemów z założenia mają charakter cyfrowy. Wewnątrz tych systemów wykonywano do tej pory operacje o charakterze analogowym, natomiast przy obecnym stanie techniki mogą być one zamienione na cyfrowe. Ten kierunek rozwoju jest uzasadniony większą stałością i powtarzalnością parametrów procesorów cyfrowych w porównaniu z urządzeniami analogowymi, których elementy i podzespoły (np., cewki, kondensatory i inne) muszą mieć bardzo dobre parametry jakościowe (np. dobroć, dokładność, stałość w czasie itp.). W systemach wykorzystujących technikę cyfrową takie podstawowe elementy jak pamięci sygnału cyfrowego, oraz procesory dodawania (lub mnożenia) są prostymi scalonymi logicznymi.

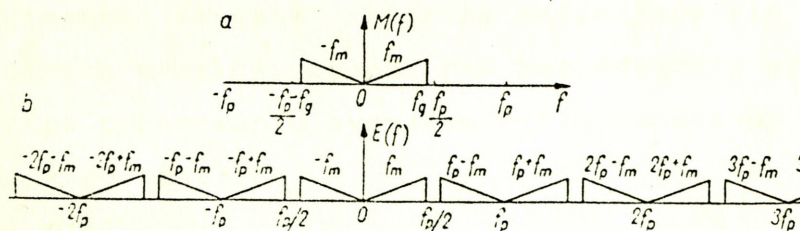
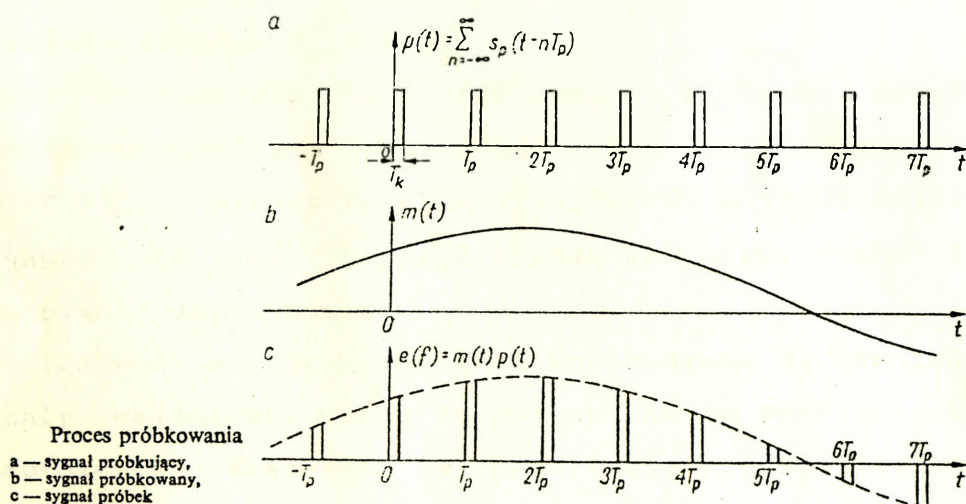
(Transmisja cyfrowa wiąże się z przesyłaniem informacji reprezentowanych ciągami cyfr i przekazywanych w postaci odpowiednich sygnałów elektrycznych o amplitudach przyjmujących określone wartości dyskretne. Podczas transmisji sygnałów analogowych w postaci analogowej konieczne jest ich uprzednie przekształcenie na sygnał cyfrowy dokonywane w przetworniku analogowo - cyfrowym (*koderze*) urządzenia końcowego. Po przesłaniu sygnału cyfrowego przez liniowy trakt cyfrowy w odbiorczym urządzeniu cyfrowym dokonywana jest zamiana sygnału cyfrowego na analogowy w przetworniku cyfrowo - analogowym (*dekoderze*).

(W przypadku transmisji sygnałów rozmównych w urządzeniu końcowym realizuje się ponadto proces zwielokrotnienia, oparty na podziale czasowym kanałów, dzięki czemu przetwornik analogowo - cyfrowy i cyfrowo - analogowy może być wspólny dla wszystkich kanałów, w których próbki pobierane z sygnałów wejściowych występują kolejno w czasie. Wspólne mogą być również układy zegarowe, tak-

tujące zapewniające poprawną pracę urządzeń końcowych. Dzięki możliwości wykorzystania znacznej większości układów urządzenia końcowego jednocześnie dla wielu kanałów - ich koszt może być mniejszy co jest istotną zaletą systemów cyfrowych.

1. Próbkowanie.

Szybki rozwój techniki teletransmisyjnych i komutacyjnych systemów cyfrowych odbywa się w sytuacji, gdy w istniejących sieciach zwłaszcza dalekosiężnych dominują systemy analogowe. Istnieje więc potrzeba powiązania systemów cyfrowych z analogowymi. W przypadku zastosowania techniki cyfrowej do tworzenia sygnału zbiorczego z akustycznych sygnałów wejściowych koniecznym jest przeprowadzenie kilku procesów pomocniczych. Należy do nich próbkowanie sygnałów analogowych i ich przemiana na sygnały reprezentowane liczbami, zapisanymi przeważnie w systemie binarnym.



Widmo sygnału próbkowanego (a) i sygnału próbek (b)

W procesie próbkowania każdemu kanałowi poszczególnego łącza przydziela się krótki odcinek czasowy w ciągu którego pobiera się próbkę przebiegu przesyłanego i podobnie powtarza się w stałych odstępach czasowych, wielokrotnie dłuższych niż czas trwania próbki. W lukach pomiędzy dwoma kolejnymi próbkami tego samego kanału umieszczamy próbki wszystkich pozostałych kanałów, powtarzane w tych samych co pierwsza próbka odstępach czasowych. Uzyskujemy w ten sposób ciągi impulsów o różnej wysokości odzwierciedlających chwilowe wartości przebiegów w poszczególnych kanałach. Taki proces pobierania próbek z określonego przebiegu nazywamy próbkowaniem.

W procesie próbkowania wykorzystuje się fakt, że sygnał zawarty w skończonym paśmie o górnej częstotliwości granicznej f_g można przesyłać, posługując się próbkami tego sygnału pobieranymi co okres T_p z zapewnieniem, aby częstotliwość przesyłania próbek:

$$f_p = \frac{1}{T_p}$$

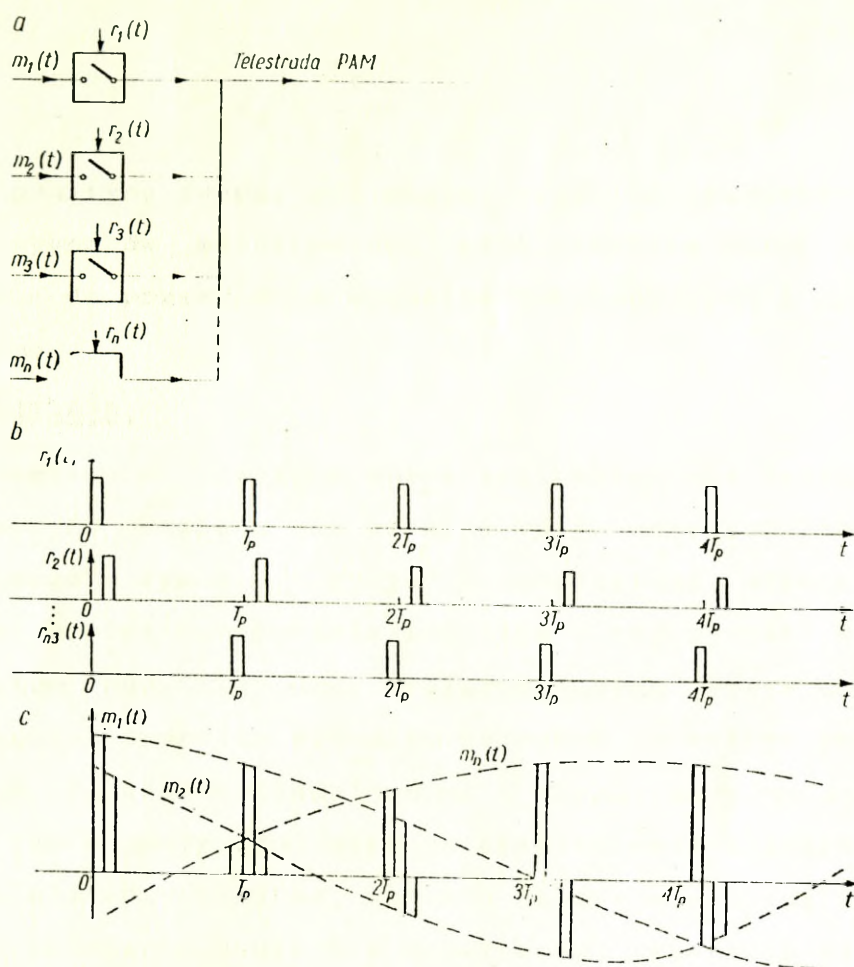
spełniała warunek $f_p > 2 f_g$

Proces próbkowania jest dokonywany za pomocą bramki, która w określonych chwilach $1/T_p$ (gdzie $l=1,2,\dots,n$) wyznaczonych sygnałem $r(t)$ - wprowadza sygnał wejściowy $m(t)$ do telestrady. Tym sposobem utworzony zostaje sygnał PAM, tzn. sygnał impulsowy o modulowanej amplitudzie.

Do telestrady w innych chwilach wprowadzane są również pozostałe sygnały wejściowe, które są przesyłane za pomocą techniki wielokrotnienia czasowego. w rezultacie w telestradzie występują przesunięte w czasie i powtarzające się okresowo próbki sygnałów wejściowych tworząc sygnał zbiorczy składający się z sygnałów PAM poszczególnych kanałów. Sygnał PAM pochodzący z sygnału wejściowego $m(t)$ po próbkowaniu sygnałem $r(t)$, oznaczony jako $e(t)$, można zapisać w postaci:

$$e(t) = m(t) r(t)$$

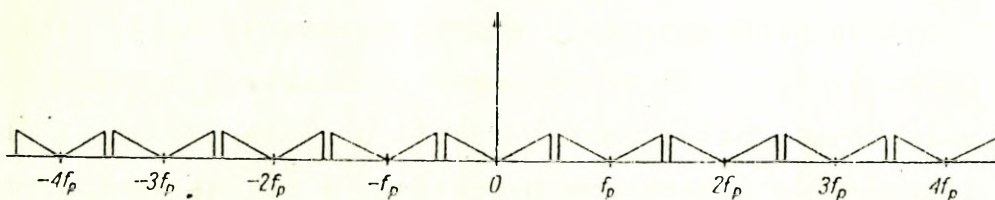
Po podstawieniu do tego wzoru odpowiednich współczynników matematycznych (korzystając m.in. z twierdzeń Fouriera) można stwierdzić, że sygnał PAM jednego kanału reprezentowany funkcją



Proces próbkowania

a — układ bramki dla n kanałów, b — sygnały sterujące bramki, c — sygnał PAM dla n kanałów

$e(t)$ zawiera sygnał podstawowy o określonej amplitudzie oraz sygnały zajmujące odpowiednie pasma różnicowe i sumacyjne, wynikające z harmonicznych częstotliwości próbkowania w sposób przedstawiony poniżej.



Rozkład widma sygnału PAM

Obliczenia matematyczne wskazują, że nie ma żadnych ograniczeń (oprócz technicznych) w uzyskiwanej liczbie kanałów w procesie zwielokrotnienia czasowego. Chcąc zatem uzyskać n kanałów o podziale czasowym należy okres T_p podzielić na n części, wyznaczając tym sposobem dopuszczalny maksymalny czas trwania prób-

ki T_k dla jednego kanału, stanowiący tzw. *kanałową szczelinę czasową*:

$$T_k = \frac{T_p}{n}$$

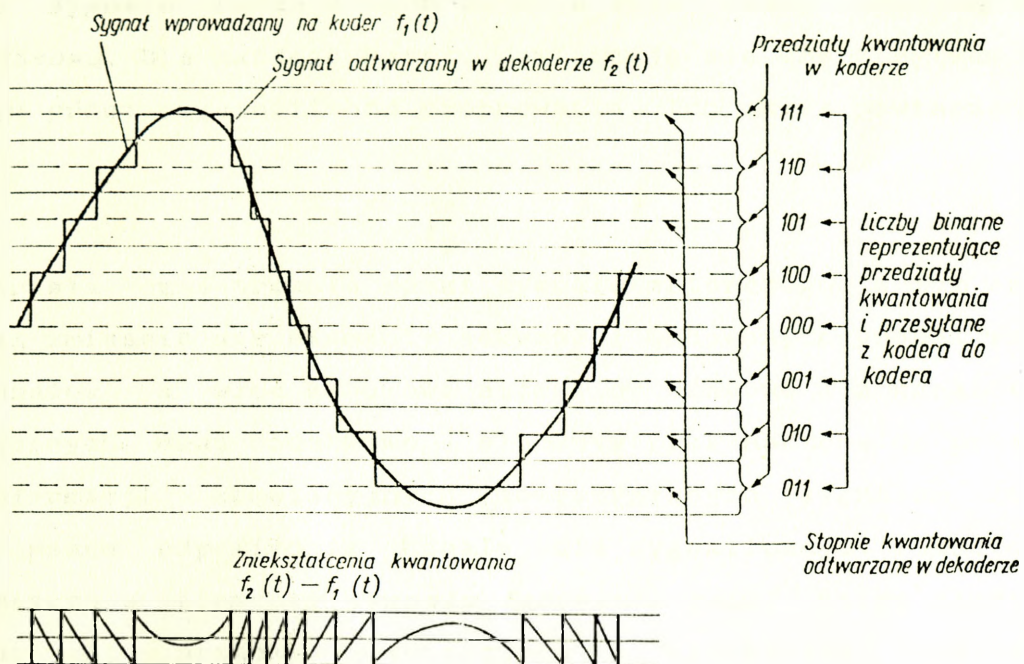
W praktyce tworzy się więcej szczelin czasowych niż wynosi liczba sygnałów wejściowych, gdyż niektóre z nich bywają wykorzystywane do przesyłania sygnałów komutacyjnych i sygnału fazowania ramek.

2. Kwantowanie.

Przesyłanie sygnałów w postaci próbek nie jest praktycznie stosowane ze względu na znaczny wpływ zniekształceń na jakość przesyłanego sygnału. Wpływ zniekształceń utrudnia również znacznie proces komutowania sygnałów w tej postaci w centralach o czasowym podziale dróg połączeniowych. Wpływ zniekształceń można usunąć operując sygnałem cyfrowym, w którym próbki reprezentowane są liczbami zapisanymi z zasady za pomocą cyfr binarnych. W takim przypadku, mimo zniekształcenia sygnałów reprezentujących elementy binarne, wartość liczby nie ulega zmianie, jeżeli te zniekształcenia nie przekraczają wartości połowy amplitudy tych sygnałów (impulsów).

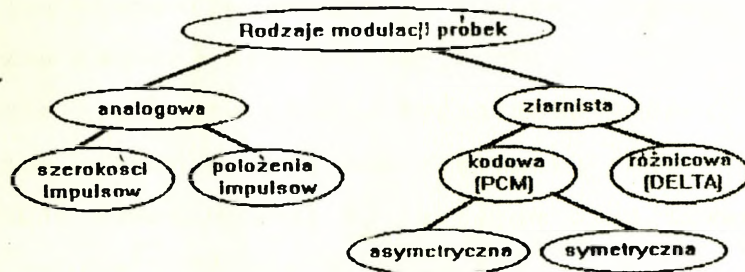
Ponieważ zbiór liczb reprezentujących amplitudy poszczególnych próbek jest skończony, więc proces przetwarzania wartości analogowej na cyfrową wiąże się z kwantowaniem. Należy zatem cały zakres wartości w którym mieszczą się próbki (dodatnie i ujemne) podzielić na przedziały kwantowania, których liczba jest równa ilości liczb przeznaczonych do reprezentacji próbek. Tym sposobem każdy z przedziałów kwantowania może być wyrażony za pomocą jednej z określonych liczb. Jeżeli zatem wierzchołek amplitudy próbki występuje w określonym przedziale kwantowania, to w *kodekoderze* wytwarzana jest liczba reprezentująca ten przedział, a na tej podstawie w *dekoderze* wytwarzana jest próbka o amplitudzie równej wartości występującej w połowie przedziału kwantowania określonego daną liczbą. Wartości odtwarzane w dekodekoderze zwane są *poziomami* lub *stopniami kwantowania*.

Poniżej przedstawiono przykład kwantowania sygnału analogowego z zastosowaniem ośmiu jednakowych przedziałów kwantowania, które mogą być reprezentowane trzycyfrową liczbą binarną.



Ilustracja procesu kwantowania dla 23 przedziałów kwantowania reprezentowanych 3-elementowym kodem binarnym

Analiza widma sygnału PAM wskazuje, że występujące próbki mają jednakową szerokość, lecz różną wysokość. Próbki takie można poddać modulacji i informację o ich wysokości można zastąpić innym parametrem.



3. Fazowanie ramki.

Ramka nazywamy zbiorczy sygnał cyfrowy dla jednego cyklu zawierającego informacje z 24 (30) kanałów oraz informacje potrzebne do celów synchronizacji i sygnalizacji.

Systemy PCM działające na zasadzie czasowego podziałów z modulacją impulsowo-kodową charakteryzują się specjalnym sposobem tworzenia cyfrowego sygnału zbiorczego, zawierającego elementy sygnałów składowych. Podstawowymi składnikami tego sygnału są sekwencje binarne, niosące informacje o próbkach przenoszone-

go sygnału. Każda z nich zajmuje czas, zwany *kanałową szczeliną czasową*. Dla każdego kanału powtarzają się one z rytmem narzuconym przez częstotliwość próbkowania. Ich okres powtarzania:

$$T_P = \frac{1}{f_P}$$

określa czas trwania ramki sygnału zbiorczego. W tym czasie muszą zmieścić się elementy sekwencji kodowanych próbek wszystkich kanałów, a więc kanałowe szczeliny czasowe dla kanałów telefonicznych oraz dodatkowo - elementy przeznaczone do przenoszenia informacji komutacyjnych towarzyszących sygnałom rozmównym, tworzące odpowiednie kanały dla sygnalizacji. Ponadto w ramce występują elementy *sygnału fazowania ramki*, które służą do synfazowania urządzeń odbiorczych z nadawczymi. Umożliwiają one prawidłowe określanie i wydzielanie kanałowych szczelin czasowych w celu kierowania ich do właściwych odbiorczych układów kanałowych.

Ramka zawiera zatem następującą liczbę elementów:

$$M = nN + sS + R$$

gdzie:

n - liczba kanałów;

N - liczba elementów sekwencji kodowej jednego kanału;

s - liczba kanałów sygnalizacyjnych;

S - liczba elementów kanału sygnalizacyjnego;

R - liczba elementów sygnału fazowania ramki;

Czas trwania ramki wynosi T_P , a zatem czas trwania jednego elementu T_R wynika z liczby M :

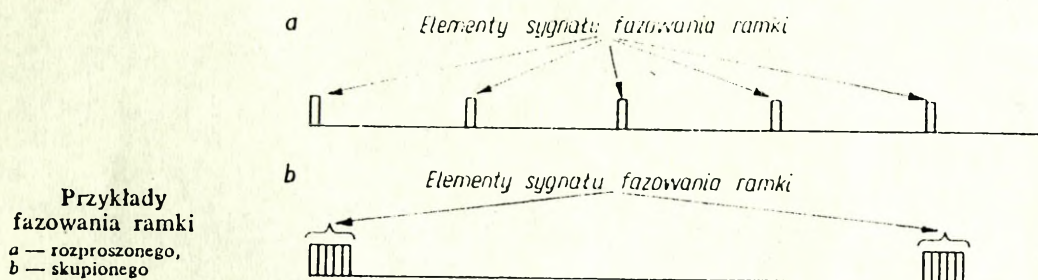
$$T_R = \frac{T_P}{M} \quad \text{stad } \textit{przepływność binarna systemu} \text{ wynosi } P = \frac{1}{T_R}$$

Rozmieszczenie elementów poszczególnych sygnałów bywa różne w różnych systemach. W dziedzinie telefonii kanałowe szczeliny czasowe z zasady zawierają grupy ośmiu elementów, które stanowią kod binarny dla próbek sygnału rozmównego.

Sygnał fazowania ramki również może być przesłany w rozmaity sposób - rozróżnia się fazowanie ramki z *sygnałem rozproszonym i skupionym*.

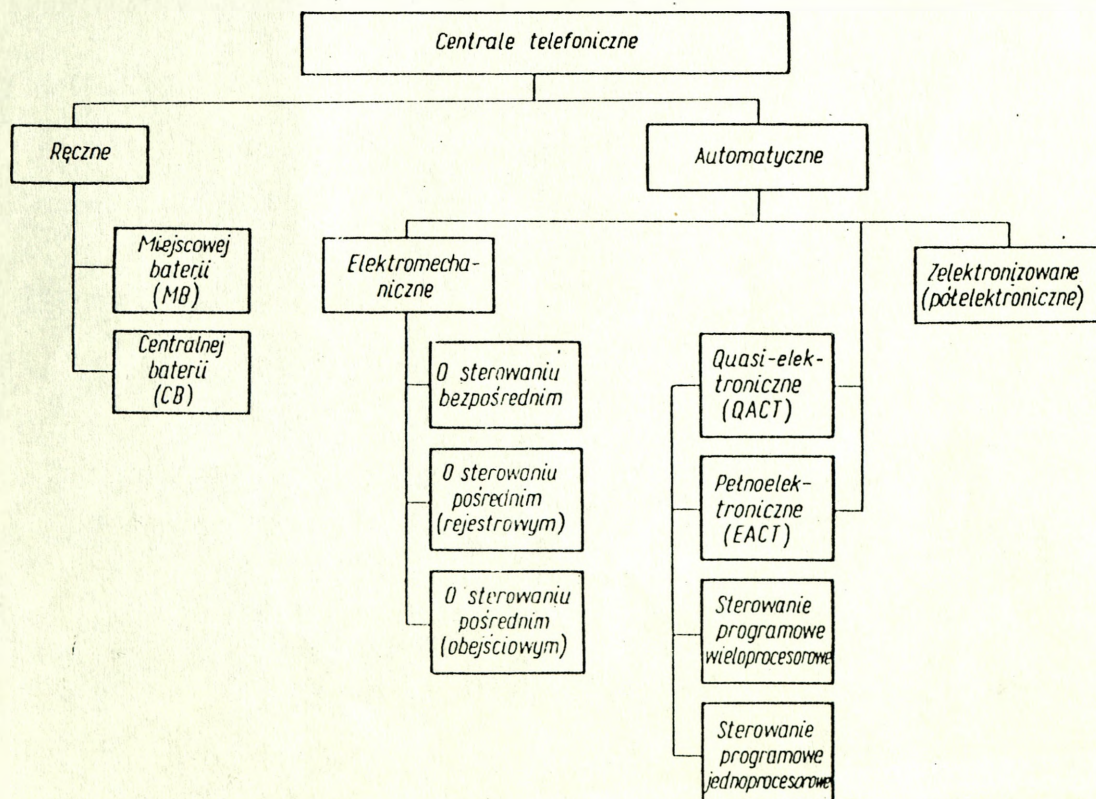
Sygnał zbiorczy w postaci binarnej, składający się z kolejnych ramek, jest przetwarzany na sygnał liniowy o postaci najlepiej

nadającej się do przesyłania przez trakt liniowy który może zawierać tory kablowe z regeneratorami lub linie radiowe ze stacjami przekaźnikowymi. W urządzeniu odbiorczym, na podstawie struktury sygnału fazowania ramki oraz sygnału taktowania wydzielonego z sygnału liniowego, wyszukuje się pozycje sygnału fazowania ramki w odbieranym sygnale zbiorczym, po upewnieniu się, że odbierana sekwencja nie jest symulacją poszukiwanego sygnału utworzoną z elementów podstawowych, ustawia się fazę zegarów urządzenia odbiorczego zgodnie z sygnałem fazowania ramki.



4. Rodzaje central telefonicznych i ich zasady pracy.

Ze względu na stosowane elementy oraz zasady pracy centrale telefoniczne najogólniej można podzielić na *ręczne i automatyczne*.

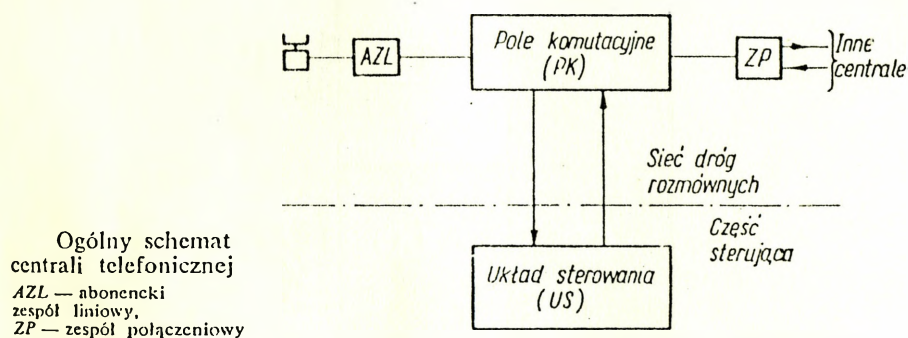


Niezależnie od rodzaju i systemu centrale telefoniczne powinny realizować następujące funkcje:

- nadzór łączy i podzespołów;
- sterowanie zgodnie z programem;
- zestawianie drogi połączeniowej;
- rozłączanie drogi połączeniowej;
- wybieranie poszczególnych elementów z wiązki;
- odmierzanie czasu;
- taryfikacja;
- funkcje kontrolno-badaniowe;

Zasadniczymi funkcjami realizowanymi przez centrale są: zestawianie i rozłączanie połączeń oraz sterowanie tymi czynnościami.

Najprostszy schemat funkcjonalny centrali (dotyczy między innymi c. -krzyżowych, -quasie - elektronicznych i elektronicznych) przedstawia poniższy rysunek.



Sieć dróg rozmównych (SDR) - zawiera pole komutacyjne (PK) oraz zespoły przyłączy a więc abonenckie zespoły liniowe (AZL) i zespoły połączeniowe (ZP). SDR umożliwia zestawienie połączenia pomiędzy abonentami dołączonymi bądź do tej samej centrali, bądź do różnych central pracujących w sieci telefonicznej.

Układ sterowania (US) gromadzi informacje napływające ze źródeł zewnętrznych (łączy abonenckich i międzycentralowych) oraz ze źródeł wewnętrznych, przetwarza je oraz podejmuje decyzje dotyczące realizacji połączenia.

Centrala telefoniczna jest więc systemem przetwarzania danych napływających z wielu źródeł i pracującym w czasie realnym; oznacza to, że informacje ze źródeł zewnętrznych napływają przypadkowo powodując realizację odpowiednich funkcji komutacyjnych.

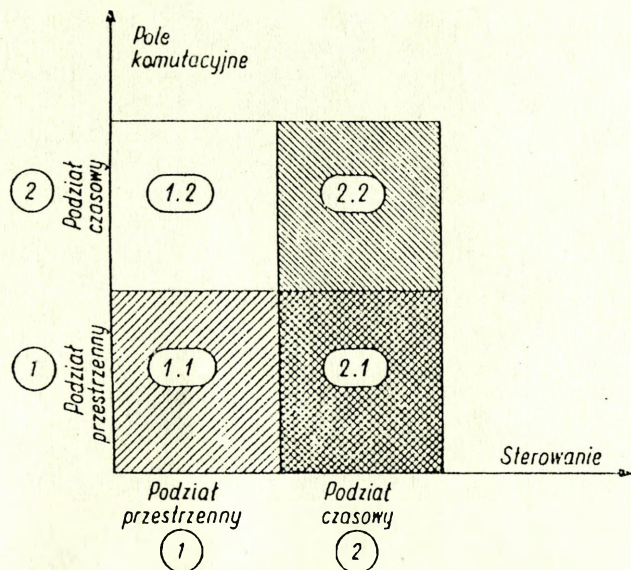
Prace badawcze związane z udoskonalaniem istniejących central, poszukiwanie nowych rozwiązań doprowadziło do uzyskania

dwóch zasadniczych *systemów elektronicznej komutacji dróg rozmównych* lub inaczej *systemów sieci dróg rozmównych (SDR)* - tzn. tej części central przez którą przepływają prądy rozmówne:

- grupa systemów z przestrzennym rozdziałem dróg rozmównych;
- grupa systemów z czasowym rozdziałem dróg rozmównych;

Pierwsza grupa nie zdała egzaminu praktycznego - ze względu na dużą tłumienność przejścia i małą tłumienność przesłuchu oraz wysokie koszty urządzeń. Druga grupa bardzo dynamicznie rozwija się.

Reasumując należy stwierdzić, że w centralach elektronicznych pole komutacyjne oraz zespół sterowania może pracować na zasadzie podziału (rozdziału) przestrzennego lub z podziałem czasowym. Wszystkie możliwe sytuacje przedstawia poniższy rysunek.



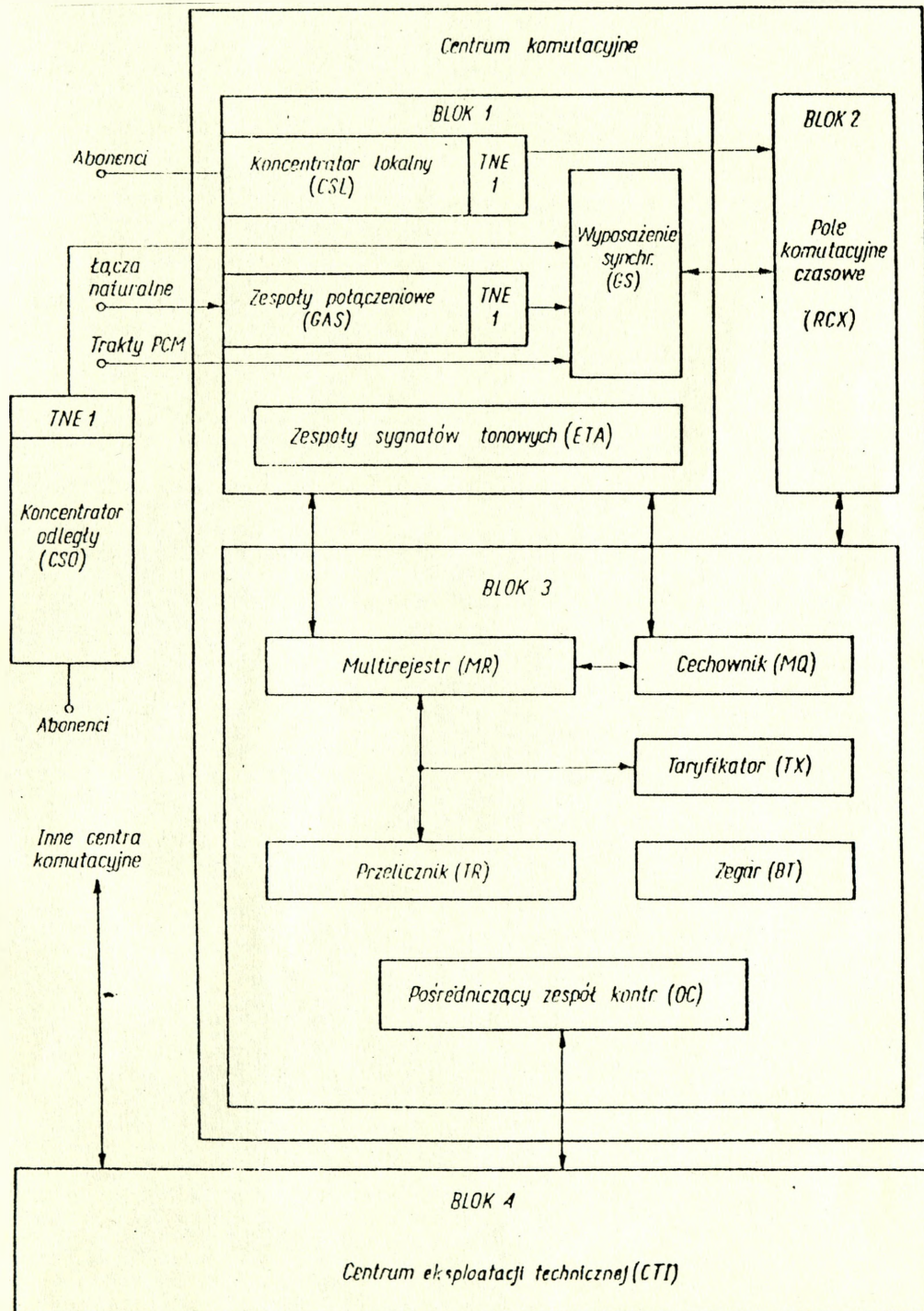
Klasyfikacja central elektronicznych

Kwadratowi:

- 2-1 mogą być przyporządkowane centrale quasi - elektroniczne (np. METACONTA);
- 1-1 małe centrale abonenckie;
- 2-2 centrale w których pole komutacyjne i zespół sterowania pracuje na zasadzie podziału czasowego np. E-10;
- 1-2 nie spotyka się;

Zastosowanie central elektronicznych szczególnie z rozdziałem czasowym zarówno w polu, jak i w zespole sterowania sieci telekomunikacyjnej prowadzi do istotnych korzyści w zakresie produkcji, montażu, a przede wszystkim eksploatacji:

- wysoka jakość transmisji;
- duża szybkość przebiegów łączeniowych;
- wiele nowych usług;
- elastyczność konfiguracji sieci dzięki modułowości sprzętu;
- dostosowanie do sygnalizacji różnych central istniejących w sieci;
- dostosowanie do różnych systemów na kablach i radiołączach;
- i inne;



Schemat blokowy centrali E-10

TNE1 — krotnica PCM 30/32

