

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

12(190)

1979

Telefonia

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 19

WARSZAWA 1979

NR 12/190/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

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

Redaktorzy działów:

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

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: mgr K. Juszkiewicz

Montaż tekstu: B. Drabik

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 19.II.1980 r.
Druk ukończono w marcu 1980 r.

Mirosław Żurawski

NADZÓR I UTRZYMANIE
TELETRANSMISYJNYCH SYSTEMÓW CYFROWYCH

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Charakterystyka teletransmisyjnych systemów cyfrowych	1
2.1. Informacje ogólne	1
2.2. Urządzenia końcowe systemów cyfrowych	2
2.3. Urządzenia traktów liniowych	4
3. Ogólne zasady utrzymania sieci cyfrowej	4
3.1. Nadzór w trakcie eksploatacji	4
3.1.1. Odcinki utrzymania	5
3.1.2. Kryteria alarmowe	6
3.1.3. Alarmy utrzymania	6
3.1.4. Alarm służby	7
3.1.5. Sygnał Informacji Alarmowej	7
3.1.6. Alarm zwrotny	8
3.1.7. Metodyka nadzoru odcinków utrzymania w trakcie eksploatacji	8
3.2. Pomiary przy wyłączonej służbie	9
4. Nadzór i utrzymanie urządzeń wielokrotnienia	9
4.1. Zagadnienia ogólne	9
4.2. Urządzenia wielokrotnienia PCM	9
4.2.1. Nadzór w trakcie eksploatacji	9
4.2.2. Pomiary przy wyłączonej służbie	12
4.3. Urządzenia wielokrotnienia sygnalizacji	14
4.3.1. Nadzór w trakcie eksploatacji	14
4.3.2. Pomiary przy wyłączonej służbie	15
4.4. Urządzenia wielokrotnienia cyfrowego	15
4.4.1. Nadzór w trakcie eksploatacji	15
4.4.2. Pomiary przy wyłączonej służbie	18
5. Nadzór i utrzymanie urządzeń traktów liniowych	18
5.1. Nadzór w trakcie eksploatacji	18

	Str.
5.2. Pomiary przy wyłączonym ruchu	20
6. Sygnalizacja alarmowa w stacjach węzłowych	22
7. Zakończenie	24
Wykaz literatury	26

NADZÓR I UTRZYMANIE TELETRANSMISYJNYCH SYSTEMÓW CYFROWYCH

1. WPROWADZENIE

Szybki rozwój techniki transmisji i komutacji cyfrowej, jaki obserwuje się w ostatnich latach, wdrażanie do eksploatacji coraz to nowych systemów cyfrowych wymaga kompleksowego rozwiązania zagadnień nadzoru i utrzymania sieci cyfrowej. Technika cyfrowa jest techniką specyficzną i wymaga także specyficznego podejścia do zagadnień utrzymania. Charakter funkcjonowania systemów cyfrowych jest zwykle taki, iż mogą one znajdować się w dwóch możliwych stanach: prawidłowej pracy lub uszkodzenia. Ze względu na technologię wykorzystywaną w systemach cyfrowych i dość skomplikowany sposób działania urządzeń, naprawa uszkodzonych zespołów może być dokonywana tylko w wyspecjalizowanych laboratoriach, wyposażonych w odpowiednią aparaturę kontrolno-pomiarową. Podstawowym więc problemem do rozwiązania jest możliwie szybkie określenie miejsca uszkodzenia i usunięcie usterki przez wymianę uszkodzonego zespołu.

Z drugiej strony technika cyfrowa zapewnia służbom eksploatacyjnym specyficzne środki nadzoru i kontroli, które w odpowiedni sposób wykorzystane ułatwiają utrzymanie sieci cyfrowej. Przykładowo systemy cyfrowe umożliwiają przesyłanie razem z sygnałami użytecznymi, zakodowanymi i zorganizowanymi w ramki, dodatkowych informacji o stanie całej lub części sieci. Pozwala to na szybką lokalizację uszkodzeń.

Artykuł niniejszy poświęcony jest omówieniu ujednoczonych ogólnych zasad nadzoru i utrzymania teletransmisyjnych systemów cyfrowych. Omówione zostaną zarówno zasady nadzoru i kontroli w trakcie eksploatacji systemów, jak również pomiary przy wyłączonym ruchu, tzn. pomiary w trakcie instalacji lub w trakcie usuwania uszkodzenia powodującego przerwę w ruchu.

2. CHARAKTERYSTYKA TELETRANSMISYJNYCH SYSTEMÓW CYFROWYCH

2.1. Informacje ogólne

Podstawowym kryterium klasyfikacji teletransmisyjnych systemów cyfrowych jest przepływność binarna sygnału liniowego. Aktualnie w krajach euro-

pejskich przyjęte zostały następujące przepływności dla systemów cyfrowych:

- 2048 kbit/s - dla systemu cyfrowego 1 rzędu /PCM-30/,
- 8448 kbit/s - dla systemu cyfrowego 2 rzędu,
- 34368 kbit/s - dla systemu cyfrowego 3 rzędu,
- 139264 kbit/s - dla systemu cyfrowego 4 rzędu.

Systemy cyfrowe realizowane na bazie powyższych przepływności binarnych sygnału liniowego tworzą hierarchię systemów cyfrowych.

W każdym systemie teletransmisyjnym, w tym również w systemie cyfrowym, wyodrębnić można urządzenia końcowe /krotnice/ oraz urządzenia traktu liniowego. Zarówno urządzenia końcowe, jak i urządzenia traktu liniowego mogą być realizowane w różny sposób, jednakże przyjmuje się, że przy określonej przepływności binarnej, każdego rodzaju urządzenie końcowe powinno mieć możliwość współpracy z każdego rodzaju urządzeniami traktu liniowego. W tym celu dla podanych wyżej przepływności binarnych określone zostały ściśle parametry punktów styku, dzięki czemu taka współpraca jest zawsze możliwa.

2.2. Urządzenia końcowe systemów cyfrowych

W zależności od przepływności binarnej stosowane bądź przewidywane do stosowania są następujące rodzaje urządzeń końcowych:

a/ Dla przepływności 2048 kbit/s:

- krotnice PCM-30, dokonujące przetworzenia 30 analogowych kanałów telefonicznych w sygnał cyfrowy 2048 kbit/s przy wykorzystaniu modulacji impulsowo-kodowej i odwrotnie. Z krotnicą PCM-30 mogą współpracować urządzenia cyfrowe o przepływności binarnej 64 kbit/s lub $n \times 64$ kbit/s, np. urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji lub urządzenia transmisji danych;
- transkrotnica FDM 60/2 x PCM-30, realizująca przetworzenie analogowej 60-kanałowej grupy wtórnej w dwa sygnały cyfrowe każdy o przepływności 2048 kbit/s, a także przetworzenie odwrotne;
- urządzenia transmisji danych o wyjściowej przepływności binarnej 2048 kbit/s.

b/ Dla przepływności binarnej 8448 kbit/s:

- krotnica cyfrowa 4 x 2048 kbit/s, realizująca zwielokrotnienie czterech sygnałów cyfrowych każdy o przepływności 2048 kbit/s w jeden sygnał cyfrowy 8448 kbit/s i odwrotnie. W zależności od metody zwielokrotnienia /synchroniczna lub asynchroniczna/ może występować w sieci kilka rodzajów tego typu krotnic;
- krotnica PCM-128, realizująca przetworzenie 128 analogowych kanałów telefonicznych w jeden sygnał cyfrowy 8448 kbit/s i odwrotnie; krotnica tego typu realizowana jest na tej samej zasadzie co krotnica PCM-30, tzn. z wykorzystaniem modulacji impulsowo-kodowej;
- kodek FDM-60, realizujący przetworzenie analogowej 60-kanałowej grupy wtórnej w sygnał cyfrowy 8448 kbit/s i odwrotnie; ze względu na pewną nadmiarowość przepływności 8448 kbit/s, możliwa jest realizacja kodeka, w którym 60-kanałowa grupa FDM uzupełniana jest sygnałem cyfrowym 2048 kbit/s;
- kodek sygnału wizjofonii, dokonujący przetworzenia sygnału wizjofonicznego na sygnał cyfrowy 8448 kbit/s i odwrotnie;
- urządzenia transmisji danych o wyjściowej przepływności binarnej 8448 kbit/s.

c/ Dla przepływności 34368 kbit/s:

- krotnica cyfrowa 4 x 8448 kbit/s, realizująca zwielokrotnienie czterech sygnałów cyfrowych każdy o przepływności 8448 kbit/s w jeden sygnał cyfrowy 34368 kbit/s i odwrotnie;
- inne źródła i odbiorniki informacji cyfrowej o przepływności binarnej 34368 kbit/s /np. kodek sygnału telewizyjnego z redukcją nadmiarowości/.

d/ Dla przepływności 139264 kbit/s:

- krotnica cyfrowa 4 x 34368 kbit/s, realizująca zwielokrotnienie czterech sygnałów cyfrowych każdy o przepływności 34368 kbit/s w jeden sygnał cyfrowy 139264 kbit/s i odwrotnie;
- kodeki sygnałów szerokopasmowych /telewizyjnych, grup FDM/ o przepływności binarnej 139264 kbit/s.

Dodatkowo, z punktu widzenia urządzeń traktu liniowego, źródłem lub odbiornikiem informacji cyfrowej jest również centrala elektroniczna komutująca sygnały cyfrowe i wówczas trakt liniowy systemu cyfrowego współpracuje bezpośrednio z tą centralą. W chwili obecnej stosowane są centrale elektroniczne o wyjściowej przepływności binarnej 2048 kbit/s, jednakże w przyszłości mogą być stosowane również dla przepływności 8448 i 34368 kbit/s.

2.3. Urządzenia traktów liniowych

Trakty liniowe systemów cyfrowych mogą być realizowane jako trakty kablowe, radioliniowe, światłowodowe i satelitarne. W zależności od rodzaju traktu liniowego i przepływności binarnej mogą być stosowane różnego rodzaju kody liniowe optymalne pod względem parametrów transmisyjnych /np. kody wielopoziomowe/. W rezultacie szybkość transmisji w linii może się różnić od przepływności określonych w pkt. 2.1, jednakże każdorazowo przepływność binarna wejściowa i wyjściowa jest ściśle określona ze względu na normalizację parametrów punktów styku. Trakt liniowy, składający się z dwóch urządzeń końcowych traktu liniowego oraz linii transmisyjnej wraz ze stacjami regeneracyjnymi obsługiwany i nieobsługiwany, stanowi odrębną całość i z punktu widzenia przesyłanych sygnałów powinien być przezroczysty.

3. OGÓLNE ZASADY UTRZYMANIA SIECI CYFROWEJ

3.1. Nadzór w trakcie eksploatacji

Omówione w pkt. 2 urządzenia systemów cyfrowych połączone ze sobą poprzez ściśle określone punkty styku tworzą sieć cyfrową. Prawidłowe funkcjonowanie tej sieci wymaga ciągłej kontroli wszystkich urządzeń tworzących tę sieć. Specyfika sieci cyfrowej polega między innymi na tym, iż uszkodzenie jednego urządzenia w sieci może powodować złe funkcjonowanie pozostałych urządzeń z nim współpracujących. Przykładowo: przerwa w linii systemu 140 Mbit/s spowoduje kaskadową utratę fazowania ramek 140, 34, 8, oraz 2 Mbit/s, w związku z czym we wszystkich 170 krotnicach tworzących system 140 Mbit/s /a mogą one być rozmieszczone w różnych punktach sieci/ wystąpi alarm utraty fazowania ramki, mimo iż krotnice te będą sprawne. Przykład ten wskazuje na konieczność powstrzymania propagacji alarmów i

ograniczenia możliwości jego pojawienia się tylko w urządzeniu rzeczywiście uszkodzonym /tj. w tym przypadku w urządzeniach traktu liniowego 140 Mbit/s/.

Przyjęta w CCITT filozofia utrzymania sieci cyfrowej polega na podziale sieci cyfrowej na tzw. odcinki utrzymania, dysponujące własnymi środkami nadzoru, charakterystycznymi dla danego odcinka. W przypadku poważnego uszkodzenia alarm występuje tylko w odcinku uszkodzonym, natomiast do następnych współpracujących odcinków /w przód/ zamiast sygnału informacyjnego przesyłany jest tzw. Sygnał Informacji Alarmowej /SIA/, który uniemożliwia pojawienie się alarmu w tych odcinkach utrzymania.

3.1.1. Odcinki utrzymania

Spośród wszystkich urządzeń tworzących sieć cyfrową wyodrębnić można trzy podstawowe grupy urządzeń, przyjmując jako kryterium tego podziału sposób funkcjonowania urządzeń i związane z tym możliwości kontroli prawidłowej pracy. Są to: urządzenia zwielokrotnienia, urządzenia traktów liniowych i urządzenia komutacyjne. Zakres niniejszego artykułu nie obejmuje urządzeń komutacyjnych, odnośnie których normalizacja międzynarodowa w zakresie nadzoru i utrzymania nie jest jeszcze tak zaawansowana jak w przypadku systemów teletransmisyjnych. Tym niemniej ogólne zasady utrzymania odnoszą się także do urządzeń komutacyjnych, ponieważ w zintegrowanej sieci cyfrowej jest rzeczą nieodzowną, ażeby zasady utrzymania były kompatybilne i pozostawały w ścisłym związku dla wszystkich trzech odcinków utrzymania.

Urządzenia zwielokrotnienia występujące w teletransmisyjnych systemach cyfrowych podzielić można na trzy zasadnicze grupy urządzeń:

- urządzenia zwielokrotnienia /krotnice/ PCM,
- urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji,
- urządzenia zwielokrotnienia cyfrowego.

Powyższe grupy urządzeń stanowią odpowiednie odcinki utrzymania w sieci cyfrowej.

Urządzenia traktów liniowych w systemach cyfrowych podzielić można przede wszystkim z punktu widzenia przepływności binarnej sygnału liniowego, a ponadto rodzaju kodu liniowego, rodzaju linii transmisyjnej, itp. W każdym przypadku funkcje, jakie spełniają urządzenia traktu liniowego są jednakże takie same i w związku z tym ogólne zasady nadzoru i utrzymania są identyczne, a różnice mogą występować tylko w metodyce kontroli jakości

transmisji. W ten sposób urządzenia traktu liniowego, w skład których wchodzi dwa urządzenia końcowe traktu liniowego, linia transmisyjna oraz przelotowe obsługiwane i nieobsługiwane stacje regeneracyjne stanowią zawsze oddzielny odcinek utrzymania.

3.1.2. Kryteria alarmowe

Nadzór odcinków utrzymania w trakcie eksploatacji polega na ciągłej kontroli określonej liczby parametrów, pozwalającej na określenie z dużym prawdopodobieństwem czy dany odcinek utrzymania pracuje prawidłowo, czy też nie. Kontrolowane parametry urządzeń powinny być tak dobrane, ażeby na podstawie pomiaru tych parametrów można było stwierdzić czy całe urządzenie /lub przynajmniej jego znaczna część/ pracuje poprawnie. Na ogół część tych parametrów dotyczy samych urządzeń stanowiących odcinek utrzymania, natomiast pozostałe charakteryzują jakość przesyłanego sygnału cyfrowego /np. stopa błędów, zanik sygnału/. Wykrycie uszkodzenia lub pogorszenia się jakości transmisji powoduje pojawienie się kryterium alarmowego i w efekcie włączenie sygnalizacji alarmowej oraz podjęcie działań towarzyszących związanych z sytuacją awaryjną. W zależności od rodzaju uszkodzenia i funkcji, jaką pełniły uszkodzone urządzenia, kryterium alarmowe powoduje włączenie alarmu utrzymania lub alarmu służby bądź obu alarmów jednocześnie. Alarmy te powinny zniknąć w momencie ustąpienia przyczyny alarmu.

3.1.3. Alarmy utrzymania

Alarm utrzymania pilny występuje w odcinku utrzymania, który uległ uszkodzeniu. Alarm ten ma na celu spowodowanie akcji personelu obsługi polegającej w pierwszej kolejności na wymianie uszkodzonego zespołu na zespół rezerwowy oraz następnie na naprawie uszkodzenia. Kryteria włączenia pilnego alarmu utrzymania określone są niezależnie od rodzaju służby realizowanej przez urządzenie, które uległo uszkodzeniu.

Pilny alarm utrzymania związany jest z emisją Sygnału Informacji Alarmowej /SIA/, która ma na celu podjęcie odpowiednich akcji w pozostałych odcinkach utrzymania poza tym, który jest rzeczywiście uszkodzony.

Alarm utrzymania niepilny występuje wówczas, gdy w danym odcinku utrzymania jakość transmisji obniża się poniżej pewnego poziomu, /wyższego niż w przypadku poprzednim/, ale nie kwalifikującego do wyłączenia z ruchu.

Alarm ten nie jest związany z emisją sygnału SIA, a ma na celu poinformowanie obsługi o występującym pogorszeniu się jakości transmisji informacji.

3.1.4. Alarm służby

Alarm służby^{x/} występuje w przypadku wykrycia wady transmisji /np. pogorszenia jakości, zaniku sygnału/ przez urządzenie będące źródłem lub odbiornikiem dla danej służby /rodzaju usługi/ /telefonii, transmisja danych, wizjofonia.../. Progi alarmowe /stopień obniżenia jakości/ określone są dla każdej usługi oddzielnie i odpowiedni alarm informuje, że jakość transmisji dla tej usługi jest niewystarczająca. Alarm ten powoduje pewne akcje związane z przerywaniem danej usługi. Przykładowo w urządzeniach PCM-30, wykorzystywanych do służby telefonicznej, w przypadku utraty fazowania ramki odbiornika następuje blokada translacji i związanych z nimi urządzeń komutacyjnych. Alarm służby i alarm utrzymania może być wynikiem tego samego uszkodzenia. Niektóre odcinki utrzymania, np. urządzenia zwielokrotnienia cyfrowego lub urządzenia traktów liniowych, nie są związane z żadną konkretną usługą /powinny one transmitować dowolne sekwencje bitów, które mogą występować w sieci zintegrowanej pod względem usług/. Urządzenia te mogą dawać alarm utrzymania, ale nie alarm służby.

3.1.5. Sygnał Informacji Alarmowej

Zgodnie z przedstawioną powyżej filozofią utrzymania systemów cyfrowych, emisja Sygnału Informacji Alarmowej /SIA/ z odcinka uszkodzonego ma na celu powstrzymanie propagacji alarmu utrzymania i ograniczenie możliwości jego pojawienia się tylko w odcinku uszkodzonym. Sygnał ten, wysyłany zamiast sygnału informacyjnego, uniemożliwia pojawienie się alarmu utrzymania we wszystkich następnych odcinkach utrzymania /w przód/ i w ten sposób obsługa nie jest niepotrzebnie alarmowana. Wykrycie sygnału SIA nie powoduje powstrzymania alarmu służby, ponieważ z punktu widzenia danej służby nie jest istotne, w którym miejscu nastąpiło uszkodzenie, lecz sam fakt, że jakość transmisji jest dla tej służby poniżej dopuszczalnych norm.

W celu odróżnienia sygnału SIA od sygnału Informacyjnego przyjęta zo-

^{x/}W terminologii CCITT: "Alarme de service".

stała dla sygnału SIA struktura binarna typu "wszystkie 1". Urządzenie detekcji sygnału SIA powinno przy tym uwzględniać następujące warunki:

- 1/ sygnał informacyjny - w którym wszystkie bity w ramce, z wyjątkiem sygnału fazowania ramki, są w stanie "1" nie powinien być wykrywany jako sygnał SIA;
- 2/ powinna istnieć możliwość detekcji sygnału SIA przy elementowej stopie błędów mniejszej lub równej 1×10^{-3} .

3.1.6. Alarm zwrotny

W przypadku niektórych kryteriów alarmowych wymagano jest przesyłanie alarmu zwrotnego do przeciwległego urządzenia końcowego celem poinformowania o uszkodzeniu w drugim kierunku transmisji. W tym celu wykorzystuje się zwykle dodatkowy bit służbowy w ramce nadawczej, który zmienia wówczas swoją wartość z "0" na "1".

3.1.7. Metodyka nadzoru odcinków utrzymania w trakcie eksploatacji

Nadzór odcinków utrzymania w trakcie eksploatacji polega na ciągłej kontroli danego odcinka w sensie jego własnych parametrów /uszkodzenia wewnętrzne, jak np. zanik zasilania, utrata fazowania ramki, uszkodzenie kodeka/ lub też parametrów przesyłanego sygnału /np. zanik sygnału, przekroczona stopa błędów/. Dla każdego z odcinków utrzymania można określić pewne parametry, na podstawie których ocenia się stan urządzeń. W trakcie eksploatacji kontrola wartości tych parametrów realizowana jest dla każdego parametru indywidualnie za pomocą urządzeń kontrolno-pomiarowych znajdujących się w wyposażeniu danego odcinka utrzymania. W niektórych przypadkach, zwłaszcza gdy urządzenia kontrolno-pomiarowe muszą być bardziej rozbudowane, ażeby ocenić prawidłową pracę urządzeń, celowe jest stosowanie dodatkowych zewnętrznych urządzeń kontrolno-pomiarowych, które w sposób cykliczny dokonują kontroli wielu odcinków utrzymania tego samego rodzaju. Ma to miejsce np. w przypadku krotnic cyfrowych, gdy stosowana jest kontrola cykliczna typu wejście-wyjście. Nadzór w trakcie eksploatacji umożliwia również przełączanie transmisji /w sposób ręczny lub automatyczny/ na odcinek rezerwowy. Metoda kontroli w trakcie eksploatacji może być także wykorzystywana do zdalnej lokalizacji uszkodzonego regeneratora, jednakże z uwagi na konieczność wyposażenia każdej stacji regeneratorskiej w dodatkowe urządzenie pomiarowe nie jest ona jeszcze powszechnie stosowana.

3.2. Pomiary przy wyłączonej ruchu

Pomiary przy wyłączonej ruchu to przede wszystkim pomiary w trakcie instalacji urządzeń, pomiary okresowe oraz pomiary w trakcie usuwania uszkodzenia powodującego przerwę w ruchu. Pomiary te dotyczą bądź pojedynczego odcinka utrzymania, bądź zestawu odcinków utrzymania tworzących zestrój teletransmisyjny. W przypadku stosowania urządzeń rezerwowych, pomiary powyższe mają charakter systematycznych pomiarów prewencyjnych.

4. NADZÓR I UTRZYMANIE URZĄDZEŃ ZWIELOKROTNIEŃ

4.1. Zagadnienia ogólne

W pkt. 3.1.1. przedstawiony został podział urządzeń zwielokrotnienia na trzy podstawowe grupy: urządzenia zwielokrotnienia PCM, urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji i urządzenia zwielokrotnienia cyfrowego. Zasady nadzoru i utrzymania dwóch pierwszych grup urządzeń omówione zostaną poniżej na bazie urządzeń systemu PCM-30 /TCK-30/ i urządzeń zwielokrotnienia sygnalizacji dla tego systemu. W sieci cyfrowej mogą wystąpić innego rodzaju urządzenia, które należałoby zaliczyć do powyższych grup, a których przeznaczenie i sposób działania jest jednak inne. W związku z tym metodyka kontroli i pomiarów może być nieco inna, jednakże podstawowe zasady nadzoru dotyczące sygnalizacji alarmowej i emisji sygnału SIA są identyczne. Dotyczy to np. transkrotnicy FDM 60/2 x PCM-30, której zasady utrzymania są takie same jak w przypadku urządzeń PCM-30 lub multiplekserów transmisji danych o wyjściowej przepływności 64 kbit/s, których nadzór jest z kolei analogiczny jak w przypadku urządzeń zwielokrotnienia sygnalizacji. Dotyczy to także urządzeń kodowania sygnałów szerokopasmowych /wizjofonia, telewizja, grupy FDM/, które mogą występować w przyszłościowej sieci cyfrowej. Urządzenia te, stanowiące urządzenia końcowe danej służby mogą mieć tylko różne kryteria alarmowe dla alarmu służby i inne rodzaje pomiarów przy wyłączonej ruchu, jednakże muszą respektować przyjęte ogólne zasady nadzoru i utrzymania.

4.2. Urządzenia zwielokrotnienia PCM

4.2.1. Nadzór w trakcie eksploatacji

Zasady nadzoru i utrzymania urządzeń zwielokrotnienia PCM omówione zostaną na przykładzie krotnic PCM-30, przeznaczonych do przetwarzania 30

analogowych sygnałów telefonicznych w jeden sygnał cyfrowy o przepływności 2048 kbit/s i odwrotnie.

Nadzór krotnic PCM-30 w trakcie eksploatacji polega na ciągłej kontroli zasilania urządzeń, obecności sygnałów cyfrowych na wejściach 64 kbit/s /z urządzeń zwielokrotnienia sygnalizacji lub urządzeń transmisji danych/ i wejściu 2048 kbit/s, kontroli fazowania ramki, kontroli poprawnej pracy kodeka oraz kontroli stopy błędów w sygnale fazowania ramki. Kontrola fazowania ramki oraz kontrola sygnałów na wejściach krotnicy nie wymaga omówienia, natomiast jeśli chodzi o kontrolę pracy kodeka przypomnijmy, iż ramka w systemie PCM-30 składa się z 32 szczelin kanałowych, z których 30 wykorzystuje się do przesyłania zakodowanych sygnałów rozmównych, jedną / S_{16} / do przesyłania sygnalizacji oraz jedną / S_0 / do przesyłania sygnału fazowania ramki. Jak z tego wynika, w szczelinach kanałowych S_0 i S_{16} , kodek nie jest wykorzystywany do normalnej transmisji i w związku z tym można w tym czasie dokonać kontroli kodeka. Kontrola ta realizowana jest poprzez wprowadzenie sygnału pomiarowego na wejście kodera, zamknięcie pętli koder-dekoder po stronie cyfrowej /w odpowiedniej szczelinie kanałowej/ a następnie pomiar na wyjściu dekodera zniekształceń kwantyzacji /porównaj rys. 1a^{x/}. Zgodnie z zaleceniem CCITT G.732 przyjmuje się, iż kodek jest uszkodzony o ile przy poziomie sygnału na wejściu kodera w zakresie od -21 do -6 dBm0 zmierzony stosunek sygnału do szumu kwantyzacji jest $\leq 15,9$ dB.

Możliwa jest również realizacja kontroli kodeka po stronie cyfrowej z zamknięciem pętli po stronie analogowej /porównaj rys. 1b/. W takim przypadku na wejście dekodera wprowadza się /w szczelinie kanałowej S_0 lub S_{16} / ciąg słów kodowych, który po przetworzeniu na sygnał analogowy podawany jest na wejście kodera. Kontrola kodeka realizowana jest przez porównanie ciągu słów kodowych uzyskanego na wyjściu kodera z ciągiem słów kodowych wprowadzonym na wejście dekodera. Opisana powyżej kontrola kodeka nie może być realizowana w przypadku, gdy w krotnicy PCM wykorzystywane są indywidualne kodery i dekodery dla poszczególnych kanałów.

Kontrola stopy błędów w sygnale fazowania ramki, którego struktura jest ściśle określona i umożliwia łatwy pomiar, pozwala na globalną kontrolę łącza cyfrowego między nadawczą i odbiorczą krotnicą PCM z uwzględnieniem pozostałych odcinków utrzymania. Krotnica PCM jest w tym przypad-

^{x/} Rysunki i tablice zamieszczono na końcu artykułu.

ku urządzeniem końcowym służby i dlatego przekroczenie pewnej wartości stopy błędów, odpowiadające określonemu pogorszeniu się jakości transmisji telefonicznej powoduje włączenie się alarmu służby. Zgodnie z zaleceniem CCITT G.732 przyjmuje się następujące kryteria włączenia i wyłączenia alarmu służby:

a/ kryteria włączenia alarmu:

- przy stopie błędów $\leq 1 \times 10^{-4}$ - prawdopodobieństwo włączenia alarmu służby w okresie od 4 do 5 sekund powinno być mniejsze od 10^{-6} ,
- przy stopie błędów $\geq 1 \times 10^{-3}$ - prawdopodobieństwo włączenia alarmu służby w okresie od 4 do 5 sekund powinno być większe od 0,95;

b/ kryteria wyłączenia alarmu:

- przy stopie błędów $\geq 1 \times 10^{-3}$ - prawdopodobieństwo wyłączenia alarmu służby w okresie od 4 do 5 sekund powinno być praktycznie równe zero,
- przy stopie błędów $\leq 1 \times 10^{-4}$ - prawdopodobieństwo wyłączenia alarmu służby w okresie od 4 do 5 sekund powinno być większe od 0,95.

Należy podkreślić, że wybrane parametry krotnicy PCM /związane z zasilaniem, kodekiem, fazowaniem ramki/ kontrolowane w trakcie eksploatacji umożliwiają kontrolę jeżeli nie całości, to znacznej części urządzeń. Przy uzupełnieniu powyższej kontroli, nadzorem sygnałów na wejściu krotnicy oraz kontrolą stopy błędów w sygnale fazowania ramki, uzyskuje się szybką lokalizację uszkodzenia.

Zgodnie z powyższym krotnica PCM powinna więc wykrywać następujące uszkodzenia lub stany alarmowe:

- 1/ uszkodzenie zasilania,
- 2/ uszkodzenie kodeka /o ile kanały nie są kodowane indywidualnie/,
- 3/ brak sygnału na wejściach 64 kbit/s /z urządzeń zwielokrotnienia sygnalizacji lub urządzeń transmisji danych/,
- 4/ brak sygnału na wejściu 2048 kbit/s, przy czym:
 - w przypadku gdy w tym punkcie styku wykorzystuje się oddzielne pary przewodów dla sygnału cyfrowego i sygnału czasowania - zanik jednego z nich powinien być traktowany jako brak sygnału na wejściu 2048 kbit/s.
- 5/ brak fazowania ramki w krotnicy odbiorczej,

- 6/ przekroczona stopa błędów w sygnale fazowania ramki,
- 7/ wykrycie kryterium alarmu zwrotnego z odległej krotnicy PCM.

Po wystąpieniu danego kryterium alarmu powinna być włączona odpowiednia sygnalizacja alarmowa oraz powinny być podjęte odpowiednie akcje, zgodnie z tabl. 1. Lista akcji po wystąpieniu kryterium alarmowego jest następująca.

1. Włączenie alarmu służby informującego, że służba realizowana przez urządzenie zwielokrotnienia PCM jest niedostępna. Kryterium alarmowe powinno być przesłane również do urządzeń zwielokrotnienia sygnalizacji i urządzeń komutacyjnych. Włączenie alarmu służby powinno być dokonane jak najszybciej i nie później niż 2 msek po detekcji kryterium alarmowego.
2. Włączenie pilnego alarmu utrzymania informującego, że jakość transmisji jest poniżej dopuszczalnego poziomu i że niezbędna jest interwencja lokalnej obsługi. Jeżeli jednocześnie z kryterium pilnego alarmu utrzymania, wynikającego z utraty fazowania ramki oraz przekroczenia stopy błędów, wykrywany jest sygnał SIA, wówczas pilny alarm utrzymania powinien być powstrzymany.
3. Emisja alarmu zwrotnego do odległej krotnicy PCM przez zmianę trzeciego bitu w zerowej szczelinie czasowej z "0" na "1", we wszystkich ramach nie zawierających sygnału fazowania ramki.
4. Blokada transmisji na wszystkich kanałowych wyjściach analogowych krotnicy PCM.
5. Emisja sygnału SIA na wyjściu 64 kbit/s w 16 szczelinie czasowej w krotnicy odbiorczej.
6. Emisja sygnału SIA w 16 szczelinie czasowej na wyjściu 2048 kbit/s krotnicy nadawczej.

4.2.2. Pomiary przy wyłączonym ruchu

Pomiary krotnic PCM przy wyłączonym ruchu dokonywane są najczęściej poprzez pomiar całego zestawu /dwie krotnice PCM połączone poprzez trakt liniowy/ bądź poprzez pomiar pojedynczej krotnicy pracującej "na siebie". Pomiary kanałów /dokonywane poprzez analogowe wejścia i wyjścia kanałów/ nie różnią się one od znanych pomiarów systemów o podziale częstotliwościowym z wyjątkiem pomiarów zniekształceń kwantyzacji i poziomu przeciążenia

kodera. Powinny być wykonywane przede wszystkim pomiary następujących parametrów:

- 1/ tłumienność wynikowa w funkcji częstotliwości,
- 2/ tłumienność wynikowa w funkcji poziomu wejściowego,
- 3/ tłumienność przenikowa,
- 4/ szum tłowy mierzony psofometrycznie.

Zniekształcenia kwantyzacji występujące w systemach PCM mają swe źródło w niedokładności procesu przekształcania próbek amplitudy sygnału analogowego w słowo kodowe i odwrotnie. Wynika to ze skończonej szerokości przedziałów kwantyzacji. Pomiar zniekształceń kwantyzacji dokonywany jest pomiędzy wejściem i wyjściem kanału telefonicznego za pomocą sygnału sinusoidalnego lub sygnału pseudoszumowego o pasmie 350 Hz - 550 Hz. Po stronie odbiorczej określa się różnicę poziomów sygnału pomiarowego i szumu kwantyzacji w pasmie powyżej częstotliwości sygnału pomiarowego aż do częstotliwości granicznej kanału telefonicznego /porównaj rys. 2/.

Oprócz powyższych pomiarów kanału telefonicznego, realizowanych pomiędzy wejściem i wyjściem analogowym kanału, przewiduje się również pomiary krotnic PCM pomiędzy wejściem analogowym i wyjściem cyfrowym oraz odwrotnie. Pomiary tego typu umożliwiają oddzielny pomiar części nadawczej i części odbiorczej krotnicy /oddzielny pomiar kodera i dekodera/. Przy pomiarze kodera sygnał pomiarowy niskiej częstotliwości wprowadza się na wejście analogowe kanału /rys. 3/, natomiast na wyjściu cyfrowym kodera za pomocą analizatora słów kodowych przeprowadza się analizę, czy z analogowego sygnału pomiarowego powstał właściwy ciąg tych słów. Pozwala to kontrolować związek zachodzący pomiędzy poziomem analogowego sygnału wejściowego a ciągiem słów kodowych z uwzględnieniem charakterystyki kompresji i charakterystyki kodera. W ten sposób badana jest tłumienność wynikowa w funkcji częstotliwości oraz w funkcji poziomu wejściowego /również poziom przeciążenia kodera/, a także symetria kodera. Stosując w analizatorze precyzyjny dekodery pomiarowy można podobnie mierzyć zniekształcenia kwantyzacji kodera krotnicy.

Przy pomiarze dekodera wykorzystuje się generator słów kodowych PCM, który wytwarza sygnał pomiarowy w postaci określonego ciągu słów kodowych, analogicznego do sygnału, jaki wytworzyłaby idealna krotnica PCM po zakodowaniu analogowego sygnału wejściowego o określonej amplitudzie i częstotliwości. Sygnał pomiarowy, wprowadzony w dowolną szczelinę kanałową, po

przetworzeniu w dekoderze może być mierzony w sposób analogowy na wyjściu danego kanału /porównaj rys. 4/.

Poza omówionymi powyżej pomiarami krotnic PCM przewiduje się w przyszłości automatyzację pomiarów za pomocą aparatury do automatycznych badań łączy telefonicznych /np. typu ABA/, umożliwiającą całkowitą ocenę jakości łączy pomiędzy zakończeniami analogowymi.

4.3. Urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji

4.3.1. Nadzór w trakcie eksploatacji

Urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji współpracują z krotnicą PCM i przeznaczone są do zwielokrotnienia 30 /60/ kanałów sygnalizacyjnych w jeden sygnał cyfrowy przesyłany w 16 szczelnie czasowej ramki 2048 kbit/s i odwrotnie. W tym celu tworzona jest wieloramka /ramka sygnalizacyjna/ składająca się z 16 kolejnych ramek 2048 kbit/s. Ponadto 16 szczelina czasowa w ramce 2048 kbit/s może być wykorzystana do utworzenia wspólnego kanału sygnalizacyjnego dla całej grupy 30 kanałów telefonicznych.

Urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji powinny wykrywać następujące uszkodzenia i stany alarmowe:

1. Uszkodzenie zasilania.
2. Zanik sygnału 64 kbit/s na wejściu części odbiorczej urządzeń, przy czym:
 - detekcja tego uszkodzenia nie jest obowiązkowa, jeżeli urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji znajduje się w odległości nie większej niż kilka metrów od krotnicy PCM lub jeżeli to uszkodzenie wywołuje alarm utraty fazowania wieloramki;
 - w przypadku gdy wykorzystuje się oddzielne pary przewodów do przesyłania sygnału cyfrowego i sygnału czasowania, zanik jednego z nich powinien być traktowany jako zanik sygnału wejściowego 64 kbit/s.
3. Utrata fazowania wieloramki.
4. Wykrycie alarmu zwrotnego od urządzeń zwielokrotnienia sygnalizacji na odległym końcu linii.
5. Detekcja kryterium alarmu służby z krotnicy PCM.

Wykrycie każdego z powyższych uszkodzeń powinno powodować podjęcie odpowiednich akcji zgodnie z tablicą 2. Lista tych akcji jest następująca:

1. Emisja kryterium alarmu służby do współpracujących urządzeń komutacji.
2. Emisja kryterium pilnego alarmu utrzymania, informującego, że jakość transmisji jest poniżej dopuszczalnych norm i niezbędna jest interwencja obsługi na stacji lokalnej. Jeżeli w tym czasie wykrywany jest również sygnał SIA na wejściu 64 kbit/s, kryterium alarmowe związane z utratą fazowania wieloramki powinno być powstrzymane.
3. Emisja alarmu zwrotnego do odległego urządzenia zwielokrotnienia sygnalizacji poprzez zmianę wartości z "0" na "1" szóstego bitu w 16 szczelinie czasowej ramki zerowej w wieloramce. Zmiana ta powinna być dokonana możliwie jak najszybciej.
4. Blokada wszystkich kanałów sygnalizacyjnych przez ustawienie na wyjściu kanałów stanu logicznego "1". Blokada ta powinna być dokonana możliwie najszybciej i nie później niż 3 ms po wykryciu uszkodzenia.

Uwaga: Podane powyżej czasy dotyczące podjęcia poszczególnych akcji odnoszą się również do przypadku zaniku kryterium alarmowego.

4.3.2. Pomiary przy wyłączonym ruchu

W przypadku urządzeń zwielokrotnienia sygnalizacji nie przewiduje się pomiarów przy wyłączonym ruchu poza kontrolą poprawności działania urządzeń. Kontrolowane mogą być:

- parametry sygnałów w punktach styku,
- działanie układu fazowania wieloramki,
- zniekształcenia impulsów sygnalizacyjnych.

4.4. Urządzenia zwielokrotnienia cyfrowego

4.4.1. Nadzór w trakcie eksploatacji

Urządzenia zwielokrotnienia cyfrowego różnią się tym od krotnic PCM, iż nie zawierają przemiennika analogowo-cyfrowego, a realizują tylko połączenia kilku sygnałów wejściowych /są one już w postaci cyfrowej/ w jeden sygnał cyfrowy o odpowiednio większej przepływności binarnej. Urządzenia te umożliwiają przejście od pewnego poziomu w hierarchii systemów cyfrowych /sygnały wejściowe/ do poziomu wyższego /sygnał zbiorczy/. W zależności od metody zwielokrotnienia rozróżniane są następujące rodzaje krotnic cyfrowych:

- krotnice synchroniczne,
- krotnice asynchroniczne z dopełnianiem dodatnim,
- krotnice asynchroniczne z dopełnianiem dodatnio-ujemnym.

Krotnice te różnią się między sobą zasadą działania, jednakże z punktu widzenia nadzoru i utrzymania systemów cyfrowych stanowią one taki sam odcinek utrzymania, który powinien respektować przyjęte ogólne zasady nadzoru i utrzymania. Zasady te w odniesieniu do krotnic cyfrowych przedstawione zostaną poniżej na przykładzie krotnic asynchronicznych z dopełnianiem dodatnim. Zgodnie z powyższym, w analogiczny sposób określane są zasady utrzymania dla pozostałych rodzajów krotnic.

Urządzenia zwielokrotnienia cyfrowego powinny być wyposażone w system nadzoru i kontroli, którego zadaniem jest wykrywanie następujących uszkodzeń i stanów alarmowych:

1. Uszkodzenie zasilania.
2. Brak sygnału wejściowego w krotnicy nadawczej /multiplexerze/, przy czym jeżeli w punkcie styku wykorzystywane są oddzielne pary przewodów do transmisji sygnału cyfrowego i sygnału czasowania, to zanik jednego z nich powinien być traktowany jako zanik sygnału wejściowego.
3. Brak sygnału zbiorczego na wejściu krotnicy odbiorczej /demultiplexera/, przy czym:
 - wykrywanie tego uszkodzenia jest wymagane tylko wówczas, gdy nie występuje jednocześnie kryterium utraty fazowania ramki;
 - jeżeli w punkcie styku wykorzystuje się oddzielne pary przewodów do przesyłania sygnału cyfrowego i sygnału czasowania, to zanik jednego z nich powinien być traktowany jako brak sygnału zbiorczego.
4. Utrata fazowania ramki.
5. Wykrycie sygnału alarmu zwrotnego z urządzenia odległego.

W przypadku wykrycia przez układy nadzoru powyższych uszkodzeń powinny być podjęte następujące akcje /porównaj tablice 3, 4, 5/:

1. Emisja pilnego alarmu utrzymania informującego, że jakość transmisji jest poniżej przyjętych norm i niezbędna jest interwencja obsługi na stacji lokalnej. Jeżeli na wejściu demultiplexera zostanie wykryty sygnał SIA, wówczas kryterium alarmu związane z utratą fazowania ramki powinno być powstrzymane.

2. Emisja kryterium alarmu zwrotnego do urządzenia odległego poprzez zmianę wartości bitu służbowego w ramce sygnału zbiorczego /przewidzianego do tego celu/ z "0" na "1".
3. Emisja sygnału SIA na wszystkich 4 wyjściach demultipleksera, przy czym przepływność binarna sygnału SIA powinna znajdować się w zakresie dopuszczalnych tolerancji przepływności, przewidzianych dla sygnałów zwielokrotnianych.
4. Emisja sygnału SIA na wyjściu multipleksera.
5. Emisja sygnału SIA w odpowiednich przedziałach czasowych ramki sygnału zbiorczego na wyjściu multipleksera, dotyczących danego sygnału wejściowego, którego brak został wykryty.

Przedstawiona powyżej kontrola krotnic cyfrowych mimo wszystko nie zapewnia kompletnej kontroli wszystkich funkcji realizowanych w multipleksersze i demultipleksersze i w związku z tym nie jest wystarczająca do ścisłej lokalizacji uszkodzenia. Z powyższych względów dla krotnic cyfrowych przewiduje się dodatkową kontrolę typu "wejście-wyjście" za pomocą zewnętrznego urządzenia kontrolno-pomiarowego. Urządzenie to funkcjonuje w sposób następujący /porównaj rys. 5/.

Z zewnętrznych zacisków wejściowych i wyjściowych krotnicy wszystkie przychodzące i wychodzące sygnały cyfrowe doprowadzane są równolegle do urządzenia kontroli, przy czym z założenia dotychczasowe urządzenia kontrolne nie powinno wprowadzać zakłóceń w normalnej pracy krotnicy. Urządzenie kontroli dokonuje rozdziału sygnału zbiorczego /o przepływności wyższego rzędu/ na sygnały składowe /w sposób identyczny jak demultipleksers krotnicy cyfrowej/, a następnie porównuje te ostatnie z sygnałami wejściowymi lub wyjściowymi /o przepływności niższego rzędu/ w zależności od tego czy kontrolowana jest część nadawcza, czy część odbiorcza krotnicy. Jeżeli z porównania sygnałów wynika, że określona wartość stopy błędów jest przekroczona, wówczas włączony zostaje alarm utrzymania. W praktyce alarm włączany jest również przy innych nieprawidłowościach w pracy krotnicy, np. przy braku sygnału, braku sygnału SIA na wyjściu krotnicy w czasie gdy powinien on być wysyłany, itp. Urządzenie powyższe cyklicznie dokonuje kontroli poszczególnych wejść i wyjść w obrębie jednej krotnicy, a także może dokonywać cyklicznej kontroli wielu krotnic cyfrowych tego samego typu. W przypadku małych stacji, w których liczba krotnic jest niewielka, może być stosowany przenośny przyrząd kontroli cyklicznej, realizujący te same funkcje.

Przyrząd ten może być wykorzystywany zarówno do kontroli krotnic cyfrowych w trakcie eksploatacji, jak i przy wyłączonym ruchu. W przypadku gdy stosowane są urządzenia rezerwowe, powyższe urządzenie kontroli cyklicznej może być wykorzystane do ich automatycznego przetaczania.

4.4.2. Pomiary przy wyłączonym ruchu

W przypadku krotnic cyfrowych pomiary przy wyłączonym ruchu to przede wszystkim pomiary stopy błędów i pomiary fluktuacji fazowych sygnału.

Pomiar stopy błędów krotnicy cyfrowej może być przeprowadzany za pomocą opisanego powyżej przyrządu kontroli cyklicznej, który jednakże z racji innego przeznaczenia nie zapewnia odpowiedniej dokładności pomiaru. Dokładny pomiar stopy błędów krotnicy cyfrowej przeprowadza się za pomocą generatora sygnału pseudoprzypadkowego i miernika stopy błędów. Po zamknięciu krotnicy na siebie /po stronie sygnału zbiorczego/ na zaciski wejściowe multiplexera wprowadza się sygnał pseudoprzypadkowy /rys. 6/, natomiast na wyjściu demultiplexera przeprowadza się pomiar stopy błędów przez porównanie bit po bicie sygnału nadawanego z sygnałem odbieranym.

Pomiar fluktuacji fazy sygnału w krotnicach cyfrowych przeprowadza się w celu określenia odporności krotnicy na fluktuacje fazy sygnału występującego na wejściu krotnicy, funkcji przenoszenia fluktuacji fazy /tłumienie fluktuacji fazy przez krotnicę cyfrową/ oraz w celu określenia wielkości fluktuacji fazy wprowadzanych przez samą krotnicę /tj. fluktuacji fazy wynikających ze zmian czasu oczekiwania w procesie dopełniania impulsowego - zjawisko występujące tylko w asynchronicznych krotnicach cyfrowych/. Do pomiaru fluktuacji fazy sygnału wykorzystywany jest generator sygnału pseudoprzypadkowego z możliwością wprowadzania fluktuacji fazy o określonej amplitudzie i częstotliwości oraz miernik fluktuacji fazy.

5. NADZÓR I UTRZYMANIE URZĄDZEŃ TRAKTÓW LINIOWYCH

5.1. Nadzór w trakcie eksploatacji

Urządzenia traktów liniowych składające się z dwóch urządzeń końcowych traktu liniowego, linii transmisyjnej wraz z przelotowymi stacjami regeneratorskimi stanowią samodzielny odcinek utrzymania. Jedną z podstawowych funkcji tych urządzeń poza transmisją sygnału cyfrowego w obu kie-

runkach, jest nadzór i kontrola jakości transmisji. Z racji przyjętego założenia odnośnie przezroczystości traktu liniowego, struktura binarna przesyłanego sygnału może być dowolna i w konsekwencji kontrola jakości transmisji możliwa jest tylko na zasadzie wykorzystania określonych właściwości stosowanego kodu liniowego. W zależności od przepływności i rodzaju linii transmisyjnej w systemach cyfrowych stosowane są różne kody liniowe, jak np. AMI, HDB-3, 4B3T, 6B4T itp. W przypadku każdego z tych kodów obowiązuje pewien algorytm kodowania /przetwarzania kodu występującego w punkcie styku na kod liniowy/ dokonywanego na wejściu traktu liniowego i w związku z tym kontrola tego algorytmu na wyjściu traktu umożliwia określenie z pewnym przybliżeniem stopy błędów traktu liniowego. W przypadku kodu HDB-3 kontrola stopy błędów realizowana jest poprzez sprawdzanie zasady przemiennej polaryzacji wprowadzanych wiolacji^{x/}. Dla kodów liniowych bardziej złożonych, np. 4B3T /cztery elementy binarne przetwarzane są na trzy elementy kodu trójkowego/ kontrolowana jest synchronizacja słów kodu, występowanie słów zabronionych, wartość algebraicznej sumy bieżącej, itp. W efekcie dla każdego z kodów liniowych możliwe jest wykrycie pewnej liczby przekłamań i na podstawie odpowiedniego przeliczenia można określić w sposób szacunkowy stopę błędów traktu liniowego. Ze względu na to, iż trakt liniowy nie jest związany z żadną konkretną służbą, przy przekroczeniu określonego dopuszczalnego progu dla stopy błędów, w urządzeniach traktu liniowego występuje tylko alarm utrzymania. Dla określenia włączenia się tego alarmu przyjmuje się d. progowe wartości stopy błędów:

- przy przekroczeniu pierwszej wartości progowej /ustalanej zwykle w przedziale od 10^{-5} do 10^{-6} / następuje włączenie się niepilnego alarmu utrzymania, informującego o pogorszeniu się jakości transmisji;
- przy przekroczeniu drugiej wartości progowej /rzędu 10^{-3} / następuje włączenie się pilnego alarmu utrzymania oraz przesłanie do następnego odcinka utrzymania sygnału SIA.

Powyższa kontrola stopy błędów jest podstawową kontrolą jakości transmisji w trakcie liniowym. Prócz tego w urządzeniach traktu liniowego kontrolowane jest w sposób ciągły zasilanie lokalne urządzeń końcowych, zasilanie zdalne stacji regeneracyjnych /np. maksymalny i minimalny prąd za-

^{x/} Określenie dotyczące dodatkowych jedynek w kodzie HDB-3, wprowadzanych w przypadku występowania czterech kolejnych zer w kodzie binarnym.

zasilania zdalnego, prąd doziemienia/ oraz sygnały na wejściu urządzeń końcowych traktu liniowego.

Zgodnie z powyższym w urządzeniach końcowych traktu liniowego wykrywane są następujące uszkodzenia:

- 1/ uszkodzenie zasilania lokalnego,
- 2/ uszkodzenie zasilania zdalnego,
- 3/ przekroczenie stopy błędów 1×10^{-3} ,
- 4/ przekroczenie stopy błędów 1×10^{-5} / 1×10^{-6} /,
- 5/ brak sygnału na wejściu części nadawczej urządzeń,
- 6/ brak sygnału na wejściu części odbiorczej urządzeń,
- 7/ brak synchronizacji słów kodowych /jeżeli w linii stosowany jest kod alfabetyczny/.

Wykrycie danego uszkodzenia powoduje włączenie pilnego lub niepilnego alarmu utrzymania oraz w większości przypadków emisję sygnału SIA w kierunku linii lub punktu styku /porównaj tablice 6 i 7/. Przy emisji sygnału SIA przepływność binarna sygnału powinna znajdować się w zakresie tolerancji przepływności dopuszczalnych dla sygnału informacyjnego.

5.2. Pomiary przy wyłączonej linii

Pomiary urządzeń traktów liniowych przy wyłączonej linii polegają z jednej strony na pomiarach związanych z instalacją i uruchamianiem linii transmisyjnych, a z drugiej strony na pomiarach wykonywanych w przypadku uszkodzenia linii. Pomiary instalacyjne polegają głównie na pomiarach parametrów linii przesyłowej /i w konsekwencji wyborze linii o dostatecznie niskim poziomie zakłóceń/ oraz kontroli regeneratorów przeznaczonych do instalacji. Pożądane jest aby regeneratory przed instalacją sprawdzane były w takich warunkach, w jakich będą pracowały w rzeczywistości, tj. z określonym poziomem zakłóceń. Do tego celu służy przyrząd do badania regeneratorów /porównaj rys. 7/, w którym można zasymulować rzeczywiste warunki pracy regeneratora i ocenić jego odporność na zakłócenia. Prócz tego w trakcie uruchamiania linii dokonywane są pomiary stopy błędów całego traktu liniowego oraz pomiary fluktuacji fazy sygnału cyfrowego.

Przy pomiarze stopy błędów wykorzystuje się pseudoprzypadkowy sygnał testowy podawany na wejście urządzeń traktu liniowego. Miernik stopy błędów włączany na wyjściu traktu liniowego porównuje sygnał testowy po jego przejściu przez linię transmisyjną z identycznym sygnałem wytworzonym lo-

kalnie i na tej podstawie określa istniejącą stopę błędów w linii transmisyjnej. Pomiar ten może być wykonywany w warunkach nominalnych oraz w warunkach granicznych, np. przy zmianach przepływności przesyłanego sygnału /pomiar marży częstotliwości regeneratorów/, zwiększonym poziomie zakłóceń, itp.

Fluktuacje fazy sygnału cyfrowego powstające w trakcie transmisji stanowią ważny parametr charakteryzujący jakość traktu liniowego. Szkodliwość fluktuacji fazy ujawnia się zwłaszcza wówczas, gdy sygnał cyfrowy z fluktuacjami fazy podlega detekcji za pomocą sygnału zegarowego bez tych fluktuacji. Duża amplituda fluktuacji fazy prowadzi może w takim przypadku do dużej stopy błędów w trakcie regeneracji. Regeneratory mogą tłumić fluktuacje fazy sygnału wejściowego, jednakże tylko w ograniczonym zakresie, co prowadzi do akumulacji fluktuacji fazy w trakcie liniowym i w efekcie przy określonej dopuszczalnej wartości fluktuacji fazy sygnału ogranicza długość traktu liniowego. Wielkość fluktuacji fazy zależy głównie od parametrów układu wydzielania sygnału czasowania w regeneratorze oraz struktury przesyłanego sygnału.

Pomiar fluktuacji fazy sygnału w urządzeniach traktu liniowego dokonywany jest za pomocą miernika fluktuacji fazy. Zwykle mierzona jest wartość skuteczna fluktuacji fazy. Przy pomiarach funkcji przenoszenia fluktuacji fazy w regeneratorze lub całym trakcie liniowym oprócz miernika fluktuacji fazy wykorzystywany jest również generator sygnału pomiarowego z możliwością wprowadzania fluktuacji fazy.

Pomiary urządzeń traktu liniowego dokonywane w następstwie uszkodzenia w linii polegają głównie na zdalnej lokalizacji uszkodzonego regeneratora. W przypadku gdy zasilanie zdalne nie jest uszkodzone, lokalizację uszkodzonego regeneratora przeprowadza się za pomocą dodatkowego przyrządu kontroli traktu, podłączonego do urządzeń końcowych traktu liniowego. Stosowane mogą być różne metody zdalnej lokalizacji uszkodzonego regeneratora w zależności od rodzaju linii transmisyjnej, przepływności sygnału, itp. W przypadku gdy zasilanie zdalne jest uszkodzone /np. jeżeli wystąpiła przerwa w kablu/ lokalizacja uszkodzenia dokonywana jest za pomocą innych znanych technik, wykorzystywanych w systemach analogowych.

6. SYGNALIZACJA ALARMOWA W STACJACH WĘZŁOWYCH

Urządzenia teletransmisyjnych systemów cyfrowych realizowane są w postaci półek, umieszczonych w znormalizowanych stojakach, które ustawiane są w stacjach teletransmisyjnych w rzędach. Sprawny nadzór i obsługa urządzeń znajdujących się w stacji teletransmisyjnej wymaga odpowiedniego systemu sygnalizacji alarmowej. Sygnalizacja alarmowa powinna zapewniać szybką i dokładną informację o awariach lub nieprawidłowej pracy urządzeń znajdujących się w lokalnej stacji teletransmisyjnej, a w przypadku centralnego zdalnego dozoru również urządzeń znajdujących się w innych nadzorowanych stacjach obsługiwanych i nieobsługiwanych. W poprzednich rozdziałach rozpatrzone zostały trzy rodzaje alarmów /alarm służby, pilny i niepilny alarm utrzymania/ z punktu widzenia różnego rodzaju urządzeń i systemów cyfrowych. W stacji teletransmisyjnej pilność alarmu zależy może także od innych czynników, jak np. ważności danej stacji, względnej ważności systemu na tej stacji, itp.

Zgodnie z normą branżową BN-77/3223-05 /Sygnalizacja alarmowa w urządzeniach teletransmisyjnych/ przyjmuje się, że każde kryterium alarmowe powinno uruchamiać w stacji teletransmisyjnej następujący łańcuch sygnalizacji alarmowej:

- alarm zespołu,
- alarm półkowy,
- alarm stojakowy,
- alarm rzędowy,
- alarm dozoru centralnego.

Dopuszcza się pominięcie jednego z dwóch pierwszych ogniw tego łańcucha. Każdej z wymienionych wyżej sygnalizacji alarmowej towarzyszy alarm akustyczny /sygnał dźwiękowy, zwykle dzwonek prądu stałego/, ale występuje on tylko w zespole alarmu rzędowego. Wyłączenie sygnalizacji alarmowej powinno odbywać się w miejscu powstawania alarmu, ale dotyczy ono przede wszystkim alarmu akustycznego i optycznego na sygnalizatorze rzędowym oraz optycznego alarmu stojakowego. Wyłączenie alarmu akustycznego powinno powodować włączenie alarmu przypomnienia - lampki przypomnienia alarmu na stojaku, z którego pochodzi alarm i dodatkowej lampki sygnalizacyjnej na sygnalizatorze rzędowym. Przy wyłączonym alarmie akustycznym na stojaku, z którego pochodzi kryterium alarmowe i włączonym alarmie przypomnienia, po zaniku przyczyny alarmu powinien ponownie zadziałać sygnał akustyczny

w celu zwrócenia uwagi na konieczność wyłączenia alarmu przypomnienia i przetączenia sygnalizacji alarmowej w stan gotowości.

Alarm zespołu występuje w zespole, z którego pochodzi kryterium alarmowe. W zespole tym powinna świecić się czerwona lampka alarmowa przez cały czas występowania kryterium alarmowego, a do zespołu alarmu półkowego powinno być wysyłane kryterium alarmowe.

Alarm półkowy występuje w momencie pojawienia się kryterium alarmowego w danym zespole tej półki. Zespół alarmu półkowego powinien uruchamiać optyczny alarm półkowy przez zaświecenie czerwonej lampki sygnalizacyjnej umieszczonej w danej półce oraz wysyłać kryterium sygnalizacji alarmowej do zespołu alarmu stojakowego. W zespole alarmu półkowego powinna istnieć możliwość wyłączenia alarmu akustycznego wyłącznikiem umieszczonym w pobliżu lampki alarmu półkowego. Po wyłączeniu alarmu akustycznego powinien włączyć się alarm przypomnienia na stojaku i sygnalizatorze rządowym, natomiast lampka alarmu półkowego powinna się świecić w dalszym ciągu.

Alarm stojakowy uruchamiany jest przez kryteria alarmowe pochodzące z poszczególnych półek danego stojaka. Zespół alarmu stojakowego powinien uruchamiać optyczny alarm stojakowy /czerwona lampka umieszczona w górnej części stojaka/ oraz wysyłać odpowiednie kryteria do sygnalizatora rządowego. W środkowej części stojaka, w łatwo dostępnym miejscu, powinien znajdować się wyłącznik alarmu, którym przerywa się alarm stojakowy i rządowy oraz włącza się alarm przypomnienia. Jednocześnie z włączeniem stojakowej lampki przypomnienia powinno być przesłane kryterium przypomnienia do sygnalizatora rządowego. Stan taki powinien być utrzymywany do ponownego przetączenia wyłącznika alarmu. Zniknięcie przyczyny alarmu przy przetączonym wyłączniku alarmu na alarm przypomnienia powinno powodować ponowne zadziałanie alarmu akustycznego.

Alarm rządowy występuje na sygnalizatorze rządowym obsługującym dany rząd stojaków teletransmisyjnych. Sygnalizator rządowy przyjmuje kryteria sygnalizacji alarmowej z poszczególnych stojaków oraz wytwarza alarm akustyczny /dzwonek prądu stałego/ i odpowiedni alarm optyczny. Ponadto powinien on mieć dodatkowe wyjście poszczególnych alarmów do nadzoru centralnego. W sygnalizatorze rządowym powinna być możliwość wyłączenia alarmu akustycznego i włączenia alarmu przypomnienia, przy czym po zaniku kryterium alarmu, alarm akustyczny powinien być uruchamiany ponownie. Przy zaniku napięcia zasilającego sygnalizator rządowy powinien uruchamiać dzwonek dodatkowy zasilany na ten czas z innego źródła napięcia.

Jako kryterium sygnalizacji alarmowej przyjmuje się zmianę potencjału przewodu alarmowego ze stanu "izolacja" w czasie spoczynku do stanu "ziemia" podczas alarmu. Kryterium to obowiązuje przy przekazywaniu alarmu ze społu do alarmu pólki, alarmu pólki do alarmu stojakowego i alarmu stojakowego do alarmu rządowego. We wszystkich przypadkach rezystancja przewodu alarmowego nie powinna przekraczać $2,5 \Omega$.

7. ZAKOŃCZENIE

Przedstawione powyżej zasady nadzoru i utrzymania teletransmisyjnych systemów cyfrowych podane zostały na podstawie aktualnych zaleceń CCITT bądź projektów takich zaleceń. Ujednolicenie zasad nadzoru systemów cyfrowych, a zwłaszcza zasad sygnalizacji alarmowej, i emisji sygnału AIS, oraz przestrzeganie tych zasad przez wszystkich producentów i użytkowników sprzętu jest sprawą niezmiernie ważną z punktu widzenia właściwego utrzymania sieci cyfrowej. Podstawowym celem jest w tym przypadku zapewnienie szybkiej i precyzyjnej lokalizacji uszkodzenia oraz usunięcie usterki, a tym samym ograniczenie czasu przerwy w ruchu do niezbędnego minimum. Należy przy tym podkreślić, że znaczenie powyższych zagadnień będzie narastać w miarę rozbudowy sieci cyfrowej i wzrostu nasycenia sieci systemami cyfrowymi.

Aktualnie w kraju znajdujemy się w początkowym okresie rozwoju sieci cyfrowej. Po wdrożeniu do produkcji i eksploatacji systemu TCK 30, został opracowany i wdrożony do produkcji system cyfrowy drugiego rzędu TCC 120. W opracowaniu znajduje się system cyfrowy trzeciego rzędu TCC 480, a w przyszłości przewiduje się opracowanie systemu cyfrowego czwartego rzędu TCC 1920. We wszystkich urządzeniach systemów cyfrowych opracowanych /lub będących w opracowaniu/ w kraju uwzględniona została większość powyższych zasad nadzoru i utrzymania systemów cyfrowych.

W zakresie aparatury kontrolno-pomiarowej, wykorzystywanej do pomiarów systemów cyfrowych przy wyłączonym ruchu, wyodrębnić można następujące trzy grupy przyrządów:

- 1/ przyrządy do pomiarów analogowo-analogowych /pomiar kompletnego łącza od wejścia do wyjścia analogowego/,
- 2/ przyrządy do pomiarów analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych /oddzielny pomiar części nadawczej i odbiorczej krotnicy PCM/,
- 3/ przyrządy do pomiarów cyfrowo-cyfrowych /pomiar krotnic cyfrowych, urządzeń traktu liniowego, pojedynczego regeneratora/.

Do pomiarów analogowo-analogowych systemów PCM mogą być wykorzystywane typowe przyrządy pomiarowe stosowane w technice systemów analogowych /generatory i mierniki poziomu, psfometry, mierniki zniekształceń/, jednakże w praktyce wygodniejsze w stosowaniu są specjalne zestawy pomiarowe dla tego celu. Taki zestaw pomiarowy typu PCM-1 produkowany jest przez firmę Wandel und Goltermann. Analogiczny zestaw pomiarowy opracowywany jest w kraju.

Do pomiarów analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych krotnic PCM wykorzystywane są dwa specjalistyczne przyrządy pomiarowe, tj. generator słów kodowych i analizator słów kodowych. Oba te przyrządy zostały opracowane w kraju /w Instytucie Łączności/ i wdrożone do produkcji w PZT. Aktualnie prototypy tych przyrządów /GSC-1 i ASC-1/ podlegają ocenie resortowej.

Pomiary cyfrowo-cyfrowe to przede wszystkim pomiary stopy błędów, fluktuacji fazy sygnału oraz pomiary regeneratorów. Przyrządy dla tego celu mogą być wykonywane w postaci oddzielnych przyrządów bądź w postaci kompletnego zestawu pomiarowego. Zestawy pomiarowe produkowane są m.in. przez firmy Wandel und Goltermann /uniwersalne dla przepływności 2048 i 8448 kbit/s/ oraz Siemens /dla przepływności 2048, 8448 i 34368 kbit/s. W kraju przyjęta została zasada stosowania oddzielnych przyrządów do pomiaru poszczególnych parametrów. Opracowane bądź w trakcie opracowywania /w Instytucie Łączności lub w Instytucie Telekomunikacji Politechniki Warszawskiej/ są następujące przyrządy pomiarowe:

- 1/ symulator kodu SK-30 - dla przepływności 2048 kbit/s - wdrożony do produkcji seryjnej w PZT;
- 2/ miernik zaburzeń biegunowości MZB-2 - do szacunkowego pomiaru stopy błędów w sygnale o przepływności 2048 kbit/s - wdrożony do produkcji seryjnej w PZT;
- 3/ symulator kodu SK-120 - dla przepływności 2048 i 8448 kbit/s - wdrożony do produkcji seryjnej w PZT;
- 4/ miernik zaburzeń biegunowości MZB-3 - do szacunkowego pomiaru stopy błędów w sygnale o przepływności 2048 i 8448 kbit/s - wdrożony do produkcji seryjnej w PZT;
- 5/ miernik elementowej stopy błędów MSB-4 - dla przepływności 2048 i 8448 kbit/s - model użytkowy, przygotowywany do wdrożenia do produkcji seryjnej w PZT;

- 6/ przyrząd do badania regeneratorów dla systemu TCK 30 - modele użytkowe;
- 7/ przyrząd do badania regeneratorów dla systemu TCC-120 - w opracowaniu;
- 8/ miernik fluktuacji fazy sygnału 2048 i 8448 kbit/s - w opracowaniu.

W przyszłości powinny być opracowane analogiczne przyrządy pomiarowe dla systemów cyfrowych o przepływności 34368 i 139264 kbit/s.

Oddzielnym zagadnieniem, związanym ściśle z utrzymaniem systemów cyfrowych, jest właściwa organizacja służb eksploatacyjnych, zapewniająca z jednej strony sprawny nadzór i utrzymanie systemów cyfrowych, szybką lokalizację i naprawę uszkodzeń, a jednocześnie wymagająca minimalnej ilości aparatury kontrolno-pomiarowej. Zagadnienie to jednakże wykracza poza ramy niniejszego artykułu i wymaga oddzielnego omówienia.

WYKAZ LITERATURY

1. CCITT, Księga Pomarańczowa, Zalecenia: G.711, G.712, G.732, G.742, G.751.
2. CCITT: Contrôle et maintenance des équipements de multiplexage numérique. COM XVIII No 18, sierpień 1977.
3. CCITT: Principe et méthodes de mesure séparée des équipements terminaux numérique. COM XVIII No 19, sierpień 1977.
4. CCITT: Traitement des alarmes, surveillance et maintenance d'un transmultiplexeur. COM XVIII No 30, sierpień 1977.
5. CCITT: Equipements d'essai pour mesures séparées de performances analogiques /numériques et numériques/ analogiques dans les multiplex MIC. COM XVIII No 35, sierpień 1977.
6. CCITT: Méthode proposée pour la détection des erreurs ternaires dans les signaux en code HDB-3. COM XVIII No 41, sierpień 1977.
7. CCITT: Détection d'un SIA en présence d'erreurs sur les bits. COM XVIII No 72, sierpień 1977.
8. CCITT: Réponse préliminaire à la question 4/XVIII: maintenance et exploitation des réseaux numériques. COM XVIII No 119, styczeń 1978.
9. CCITT: Liste de dispositifs d'alarme et dispositions correspondantes. COM XVIII No 139, czerwiec 1978.

10. CCITT: Temps de détections de défauts et actions conséquantes pour les équipements de multiplexage numérique normalisés au CCITT. COM XVIII No 169, lipiec 1978.
11. CCITT: Critères d'émission et d'interruption du SIA sur des équipements de transmission à 8 et 140 Mbit/s. COM XVIII No 191, lipiec 1978.
12. CCITT: Projets d'avis relatif aux systèmes de transmission en ligne numérique. COM XVIII No 242, styczeń 1979.
13. CCITT: Reponse préliminaire à la question 8/XVIII: multiplexage MIC et numérique pour la téléphonie et autres signaux. COM XVIII No 321, czerwiec 1979.
14. CCITT: Reponse préliminaire à la question 4/XVIII: maintenance et exploitation des réseaux numériques. COM XVIII No 329, lipiec 1979.
15. Claustre P., Madec Y.: Supervision et maintenance d'un réseau numérique intégré. Câbl. et Transm. No particulier, grudzień 1975.
16. Madec Y., Portejoie J.: Coffret de mise en service et de maintenance pour équipement de multiplexage TNM 1-2. Câbl. et Transm. No particulier, grudzień 1975.
17. Norma branżowa BN-77/3223-05 - Sygnalizacja alarmowa w urządzeniach teletransmisyjnych. Wymagania ogólne.
18. Teletransmisyjne systemy cyfrowe. Praca zbiorowa. Warszawa WKiŁ 1976.

Uszkodzenia i akcje im towarzyszące w urządzeniach zwielokrotnienia PCM

Nazwa urządzenia	Charakter uszkodzenia	Rodzaj akcji					Emisja SIA na wyjściu w SC16 w sygnale 2048 kbit/s
		Emisja kryterium alarmu służby	Emisja kryterium pilnego alarmu utrzymania	Emisja kryterium alarmu do stacji odległej	Blokada transmisyj na wyjściach analogowych	Emisja SIA na wyjściu w SC16	
Multiplekser i demultiplekser	Uszkodzenie źródła energii	tak	tak	tak /jeżeli możliwe/	tak /jeżeli możliwe/	tak /jeżeli możliwe/	tak
	Uszkodzenie kodeka	tak	tak	tak	tak	nie	nie
Multiplekser	Brak sygnału na wejściu 64 kbit/s /SC16/	nie	tak	nie	nie	nie	tak
	Brak sygnału wejściowego 2048 kbit/s	tak	tak	tak	tak	tak	nie
Demultiplekser	Brak fazowania ramki	tak	tak	tak	tak	tak	nie
	Stopa błędów $\leq 10^{-3}$ w sygnale fazowania ramki	tak	tak	tak	tak	tak	nie
	Odbiór kryterium alarmowego urządzenia tego	tak	nie	nie	nie	nie	nie

T a b l i c a 2

Uszkodzenia i akcje im towarzyszące w urządzeniach zwielokrotnienia sygnalizacji

Nazwa urządzenia	Charakter uszkodzenia	Rodzaj akcji				Podanie stanu "1" we wszystkich odbiorczych kanałach sygnalizacyjnych
		Emisja kryterium alarmu służby	Emisja kryterium pilnego alarmu utrzymania	Emisja kryterium alarmu do urządzenia odległego	Emisja kryterium alarmu do urządzenia odległego	
Multiplekser	Uszkodzenie źródła energii	tak	tak	tak	tak	tak
		tak	tak	tak	tak	tak
Demultiplekser	Brak sygnału wejściowego	tak	tak	tak	tak	tak
	Brak fazowania wieloramki	tak	tak	tak	tak	tak
	Odbiór kryterium alarmowego z urządzenia odległego	tak	nie	nie	nie	tak
	Odbiór kryterium alarmu służby z urządzeń PCM	tak	nie	nie	nie	tak

T a b l i c a 3

Uszkodzenia i akcje im towarzyszące w krotnicach cyfrowych 8448 kbit/s

Nazwa urządzenia	Charakter uszkodzenia	Rodzaj akcji				
		Emisja kryterium pilnego alarmu utrzymania	Emisja kryterium alarmu do stacji odległej	we wszystkich sygnałach 2 Mbit/s	Emisja SIA w sygnale 8 Mbit/s	w przedziałach czasowych danego sygnału 2 Mbit/s
Multipleksy i demultipleksy	Uszkodzenie zasilania	tak	nie	tak /jeżeli możliwe/	tak /jeżeli możliwe/	nie
Multipleksy	Brak sygnału wejściowego 2 Mbit/s	tak	nie	nie	nie	tak
Demultipleksy	Brak sygnału wejściowego 8 Mbit/s	tak	tak	tak	nie	nie
	Brak fazowania ramki	tak	tak	tak	nie	nie
	Odbiór kryterium alarmowego ze stacji odległej	nie	nie	nie	nie	nie

Uszkodzenia i akcje im towarzyszące w krotnicy cyfrowej 34368 kbit/s

Nazwa urządzenia	Charakter uszkodzenia	Rodzaj akcji					
		Emisja kryterium alarmowego utrzymania	Emisja kryterium alarmu zwrotnego do stacji odległej	Emisja sygnału SIA			
Multiplexer i demultiplexer	Uszkodzenie zasilania	tak	nie	tak /jeżeli możliwe/	tak /jeżeli możliwe/	nie	nie
		tak	nie	nie	nie	tak	tak
Demultiplexer	Brak sygnału wejściowego 8 Mbit/s	tak	nie	nie	nie	nie	tak
	Brak sygnału wejściowego 34 Mbit/s	tak	tak	tak	tak	nie	nie
	Brak fazowania ramki	tak	tak	tak	tak	nie	nie
	Odbiór kryterium alarmowego ze stacji odległej	nie	nie	nie	nie	nie	nie

T a b l i c a 5

Uszkodzenia i akcje im towarzyszące w krotnicy cyfrowej 139264 kbit/s

Nazwa urządzenia	Charakter uszkodzenia	Rodzaj akcji				
		Emisja kryterium alarmowego alarmu wzywiania	Emisja kryterium alarmu zwrotnego do stacji odległej	Emisja sygnału SIA we wszystkich sygnałach 34 Mbit/s	Emisja sygnału SIA w sygnałach zbiorczym 140 Mbit/s	Emisja sygnału SIA w przedziałach czasowych dot. danego sygnału 34 Mbit/s
Multiplexer i demultiplexer	Uszkodzenie zasilania	tak	nie	tak /jeżeli możliwe/	tak /jeżeli możliwe/	nie
	Brak sygnału wejściowego 34 Mbit/s	tak	nie	nie	nie	tak
Demultiplexer	Brak sygnału wejściowego 140 Mbit/s	tak	tak	tak	nie	nie
	Brak fazowania ramki	tak	tak	tak	nie	nie
	Obiór kryterium alarmowego ze stacji odległej	nie	nie	nie	nie	nie

T a b l i c a 6

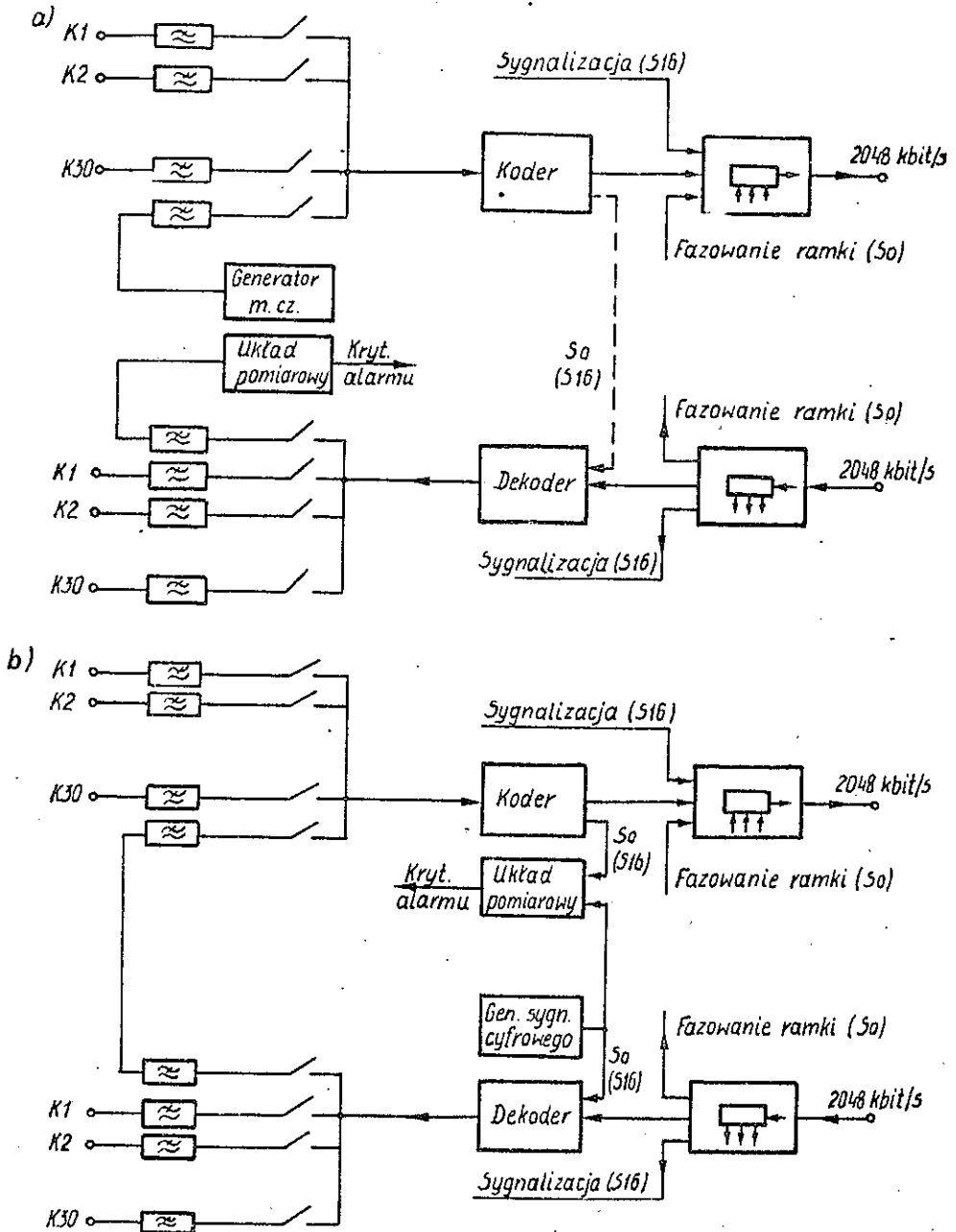
Uszkodzenia i akcje im towarzyszące w urządzeniach traktu liniowego o przepływności binarnej
2048 i 8448 kbit/s

Nazwa urządzenia	Charakter uszkodzenia	Alarm utrzymania		Emisja sygnału SIA	
		pilny	niepilny	w linii	do punktu styku
Urządzenie końcowe traktu liniowego	Uszkodzenie zasilania lokalnego	tak	nie	tak /jeżeli możliwe/	tak /jeżeli możliwe/
	Uszkodzenie zasilania zdalnego	tak	nie	-	tak
Część odbiorcza urządzenia końcowego	Brak sygnału wejściowego	tak	nie	nie	tak
	Przekroczona stopa błędów 1×10^{-3}	tak	nie	nie	tak
	Przekroczona stopa błędów 1×10^{-5}	nie	tak	nie	nie
	Brak synchronizacji słów kodowych /o ile stosowany jest kod alfabetyczny/	tak	nie	nie	tak
Część nadawcza urządzenia końcowego	Brak sygnału wejściowego	tak	nie	nie	tak

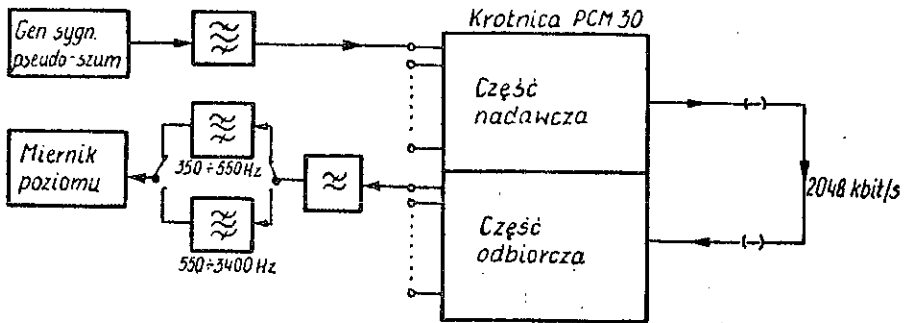
T a b l i c e 7

Uszkodzenia i akcje im towarzyszące w urządzeniach traktu liniowego o przepływności binarnej 34368 i 139264 kbit/s

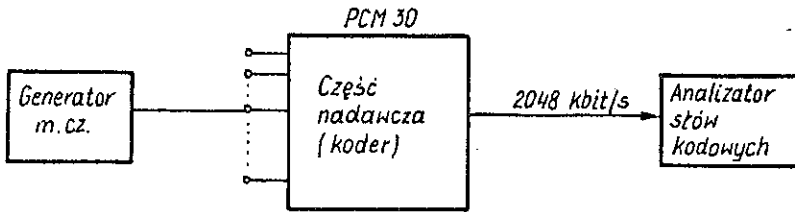
Nazwa urządzenia	Charakter uszkodzenia	Alarm utrzymania		Emisja sygnału SIA	
		pilny	niepilny	w linię	do punktu styku
Urządzenie końcowe traktu liniowego	Uszkodzenie zasilania lokalnego	tak	nie	tak /jeżeli możliwe/	tak /jeżeli możliwe/
	Uszkodzenie zasilania zdalnego	tak	nie	nie	tak
Część odbiorcza urządzenia końcowego	Brak sygnału wejściowego.	tak	nie	nie	tak
	Przekroczona stopa błędów 1×10^{-3}	tak	nie	nie	tak
	Przekroczona stopa błędów 1×10^{-6}	nie	tak	nie	nie
	Brak synchronizacji słów kodowych /o ile stosowany jest kod alfabetyczny/	tak	nie	nie	tak
Część nadawcza urządzenia końcowego	Brak sygnału wejściowego	tak	nie	nie	tak



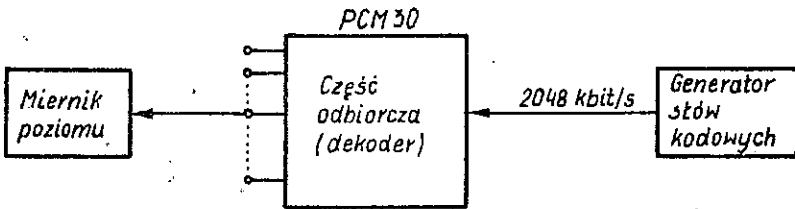
Rys. 1. Kontrola kodeka systemu PCM 30 w trakcie eksploatacji: a/ zamknięcie pętli po stronie cyfrowej, b/ zamknięcie pętli po stronie analogowej



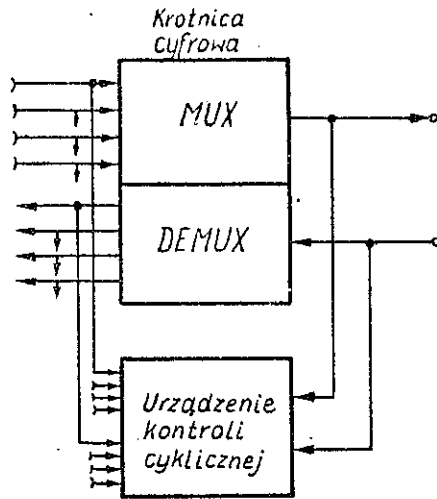
Rys. 2. Pomiar zniekształceń kwantyzacji w krotnicy PCM 30



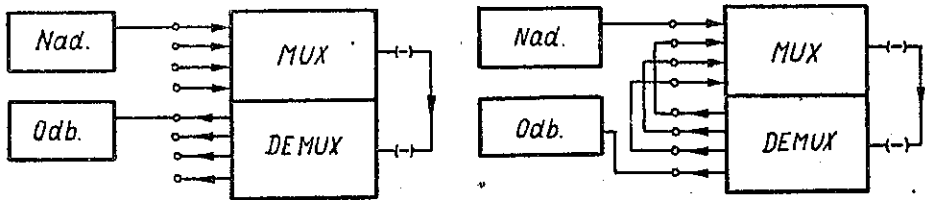
Rys. 3. Pomiar analogowo-cyfrowy kodera krotnicy PCM 30



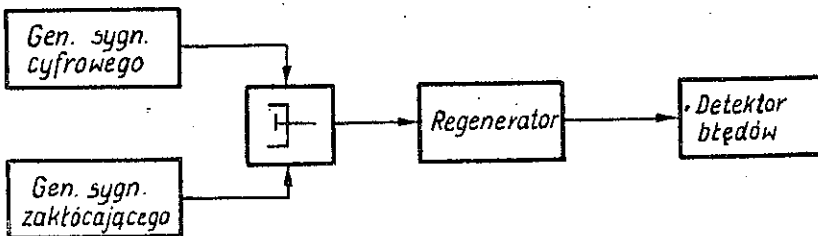
Rys. 4. Pomiar cyfrowo-analogowy dekodera krotnicy PCM 30



Rys. 5. Kontrola cykliczna krotek cyfrowych



Rys. 6. Pomiar stopy błędów krotek cyfrowej



Rys. 7. Uproszczony schemat przyrządu do badania regeneratorów

