

1966
Nr 9 (60)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PRZEGLĄD
ZAGADNIEŃ
ŁĄCZNOŚCI





MINISTERSTWO ŁACZNOŚCI

PRZEGLĄD ZAGADNIENI ŁACZNOŚCI

ROK 6

WARSZAWA 1966

NR 9(60)

INSTYTUT ŁACZNOŚCI

Ośrodek. Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Kolegium Redakcyjne:

Przewodniczący - mgr inż. Zenon Szpigler
Z-ca Przewodniczącego - mgr inż. Władysław Cétner

Członkowie:

mgr inż. Władysław Adaszewski, inż. Edmund Janowski,
prof. Stefan Jasiński, mgr inż. Stanisław Kobus,
mgr inż. Adam Moniuszko, mgr inż. Józef Możejko,
mgr Zofia Życińska

Sekretarz Redakcji - Irena Kulko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Ośrodek

Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

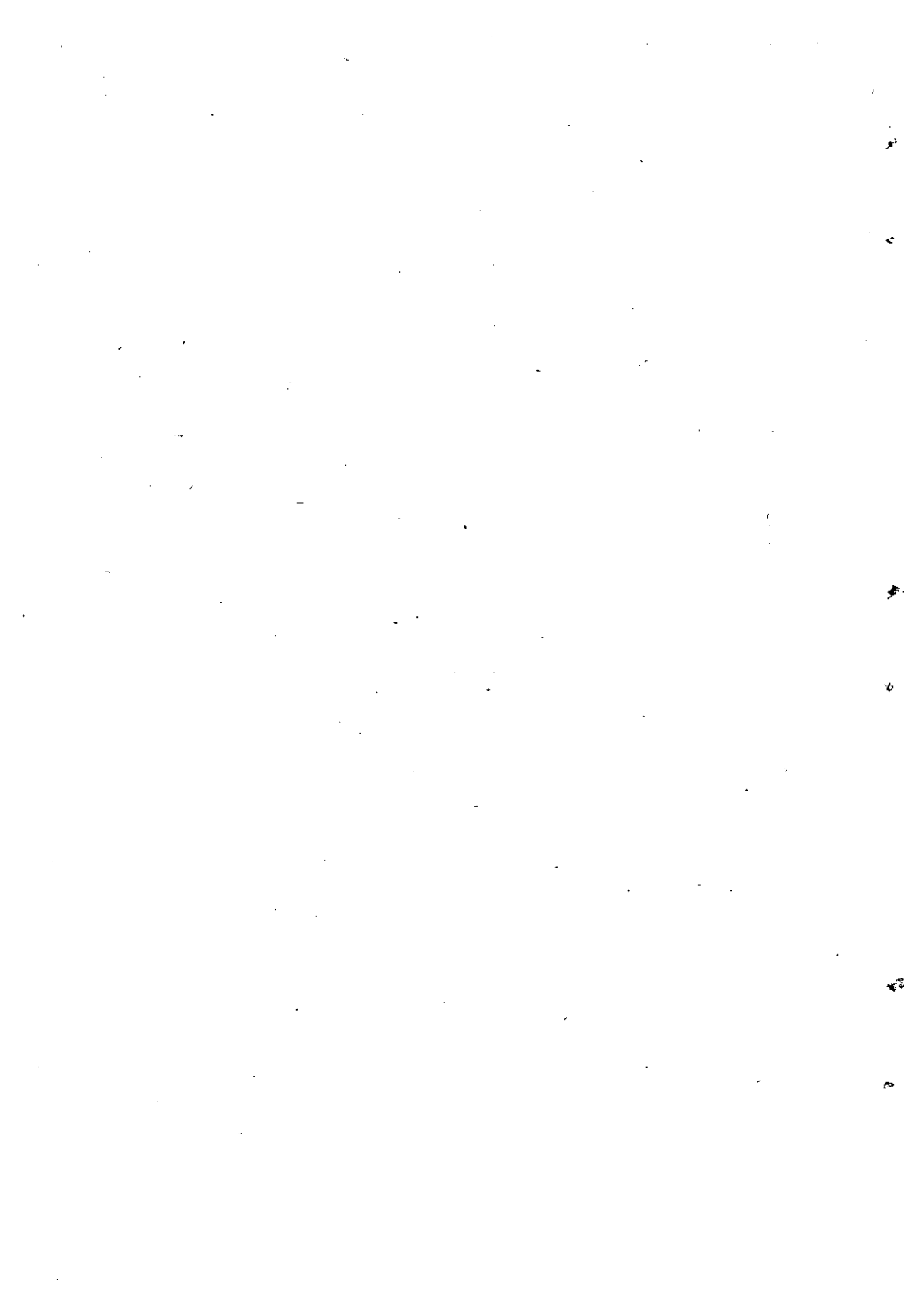
Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5, Nakład 550. Druk ukończono
w lutym 1967 r.

PRZEGLĄD
ZAGADNIENÍ ŁĄCZNOŚCI

Linie radiowe i ich niezawodność w pracy

SPIS TREŚCI

| | Str. |
|--|------|
| 1. W. Kacprowska - Eksperymentalna linia radiowa o modulacji impulsowej. Wyniki badań przeprowadzonych przez Instytut łączności, dotyczących niezawodności pracy | 1 |
| 2. Linia radiowa o modulacji impulsowej UR124 - Opracował L. Gęborys | 20 |



Wanda Kacprowska

EKSPERYMENTALNA LINIA RADIOWA
O MODULACJI IMPULSOWEJ

WYNIKI BADAŃ
PRZEPROWADZONYCH PRZEZ INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI,
DOTYCZĄCYCH NIEZAWODNOŚCI PRACY

1. WSTĘP

Prace z dziedziny linii radiowych są prowadzone w Instytucie Łączności od chwili jego powstania, tj. od 1951 r. Obejmowały one między innymi opracowanie eksperymentalnej, 6-kanalowej linii radiowej o modulacji impulsowej, przeznaczonej do przesyłania sygnałów telefonicznych. W celu zbadania warunków współpracy tej linii z automatyczną miejską centralą telefoniczną oraz sprawdzenia jakości transmisji całego systemu wykonano odpowiednie urządzenia wybierania zdalnego, umożliwiające dołączenie linii radiowej do sieci telefonicznej. W 1962 r. linia została oddana do eksperymentalnej eksploatacji w sieci publicznej. Eksploatacja urządzeń miała na celu zarówno poprawienie stanu łączności w danej relacji, jak i przeprowadzenie szeregu prac badawczych, między innymi dotyczących niezawodności systemu.

Szczegółowe wyniki tych badań zostały opracowane w czterech kolejnych dokumentach [4, 5, 6, 7] stanowiących sprawozdanie z pracy za lata 1962, 1963, 1964 i

1965. Niniejsza praca stanowi jedynie podsumowanie otrzymanych wyników i to dotyczących wyłącznie pewności pracy linii.

2. WARUNKI EKSPLOATACJI LINII

Eksplloatowana linia radiowa pracująca w zakresie 1500-1800 MHz była zainstalowana na trasie Warszawa-Miedzeszyn o całkowitej widoczności optycznej i długości 16 km. Linia radiowa składała się z 2 stacji końcowych, których urządzenia były doprowadzone do odpowiednich central automatycznych poprzez urządzenia wybierania zdalnego. Na każdej stacji przewidziano trzy translacje wejściowe i trzy wyjściowe. W przypadku zajętości jednego kanału lub ewentualnego uszkodzenia abonent przy wybieraniu był automatycznie przełączany na następny wolny kanał. Jeden kanał, zakończony bezpośrednio aparatami MB, był wykorzystywany jako kanał służbowy.

W ciągu całego okresu eksploatacji linia radiowa była zasadniczo czynna w godzinach pracy Instytutu, jednakże były okresy dłuższych przerw, wynikających ze względów organizacyjnych, jak również okresy, gdy linia była wykorzystywana do badań i pomiarów specjalnych. Dlatego też czasy eksploatacji podane w poszczególnych półroczach są różne (patrz tabl. 1 - rubryka "Czas rzeczywistej eksploatacji" przyjęty za 100% dla każdego półrocza). W zestawieniach ogólnych przy obliczaniu pewności pracy pominięto jednak te różnice czasu i wyniki średnie przyjęto jako średnie półroczne. Jako okres półrocz-

Zestawienie zbiorcze przerw w pracy 6-kanalowej linii radiowej za okres 1962 + 1965 r.

| Okres eksploatacji | Przerwy | | Aparatura w.c.z. | | | | Aparatura wielokrotna | | | Okres rezerwy w eksploatacji (dni) | Okres rezerwy w eksploatacji (dni) | Sredni czas między uszko- dzeniami na 1 stacji za okres 1/2 roku |
|---|--|--|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|------------------|---|--|--|--|
| | Przerwy planowe (zgodnie z planem) | Przerwy nieplanowe (niezgodnie z planem) | Nadajniki | Odbiorniki | Caplacze | Modulatory | Demodulatory | Zasilacze | Wzrost w eksploatacji (na koniec okresu) | | | |
| 1. I. + 30. VI. 1962 r. | czas | 58g 25m | 4g 50m | 12g 30m | 6g 37m | 11g 25m | 5m | - | 2g | 32g 37m | 976g | 938g 20m |
| | % | 5,7 | 0,5 | 1,28 | 0,67 | 1,16 | 0,1 | - | 0,2 | 3,3 | 100 | 96,2 |
| | liczba | - | 2/5 ^z | 8/9 ^z | 9/7 ^z | 7/1 ^z | 0/1 ^z | - | 3/0 ^z | 27/18 ^z | - | - |
| 1. I. + 30. VI. 1965 r. | czas | 53g 15m | 9g 55m | 3g 07m | 1g 57m | 1g | 15m | 30m | 23m | 7g 12m | 976g | 959g 11m |
| | % | 5,45 | 1,0 | 0,32 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,73 | 100 | 98,27 |
| | liczba | - | 4/1 ^z | 4/4 ^z | 4/1 ^z | 0,1 ^z | 0,1 ^z | 0,1 ^z | 0/2 ^z | 8/10 ^z | - | - |
| 1. VII + 31. XII. 1965 r. | czas | 66g 50m | 1g 19m | 2g 36m | 2g 38m | 1g 55m | 30m | 20m | - | 7g 05m | 741g | 732g 12m |
| | % | 9,0 | 0,18 | 0,34 | 0,34 | 0,27 | 0,1 | 0,1 | - | 0,97 | 100 | 98,85 |
| | liczba | - | 2/2 ^z | 2/3 ^z | 4/1 ^z | 3/0 ^z | 0/1 ^z | 1/0 ^z | - | 10/5 ^z | - | - |
| 1. I. + 30. VI. 1964 r. | czas | 50g 45m | 10m | 1g 51m | 50m | 1g 05m | - | 25m | 8g 25m | 5g 36m | 988g | 989g |
| | % | 5,15 | 0,1 | 0,19 | 0,1 | 0,1 | - | 0,1 | 0,14 | 0,57 | 100 | 99,42 |
| | liczba | - | 0/1 ^z | 6/4 ^z | 1/1 ^z | 3/0 ^z | - | 1/0 ^z | 3/1 ^z | 14/6 ^z | - | - |
| 1. VII + 31. XII. 1964 r. | czas | 62g 05m | 1g | 2g | 1g 25m | - | 20m | - | - | 3g 25m | 576g | 571g 20m |
| | % | 10,8 | 0,17 | 0,25 | 0,24 | - | 0,1 | - | - | 0,61 | 100 | 99,22 |
| | liczba | - | 2/0 ^z | 0,1 ^z | 2/0 ^z | - | 0/1 ^z | - | - | 2/2 ^z | - | - |
| Czas eksploatacji podrozny w okresie 1. I. - 31. I. 1965 r. | czas | 45g | 2g 25m | 20m | 15m | - | - | - | - | 35m | 995g | 992g |
| | % | 4,52 | 0,25 | 0,1 | 0,1 | - | - | - | - | 0,1 | 100 | 99,7 |
| | liczba | - | 2/0 ^z | 0/1 ^z | 3/0 ^z | - | - | - | - | 3/1 ^z | - | - |
| Okres 3 lat | czas | 536g 20m | 19g 39m | 22g 42m | 15g 42m | 15g 25m | 1g 10m | 1g 15m | 3g 48m | 56g 30m | 5252g | 5176g |
| | % | 6,4 | 0,37 | 0,43 | 0,27 | 0,3 | 20,1 | 20,1 | 0,07 | 1,08 | 100 | 98,55 |
| | liczba | - | 12/9 ^z | 20/22 ^z | 23/10 ^z | 13/2 ^z | 0/4 ^z | 2/1 ^z | 6/3 ^z | 64/42 ^z | - | - |

ny, przyjęto również okres eksploatacji w ciągu całego 1965 r. (wynoszący zaledwie 995 godz.).

Linia radiowa była obsługiwana i konserwowana przez wysoko kwalifikowanych techników, obeznanych z aparaturą w czasie jej opracowywania. Konserwacja urządzeń polegająca między innymi na sprawdzaniu i wymianie lamp oraz szczegółowych pomiarach kontrolnych była początkowo planowana okresowo. W późniejszym okresie konserwację przeprowadzono w czasie napraw wymagających dłuższych przerw w pracy, a ponadto unikano zbędnego wyjmowania lamp, zwłaszcza wielkiej częstotliwości. Przerwy spowodowane konserwacją urządzeń oraz naprawy długotrwałe podano na tabl. 1 w rubryce "Przerwy planowane". Przerwy te nie są uwzględniane przy ocenie niezawodności linii, gdyż w warunkach normalnej eksploatacji prace te powinny być wykonywane poza godzinami eksploatacji lub powinny być odpowiednie urządzenia lub elementy rezerwowe.

3. NIEZAWODNOŚĆ SYSTEMU

3.1. Pojęcia ogólne

Zagadnienie niezawodności elementów urządzeń, jak i całych systemów, zaczyna ostatnio odgrywać coraz większą rolę przede wszystkim ze względów ekonomicznych. Dlatego też na całym świecie prowadzi się obecnie szereg prac w tej dziedzinie z zastosowaniem całego aparatu matematycznego opartego na teorii prawdopodobieństwa i statystyce matematycznej. Jak bowiem wiadomo, przy porówny-

waniu systemów łączności, pewność pracy odgrywa, na równi z jakością transmisji, zasadniczą rolę.

Niezawodność systemu [1], tj. właściwość określająca jego zdolność do pracy bez uszkodzeń oraz zdolność naprawczą, zapewniająca wykonywanie funkcji w ustalonym zakresie jest określana liczbowo odpowiednimi charakterystykami i parametrami. Parametry niezawodności określa się doświadczalnie. W zależności od specyfiki systemu lub urządzenia zasadniczy wpływ na jego niezawodność mają różne parametry. Na niezawodność systemu ma wpływ niezawodność jego części składowych, a więc elementów, podzespołów i całych urządzeń, jak również warunki eksploatacyjne, na które składa się wiele czynników, między innymi takich, jak wyposażenie w urządzenia i części zapasowe, kwalifikacje obsługi, organizacja napraw i konserwacji urządzeń itd.

Doświadczalna eksploatacja linii radiowej o modulacji impulsowej miała na celu przede wszystkim usprawnienie łączności telefonicznej IŁ, a następnie przeprowadzenie obserwacji mających na celu ocenę eksploatacyjną nowego systemu (między innymi pod kątem jego niezawodności) zastosowanego po raz pierwszy w krajowej sieci telefonicznej.

Ze względu na to, że badane urządzenia były jedynie modelem laboratoryjnym opracowywanym przy zastosowaniu elementów przypadkowych nietypowych i wielokrotnie nie nowych nieinteresowano się zagadnieniem niezawodności samych elementów. Ponadto zagadnienie badania i określania parametrów niezawodności elementów jako związane z

technologią ich produkcji należy do zadań przemysłu, stanowiąc punkt wyjściowy do wszystkich badań dotyczących niezawodności.

Dlatego też przy analizie wyników otrzymanych zarówno z poszczególnych okresów eksploatacji, jak i z zestawienia zbiorczego za okres 3-letni (tabl. 1) nie należy przywiązywać zbyt dużej wagi do wartości bezwzględnych poszczególnych parametrów, jako do wartości związanych bezpośrednio z jednym egzemplarzem badanego urządzenia, natomiast należy zwrócić uwagę na ich wzajemne zależności oraz zmiany w okresie prowadzonych badań. Niezawodność aparatury wynikająca z niezawodności elementów jest tylko jednym z wielu czynników, które należy uwzględnić przy rozpatrywaniu niezawodności systemu. Przeprowadzone badania i otrzymane wyniki stanowią cenny dorobek, polegający na zapoznaniu się ze specyfiką systemu linii radiowej o modulacji impulsowej i pozwalają na wyciągnięcie wniosków dotyczących zarówno podstawowych czynników mających wpływ na jego niezawodność, jak i celowość prowadzenia tego typu pomiarów.

Jako punkt wyjścia do badań nad niezawodnością systemu przyjęto wyrażony w procentach stosunek skutecznego czasu eksploatacji do rzeczywistego czasu eksploatacji. Stosunek ten nazwano wskaźnikiem pewności pracy linii. Pod pojęciem skutecznego czasu eksploatacji rozumiano pracę aparatury, gwarantującą możliwość realizacji połączeń we wszystkich lub w poszczególnych kanałach telefonicznych. Jako rzeczywisty czas eksploatacji przyjęto sumę czasów za dany okres między włączaniem i wyłącza-

niem napięcia zasilającego, wraz z czasem przestojów wynikających z uszkodzenia aparatury, lokalizacji tych uszkodzeń i ich naprawy. Przy obliczaniu pewności pracy nie uwzględniano zatem tzw. przerw planowanych, czyli czasu przewidzianego na konserwację urządzeń i naprawy długotrwałe wynikające z braku jakichkolwiek części zamiennych itp. Jak wynika z zestawienia, przerwy te wynosiły średnio za okres 3 lat 6,4%. Nie uwzględniono również częściowych przerw w transmisji wynikających z przerw w poszczególnych kanałach telefonicznych, wychodząc z założenia, że mimo uszkodzenia dowolnego kanału abonent ma możliwość zrealizowania rozmowy w kanale czynnym.

3.2. Czynniki warunkujące niezawodność systemu linii radiowych

W celu określenia wpływu różnych czynników na niezawodność systemu przeanalizowano przede wszystkim główne przyczyny, które mogą być powodem jego niezdolności do pracy lub wadliwości działania. W odniesieniu do badanej linii radiowej rozpatrzono brak łączności wynikający z następujących przyczyn:

- a) braku napięcia zasilającego,
- b) wadliwości i uszkodzeń aparatury,
- c) zjawiska tłumienia fali,
- d) pozostałych innych przyczyn.

3.2.1. Zasilanie

Przerwy w łączności wynikające z braku napięcia zasilającego nie są związane ani z samą aparaturą, ani z systemem linii radiowej, ale zależą od niezawodności (uwzględniającej liczbę i czas trwania przerw) sieci zasilającej, od wyposażenia stacji w urządzeniu zasilania rezerwowego oraz od systemu przełączania na rezerwę (np. ręcznego lub automatycznego). Chociaż z punktu widzenia użytkownika przerwy te mają często decydujący wpływ na niezawodność systemu, to jednak nie mogą być zmniejszone przez producenta urządzeń, ponieważ zależą od lokalnych warunków eksploatacji.

Zmniejszenie czasu przerw wynikających z braku napięcia zasilającego, wobec znanych i stosowanych rozwiązań technicznych zasilania tzw. bezprzerwowego, jest zagadnieniem czysto ekonomicznym. Wybór odpowiedniego w danych warunkach systemu zasilania rezerwowego oparty jest na znajomości niezawodności sieci oraz na wymaganiach dotyczących pewności pracy systemu. W rozpatrywanym przypadku, jak widać z zestawienia w tabl. 1, średni procentowy czas przerw spowodowanych przerwami w zasilaniu za okres 3 lat wynosił 0,37%, przy czym w Międzeshynie liczba przerw w tym okresie wynosiła 12, a w Warszawie 9. Odpowiednie dane dla przerw spowodowanych urządzeniami wynoszą 1,08%, 64 i 42. Jak z powyższego widać, wpływ zasilania na pewność pracy jest tu tego samego rzędu co wpływ poszczególnych części aparatury.

3.2.2. Uszkodzenia i wadliwości aparatury

Z punktu widzenia całości systemu w skład aparatury wchodzi aparatura właściwej linii radiowej składająca się z wydzielonej konstrukcyjnie i funkcjonalnie części wielkiej częstotliwości i części wielokrotnej oraz aparatura wybierania zdalnego zainstalowana w centrali telefonicznej.

Aparatura wybierania zdalnego jest indywidualna dla każdego kanału, a jedyną część wspólną stanowi generator zewu 2280 Hz posiadający układ rezerwowy. Uszkodzenie aparatury wybierania zdalnego bez wątplenia powoduje wadliwe działanie systemu, nie powodując jednak całkowitej przerwy łączności. Dlatego też uszkodzenia te nie są uwidocznione w tabl. 1 i nie są uwzględnione przy obliczaniu wskaźnika pewności pracy. Jednakże z punktu widzenia pełnego określenia niezawodności pracy systemu odgrywają one pewną rolę. Zagadnienie to było omówione bardziej szczegółowo w sprawozdaniu z eksploatacji z 1963 r. [5].

Aparatura wielkiej częstotliwości składa się z nadajnika, odbiornika i związanych z nimi oddzielnych zasilaczy. W skład aparatury wielokrotnej wchodzi odpowiednio modulatory i demodulatory wielokrotne impulsowe wraz z zasilaczami, przy czym każdy z tych podzespołów składa się ze wspólnych części centralnych oraz z układów modulatorów i demodulatorów kanałowych.

Na czas przestoju aparatury ma wpływ liczba przerw, czyli uszkodzeń, wynikająca z niezawodności elementów i

podzespołów oraz czas przerw wynikający z tzw. zdatności naprawczej. Zdatność naprawcza określona jest stratami czasu i środków do wykrywania i usuwania uszkodzeń oraz zapobiegania uszkodzeniom z uwzględnieniem niezbędnych kwalifikacji personelu obsługującego. Zdatność naprawcza wynika z racjonalności przyjętej konstrukcji.

Z 3-letniej doświadczalnej eksploatacji wynika wyraźnie, że w stosunku do okresu początkowego, a zwłaszcza w stosunku do pierwszego półrocza, w okresie późniejszym zdecydowanie zmalała ilość przerw w pracy, jak również czas ich trwania, a zatem wzrosła pewność pracy. Biorąc tylko pod uwagę względny czas przerw, spowodowany uszkodzeniami samej aparatury można stwierdzić, że czas ten zmalał z 3,3% w pierwszym półroczu do wartości mniejszych od 1% dla półroczy pozostałych. Dotyczy to praktycznie wszystkich części aparatury z wyjątkiem modulatorów, gdzie uszkodzenia były od początku nieliczne, a czas przerw mały. Powodem tak znacznego obniżenia czasu przerw, zgodnie ze sprawozdaniami z eksploatacji [4,5,6,7], było:

- a) wymienienie w pierwszym okresie pracy elementów starszych, o długim czasie pracy,
- b) wykrycie i usunięcie zasadniczych wad konstrukcyjnych (np. zasilacza odbiornika),
- c) zapoznanie się personelu z aparaturą, umożliwiające szybszą lokalizację uszkodzeń,
- d) wyposażenie aparatury w dodatkowe wskaźniki kontrolne, również umożliwiające szybszą lokalizację uszkodzeń.

Należy tu podkreślić, że tak znaczna poprawa została osiągnięta praktycznie bez żadnych dodatkowych kosztów, a jedynie na podstawie obserwacji i wniosków wyciągniętych ze szczegółowej analizy przyczyn uszkodzeń. Aby jednak móc przeprowadzić tego typu analizę oraz ocenić lub skontrolować doświadczalnie wskaźniki pewności pracy systemu, potrzebne są, jak widać, bardzo szczegółowe, systematyczne i długotrwałe pomiary czasu przerw spowodowanych różnymi przyczynami. Z punktu widzenia kontroli pracy systemu, jak również samych urządzeń, znacznie prostszy do określenia a jednocześnie bardzo istotny, zarówno dla producenta urządzeń jak i ich eksploatatora i użytkownika, jest czas pracy między dwoma kolejnymi uszkodzeniami. Parametr ten coraz częściej jest podawany w wymaganiach technicznych, oczywiście jako średnie wartości czasu pracy między uszkodzeniami.

W tabelicy 1 wielkość ta podana jest w ostatniej rubryce pod nazwą "Średni czas między uszkodzeniami". Wartości te zostały obliczone w godzinach ze wzoru

$$t_{\text{śr}} = \frac{t \cdot N}{n} \text{ godz.}$$

w którym:

$t_{\text{śr}}$ - średni czas między uszkodzeniami,

t - czas pracy,

N - liczba stacji,

n - liczba uszkodzeń.

Czas t_{gr} został obliczony oddzielnie dla każdej stacji linii radiowej i dla czasu rzeczywistej eksploatacji linii w okresie półrocznym, a następnie w okresie 3-letnim. Wartości te odnoszą się jedynie do aparatury; aby obliczyć odpowiednie dane dla systemu, należałoby wziąć pod uwagę liczbę przerw wynikającą z uszkodzeń aparatury i przerw zasilania. Tak jak w miarę czasu trwania eksploatacji zwiększała się pewność pracy linii, podobnie zwiększał się czas między uszkodzeniami, przy czym zasadnicza poprawa nastąpiła po pierwszym półroczu. Nie biorąc pod uwagę pierwszego półrocza, które można by nazwać okresem "rozruchu aparatury", obliczono, że średni czas między uszkodzeniami za okres dwóch i pół lat w odniesieniu do jednej stacji wynosi dla samej aparatury 350 godz., a dla systemu (z uwzględnieniem przerw zasilania) 285 godz. Dla porównania przytoczono tu wyniki pomiarów radzieckich [2] wykonanych na różnych typach urządzeń linii radiowych o modulacji impulsowej eksploatowanych w łączności kolejowej (tabl. 2).

Jak widać, otrzymane wyniki pomiarów wykonywanych w zupełnie odmiennych warunkach i w bardzo małym zakresie, bo dotyczące jedynie jednego odcinka linii radiowej, nie odbiegają od rezultatów osiągniętych za granicą, a zatem stanowią już pewną podstawę do oceny omawianego systemu.

Jak wykazuje tabl. 1, dane eksperymentalne dotyczące niezawodności poszczególnych podzespołów pozwalają również na ocenę opłacalności stosowania urządzeń rezerwowych. Wyniki otrzymane w czasie doświadczalnej eksploatacji potwierdzają opinię, że w liniach radiowych o mo-

T a b l i c a 2

| Typ linii | Długość linii km | Typ aparatury | Liczba stacji N | Liczba uszkodzeń | Sumaryczny czas pracy tpN, tys. godz. | Średni sta-tystyczny czas pracy na uszkodz.-dla jednej stacji T _{śr} , godz. |
|-------------|------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|---|
| Magistralna | 3996 | PM-24 | 96 | 6453 | 1104 | 171 |
| Magistralna | 272 | PTA-24 | 6 | 201 | 53 | 262 |
| Odgalęźna | 272 | PTA-24 | 15 | 535 | 123 | 230 |

dulacji impulsowej ze względu na znikomą małą liczbę uszkodzeń w aparaturze wielokrotnej oraz łatwość lokalizacji tych uszkodzeń zbędne jest stosowanie urządzeń rezerwowych. Główną przyczyną przerw jest aparatura wielkiej częstotliwości i ona to ma główny wpływ na obniżanie pewności pracy.

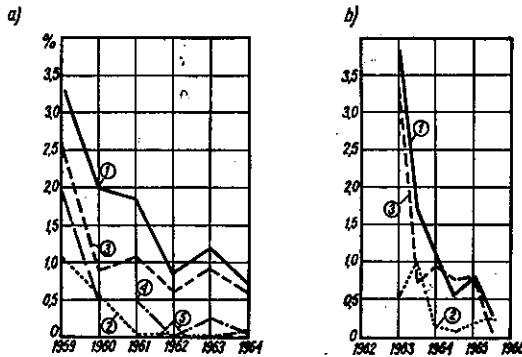
Aparatura ta ze względu na trudności związane z naprawą (głównie nadajnika), dla zachowania powszechnie wymaganych wskaźników pewności pracy wymaga stosowania rezerwy, przy czym powinna to być co najmniej rezerwa panelowa.

3.2.3. Zjawisko tłumienia fali

Wpływ silnych zaników występujących na trasach linii radiowych powodujących przerwy w łączności jest zjawiskiem powszechnie znanym. Prawdopodobieństwo występowania zaników na danej trasie zależy w głównej mierze od częstotliwości nośnej nadajnika, długości odcinka, przekroju trasy (warunków widoczności i właściwości podłoża) i warunków klimatycznych.

Częstość występowania zaników i ich głębokość zależy od pory dnia i nocy oraz od pory roku. W czasie doświadczalnej eksploatacji linii zagadnienie zaników nie było w ogóle analizowane. Badania propagacyjne są bardzo trudne i wymagają zarówno odpowiedniego wyposażenia przyrządowego, jak i ciągłości obserwacji, co było niemożliwe do przeprowadzenia. Ponadto warunki eksploatacji badanej linii z punktu widzenia propagacji fal były nietypowe i

pozwoiliły na pominięcie w rozważaniach zjawiska zani-
ków. Stosunkowo niska częstotliwość pracy mniejsza od
2 GHz, krótki odcinek trasy, rzędu 20 km, o pełnej wi-
doczności optycznej i wynikający stąd dodatkowy zapas



Rys. 1. Graficzne przedstawienie analizy przerw w pracy linii radiowej: a/ wyniki pomiarów przeprowadzonych w NRD [3], b/ wyniki pomiarów przeprowadzonych w IL

① - przerywy całkowite, ② - brak napięcia zasilającego, ③ - uszkodzenia i wadliwość aparatury, ④ - zjawiska tłumienia fali, ⑤ - pozostałe przyczyny

mocy nadajnika, godziny eksploatacji - wszystkie te czynniki, potwierdzone doświadczalnie brakiem przerw w łączności niewiadomego pochodzenia, pozwalają przypuszczać, że błąd popełniony przez pominięcie w rozważaniach przerw wskutek zaników jest minimalny. Dla przykładu podano tu wyniki pomiarów pochodzące ze źródeł niemieckich [3]. Jak widać z załączonych danych na rys. 1a - krzywa 4, czas przerw spowodowany zanikami w latach 1962-64 był mały i wahał się w granicach od 0,037% do 0,28%; większe przerywy w pierwszym okresie wynikły wskutek niewłaściwego umieszczenia anten, co poprawiono w

1961 r. uzyskując znaczną poprawę przez zwiększenie natężenia pola o ~ 17 dB. Należy podkreślić, że chociaż pomiary niemieckie były wykonywane w tym samym zakresie częstotliwości, to jednak długość odcinka była 40 km i trasa przebiegała częściowo nad wodą; a zatem warunki były gorsze niż dla trasy Miedzeszyn - Warszawa.

3.2.4. Pozostałe przyczyny przerw w pracy

Pozycja ta przy eksploatacji badanej linii radiowej wymaga specjalnego komentarza. Charakter eksperymentalny eksploatacji był przyczyną, że warunki użytkowania linii były nietypowe. Aparatura była uruchamiana jedynie na czas godzin pracy Instytutu i wszelkie prace konserwacyjne i naprawcze były wykonywane w normalnych godzinach użytkowania linii. Brak jakichkolwiek urządzeń rezerwowych oraz odpowiedniego wyposażenia przyrządowo-narzędziowego w Warszawie był często przyczyną konieczności przywożenia pewnych elementów do naprawy do Instytutu. Jest rzeczą oczywistą, że trudno tego typu przestoje uwzględniać przy obliczaniu pewności pracy systemu, dlatego też w zestawieniu w tabl. 1 podano je jako tzw. przerwy planowane. Błędem zestawiania wyników w ciągu 3-letniego okresu badań było sumowanie czasu przerw wynikających z konserwacji urządzeń i czasu długotrwałych napraw. Dane te jednak można odczytać z tablic szczegółowych zawartych w sprawozdaniach [4,5,6,7] za poszczególne lata. W każdym razie średni czas przerw planowanych rzędu 6% (9% w II p. 62 r. i 10% w II p. 64 r. wy-

nika ze zwiększonego czasu konserwacji i równocześnie skróconego czasu eksploatacji) daje pewną orientację dotyczącą niezawodności systemu w najniekorzystniejszych warunkach eksploatacyjnych zarówno pod względem wyposażenia w urządzenia rezerwowe, jak i organizacji samych napraw.

Załączona na rysunku 1a zaczerpnięta z danych niemieckich [3] krzywa 5 przerw z tzw. "pozostałych przyczyn" dotyczy takich przerw, jak np. oblodzenie anten, wady obwodów itp., a więc o innym charakterze niż rozpatrywane poprzednio przerwy planowane. Przerwy te nie są bliżej analizowane, gdyż mają charakter przypadkowy, a czas ich trwania jest niewielki. Przerwy te są uwzględnione w przerwach całkowitych przedstawionych jako krzywa 1.

Na rysunku 1b podano dla porównania wyniki otrzymane w Instytucie z tą różnicą, że zestawienia były podawane jako średnie dla okresów półrocznych. Krzywa przerw całkowitych uwzględnia jedynie sumę przerw wynikających z uszkodzeń aparatury i przerw zasilania. Tym niemniej wyniki są zbliżone, a charakter krzywych podobny.

Na zakończenie należy jeszcze raz podkreślić, że średni czas między uszkodzeniami dla samych urządzeń może być częściowo obliczony, a w każdym razie określony doświadczalnie dla danego typu urządzeń. Natomiast pewność pracy w systemach bez rezerwy, jak również z ręcznym przełączaniem na rezerwę zależy od zdatności naprawczej, a więc przede wszystkim od kwalifikacji personelu obsługującego i organizacji eksploatacji, czyli zależy od warunków i dla każdego przypadku jest różna. Ten stan rzeczy

należy wziąć pod uwagę przy wyciąganiu wniosków dotyczących niezawodności systemu, jak również przy określaniu wymagań dotyczących niezawodności urządzeń.

Wymagania stawiane producentom urządzeń powinny zatem dotyczyć głównie średniego czasu między uszkodzeniami, a nie obejmować wymagań na system, którego niezawodność zależy również od eksploatorów.

4. WNIOSKI OGÓLNE

Podsumowując wyniki 3-letniej doświadczalnej eksploatacji linii radiowej o modulacji impulsowej zwraca się uwagę, że poza wnioskami zawartymi we wszystkich 4 częściach sprawozdania z pracy [4,5,6,7] załączone tam i omówione tablice szczegółowe stanowią bogaty materiał do analizy zagadnienia niezawodności linii radiowych, a zdobyte doświadczenia pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków natury ogólnej:

1. Przy wprowadzaniu nowych typów urządzeń linii radiowych produkcji krajowej wydaje się jak najbardziej celowe prowadzenie eksploatacji doświadczalnej przez okres co najmniej 1 roku przez personel o wysokich kwalifikacjach. W czasie tego okresu powinny być prowadzone szczegółowe wykazy dotyczące uszkodzeń, wadliwości działania, przyczyn i czasu trwania przerw w pracy itd. podobne do prowadzonych przez Instytut, ale z uwzględnieniem specyfiki typu linii (np. telewizyjna, telefoniczna, o modulacji częstotliwości, o modulacji impulsowej itp.).

Po eksploatacji doświadczalnej powinna być przeprowadzona analiza wyników i przekazywana do producenta wraz z wnioskami i uwagami dotyczącymi urządzeń.

2. Niezależnie od eksperymentalnej eksploatacji wybranego odcinka linii, we wszystkich stacjach linii radiowych powinny być prowadzone dzienniki eksploatacji, w których byłyby odnotowywany czas pracy urządzeń, czas przestojów i podana liczba uszkodzeń, dokonywane naprawy oraz wymiana lamp.

Dane te powinny być centralnie analizowane w celu wyciągnięcia odpowiednich wniosków dotyczących np. poprawienia urządzeń, usprawnienia ich obsługi itp.

3. Po doświadczalnej eksploatacji i zapoznaniu się z urządzeniami, powinny być opracowywane wytyczne dotyczące właściwej konserwacji urządzeń.

4. Punkt 2 i 3 powinien odnosić się nie tylko do urządzeń produkcji krajowej, ale do wszystkich linii eksploatowanych w kraju.

5. Ze względu na duże zapotrzebowanie na środki łączności różnych typów oraz ze względu na koszty związane z urządzeniami rezerwowymi należy liczyć się w okresie przejściowym na pewne ograniczenie w stosowaniu tych urządzeń. Dlatego należy zwracać dużą uwagę na kwalifikacje personelu obsługującego linię, gdyż w braku urządzeń rezerwowych, kwalifikacje te mogą mieć decydujący wpływ na pewność pracy systemu.

5. WYKAZ LITERATURY

1. Wolpin: Osnownyje poniatia i rasczot nadiożnosti radiopieriedatczika. Izdat. Swiazi. Moskwa 1965.
2. Bunin D.A.: Ekspłuatacjonnaja nadiożnost radiorelejnych linii. Awtomatika - Tielemechanika - Swiaź 1966, nr 1.
3. Schukaj H.: 7 Jahre Richtfunk bei der Deutschen Reichsbahn, Ein Überblick über Ausfälle, Störungen und Erfahrungen. Der Fernmelde Praktiker 1965, nr 9.

Opracowania Instytutu Łączności

4. Kacprowska W., Bodzon K.: Badania eksploatacyjne impulsowej linii radiowej zainstalowanej na trasie Miedzeszyn-Warszawa. Sprawozdanie z pracy IL, 1962.
5. Kacprowska W., Dumania E.: Badania eksploatacyjne impulsowej linii radiowej zainstalowanej na trasie Miedzeszyn-Warszawa za okres 1963 r. Dokumentacja pracy Nr I - 141, IL 1964 r.
6. Kacprowska W., Dumania E.: Badania eksploatacyjne impulsowej linii radiowej zainstalowanej na trasie Miedzeszyn-Warszawa za okres 1.I.-31.XII.1964 r. Dokumentacja pracy Nr I-147, IL 1965 r.
7. Kacprowska W.: Badania eksploatacyjne impulsowej linii radiowej zainstalowanej na trasie Miedzeszyn-Warszawa za okres 1.I.-31.X.1965 r. Dokumentacja pracy Nr I-156, IL 1966 r.

LINIA RADIOWA O MODULACJI IMPULSOWEJ UR124

Opracował: L. Gęborys

na podstawie książek В.В. МАРКОВА

"Малоканальные радиорелейные линии связи"

wyd. "Советское радио", 1963

i "Связь на трубопроводном транспорте"

wyd. "Недра", 1964

1. DANE OGÓLNE LINII RADIOWEJ UR124

Radziecka linia radiowa UR124 jest telefoniczną mało-kanałową linią radiową typu stacjonarnego, z czasowym podziałem kanałów i modulacją położenia impulsów oraz modulacją amplitudy fali nośnej.

Linia ta przeznaczona jest dla łączności telefonicznej, telegraficznej, fototelegraficznej, dyspozytorskiej, jak również do przesyłania sygnałów radiofonicznych i sygnałów zdalnego nadzoru w szeregu gałęziach gospodarki.

Linia radiowa wyposażona w aparaturę UR124 jest zaprojektowana na odległość do 2500 km. Może ona zawierać do 50 stacji przekaźnikowych; anteny tych stacji powinny być rozmieszczone w zakresach bezpośredniej widoczności przy odległości między stacjami do 50 km.

Aparatura pracuje w zakresie częstotliwości 1550 + + 2000 MHz, posiada 24 kanały, w tym 22 kanały telefo-

niczne, jeden kanał łączności służbowej i jeden kanał synchronizacyjny. Dowolne kanały telefoniczne mogą być wykorzystywane dla łączności dyspozytorskiej. Kanał radiofoniczny otrzymuje się zamiast 3 kanałów telefonicznych (4, 12 i 20).

Na stacjach przekaźnikowych odgałęźnych można odgałęzić do 12 kanałów telefonicznych.

Parametry linii radiowej wyposażonej w aparaturę URŁ24 odpowiadają normom i zaleceniom CCIR i CCITT dla 3 stacji pracujących jako stacje odgałęźne z połączeniem na małej częstotliwości.

Stacje przekaźnikowe linii pozwalają na pracę bez obsługi, co osiągnięto przez zastosowanie automatycznej rezerwy oddzielnych bloków i systemu zdalnego nadzoru.

Aparatura URŁ24 zasilana jest napięciem zmiennym jedno- lub trzyczasowym o wartości $220\text{ V} \pm 10\%$ i częstotliwości $50 \pm 3\text{ Hz}$. Moc potrzebna do zasilania stacji końcowej wynosi 2,5 kW, stacji przekaźnikowej rozgałęźnej 3,5 kW, stacji przekaźnikowej przelotowej 2 kW.

Stacja linii radiowej wyposażonej w aparaturę URŁ24 składa się z następujących stojaków:

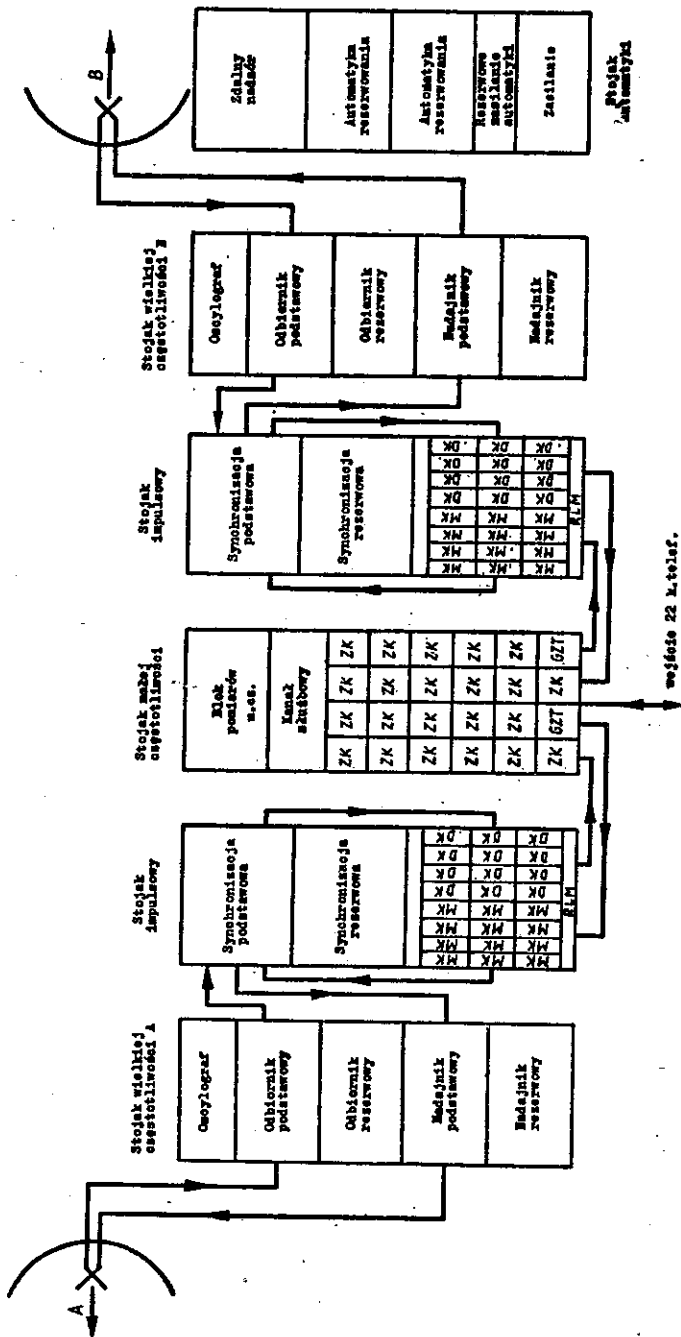
- jednego stojaka wielkiej częstotliwości,
- dwóch stojaków impulsowych z odpowiednim zestawem modulatorów i demodulatorów kanałowych,
- jednego stojaka automatyki,
- jednego stojaka małej częstotliwości,
- jednego stojaka łączności służbowej.

Stojaki wielkiej częstotliwości i impulsowe są chłodzone powietrzem. Stacja końcowa składa się z pięciu stojaków: wielkiej częstotliwości, modulatora wielokrotnego, demodulatora wielokrotnego, małej częstotliwości i automatyki. Stojaki modulatora i demodulatora wielokrotnego i wchodzące w ich skład układy synchronizacji są jednakowe, za wyjątkiem tego, że w stojaku modulatora wielokrotnego znajdują się 2^4 modulatory kanałowe, a w stojaku demodulatora - 2^4 demodulatory kanałowe. Uproszczony schemat blokowy stacji końcowej opisanego wyżej typu przedstawiono na rys. 1.

Stacja przekaźnikowa odgałęźna zawiera sześć stojaków: 2 wielkiej częstotliwości, 2 impulsowe, małej częstotliwości i automatyki. Stojaki impulsowe są w tym przypadku jednakowo wyposażone, każdy składa się z 12 modulatorów i 12 demodulatorów kanałowych. Uproszczony schemat blokowy stacji przekaźnikowej odgałęźnej przedstawia rys. 2.

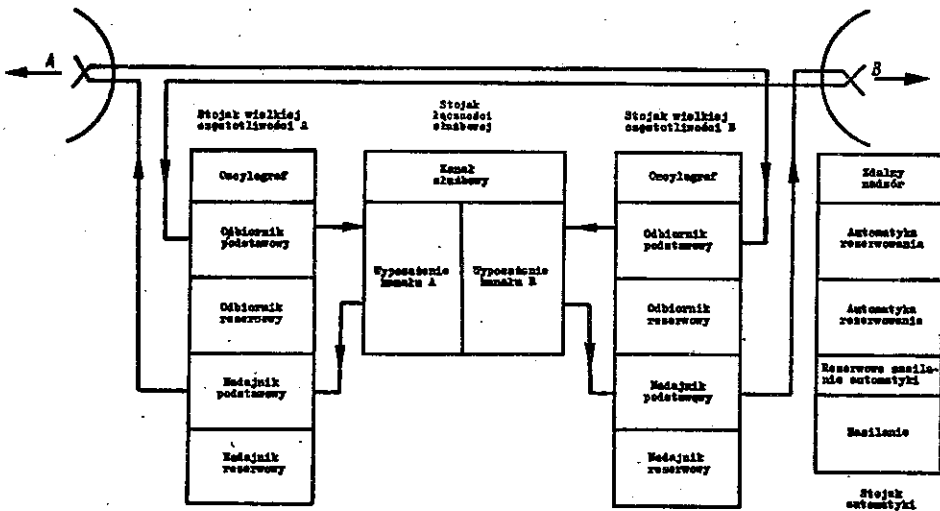
W stojakach małej częstotliwości, wchodzących w skład stacji końcowej lub przekaźnikowej odgałęźnej, można umieścić zamiast układów zakończeń kanałowych do 11 układów dyspozytorskich.

W stojakach impulsowych mogą być umieszczone urządzenia kanału szerokopasmowego. Urządzenia te składają się z układu modulacyjnego, umieszczonego w modulatorze wielokrotnym w miejsce kanału 12 (modulatory kanałów 4 i 20 są w tym przypadku wyłączone) i układu demodulacyjnego składającego się z 2 podzespółów umieszczonych w demodulatorze wielokrotnym w miejsce kanałów 21 i 22. W skład



Rys. 2. Schemat blokowy stacji przekątnikowej odgałęznej, wyposażonej w aparaturę URŁ24

stacji końcowej i przekaźnikowej odgałęźnej wchodzi również urządzenia przeznaczone dla zabezpieczenia normalnej eksploatacji linii radiowej. Do nich należą: blok pomiarowy m.cz. i oscylograf. Blok pomiarowy umożliwia przeprowadzanie w kanałach telefonicznych niezbędnych pomiarów. W skład tego bloku wchodzi również urządzenia rozmówno-zewowe dla rozmów w kanałach służbowych i abonenckich.



Rys. 3. Schemat blokowy stacji przekaźnikowej przelotowej wyposażonej w aparaturę UR124

Blok kontroli oscylograficznej przeznaczony jest dla kontroli wizualnej sprawności aparatury i dla ustawienia dewiacji (głębokości modulacji położenia) impulsów kanałowych.

W skład stacji przekaźnikowej przelotowej wchodzi cztery stojaki: dwa stojaki wielkiej częstotliwości, stojak łączności służbowej i stojak automatyki. Uprosz-

czony schemat blokowy tej stacji przedstawia rys. 3.

Jak wynika ze schematu, urządzenia pogrupowane są na zasadzie kanałów w.cz. Stojak łączności służbowej służy do wydzielania i demodulacji impulsów kanału służbowego i normalizacji impulsów kanałów retransmitowanych.

We wszystkich rodzajach stacji, w ich skład wchodzi stojak automatyki, zawierający 2 bloki automatyki rezerwowania, po jednym dla każdego kierunku. W skład stojaka wchodzi również blok zdalnego nadzoru. Rozróżnia się 2 typy takich bloków: pierwszy typ stosuje się w stacjach końcowych z obsługą i stacjach nadzorujących, drugi w nieobsługiwanych stacjach retransmisyjnych.

2. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATURY UR124

Podstawowe parametry linii radiowej:

| | |
|---|---------------|
| Liczba stacji retransmisyjnych | do 50 |
| Maksymalna długość odcinka | 50 km |
| Zakres częstotliwości | 1550-2000 MHz |
| Liczba połączeń na częstotliwości akustycznej dla linii z 50 retransmisjami | do 3 |
| Stosunek sygnału do szumu przy 50 retransmisjach | 50 dB |
| Stosunek sygnału do przesłuchu przy 50 retransmisjach | 65 dB |

Dane nadajnika:

| | |
|---------------------------|------|
| Moc w impulsie | |
| dla zakresu 1550-1750 MHz | 50 W |

| | |
|---|---|
| dla zakresu 1750-2000 MHz | 35 W |
| Zmiana częstotliwości przy zmianie napięcia zasilania $\pm 5\%$ | ± 1 MHz |
| Temperaturowy współczynnik częstotliwości | $25 \cdot 10^{-6}$ |
| Czas ustalania się częstotliwości (nagrzewanie się aparatury) | 10 min |
| Dane odbiornika: | |
| Współczynnik szumów | 20 - 25 |
| Częstotliwość pośrednia | 30 MHz |
| Pasma częstotliwości pośredniej | 5,5 MHz |
| Pasma podstawowe | 1,5 MHz |
| Tłumienie sygnału lustrzanego | 30 dB |
| Tłumienie przy rozstrojeniu 10 MHz | 60 dB |
| Zmiana częstotliwości heterodyny przy zmianie napięć zasilających $\pm 5\%$ | $\pm 0,85$ MHz |
| Temperaturowy współczynnik częstotliwości | $25 \cdot 10^{-6}$ |
| Czas ustalania się częstotliwości (nagrzewanie się aparatury) | 10 min. |
| Dane aparatury wielokrotnej: | |
| Rodzaj modulacji | PPM (modulacja fazy impulsów) |
| Liczba kanałów telefonicznych | 24 (z nich 1 dla synchronizacji i 1 służbowy) |

| | |
|--|---|
| Częstotliwość powtarzania impulsów | 8 kHz |
| Szerokość impulsów w połowie wysokości | 0,5 μ sek |
| Impuls synchronizacyjny | podwójny z przerwą między wierzchołkami 1,5 μ sek |

Maksymalna dewiacja:

dla poziomu nominalnego, odpowiadającego 30% modulacji (napięcie wyjściowe w układzie dwutorowym

$$U_{wy} = 0,46 N)$$

$$\pm 0,7 \mu\text{sek}$$

dla poziomu podwyższonego, odpowiadającego 80% modulacji

$$(U_{wy} = 0,8 N)$$

$$\pm 1,5 \mu\text{sek}$$

Dane kanału telefonicznego:

Skuteczna szerokość pasma przy tłumieniu na krańcach pasma 0,35 N dla jednej demodulacji do m.cz. na trasie linii i tłumieniu 1 N dla 3 demodulacji

$$300-3400 \text{ Hz}$$

Napięcie szumu aparaturowego dla jednej demodulacji do m.cz. na trasie linii w punkcie o zerowym poziomie odniesienia

$$0,35 \text{ mV}$$

Współczynnik zniekształceń nieliniowych

dla poziomu nominalnego +0,46 N

nie więcej niż 4%

dla poziomu podwyższonego +0,8 N nie więcej niż 6%

Częstotliwość zewu akustycznego 2100 Hz

Dane kanału szerokopasmowego:

Skuteczna szerokość pasma przy tłumieniu na końcach pasma 0,5 N 50-10000 Hz

Współczynnik zniekształceń nieliniowych nie więcej niż 10%

Częstotliwość powtarzania impulsów 24 kHz

Dane urządzeń zdalnego nadzoru:

Liczba sygnałów awarii 16

Liczba sygnałów potwierdzenia odbioru sygnałów kontroli 34

Czas przełączenia na rezerwę 150 msek

Wymiary, ciężar:

Wymiary stojaków 1520x300x600 mm

Średnia waga stojaka 160 kg.

3. ANTENY I LINIE PRZESYŁOWE

Anteny i linie przesyłowe nie wchodzi w skład kompletu aparatury URŁ24. Typ anteny wybiera się w zależności od długości linii i długości odcinków, liczby retransmisji i liczby kanałów wielkiej częstotliwości pracujących na jedną antenę. Dla linii radiowej wyposażonej w aparaturę URŁ24 mogą być wykorzystywane anteny paraboliczne o średnicy 1,5 i 3,0 m oraz anteny peryskopowe, stosowa-

ne w linii radiowej P-60/120. Dla linii radiowej o dużej liczbie retransmisji (do 50) i przy długościach odcinków do 50 km przy pracy w jednym kanale wielkiej częstotliwości celowe jest zastosowanie anteny peryskopowej lub parabolicznej o średnicy 3 m. Przy niewielkiej liczbie retransmisji (do 10-15) i niedużych długościach odcinków można stosować anteny paraboliczne o średnicy 1,5 m. W przypadku dużej liczby retransmisji i kilku kanałach wielkiej częstotliwości zaleca się stosowanie anten różkowo-parabolicznych o płaszczyznach otworu $4,5 \text{ m}^2$ i $7,5 \text{ m}^2$.

Na linii przesyłowe (fidery) mogą być wykorzystywane kable koaksjalne typu RKK-T/18 i RKD-2-7/28.

W skład urządzeń antenowo-przesyłowych wchodzi również przełączniki antenowe i komplet filtrów wielkiej częstotliwości przeznaczonych do pracy wielokanałowej na jedną antenę. Każdy komplet filtrów obejmuje pięć kanałów w.cz. z odstępem częstotliwości 20 MHz między nimi; 10 kompletów filtrów pozwala na pracę w 50 kanałach wielkiej częstotliwości (co 10 MHz) w zakresie 1550-2050 MHz.

4. NADAJNIK

Nadajnik pokrywa cały zakres częstotliwości 1550 - 2000 MHz za pomocą 2 generatorów, wykonanych w formie wymiennych bloków (1550-1750 i 1750-2000 MHz). Nadajnik pracuje w układzie jednostopniowym na lampie ГИ 125 z zewnętrznym obwodem sprzężenia zwrotnego. Schemat blokowy nadajnika przedstawiono na rys. 4, a schemat ideowy stopnia generacyjnego na rys. 5.

W celu zmniejszenia szumów w nadajniku zastosowano generator pomocniczy GP, pracujący na lampie 6H1Π w zakresie 300-400 MHz (wykorzystuje się 5. harmoniczną). Nadajnik posiada manipulację katodową. W tym celu stosuje się manipulator MI, zapewniający dużą amplitudę impulsów manipulacyjnych.

Lampa generacyjna i lampa manipulatora nadajnika włączone są szeregowo. Zastosowano taką konstrukcję obwodu drgającego, przy której siatka dla napięcia stałego jest uziemiona i na zewnętrznych częściach konstrukcji nie występuje wysokie napięcie. W tym celu zastosowano 3 kondensatory rozdzielcze (C_{r1} , C_{r2} , C_{r3} - rys. 6).

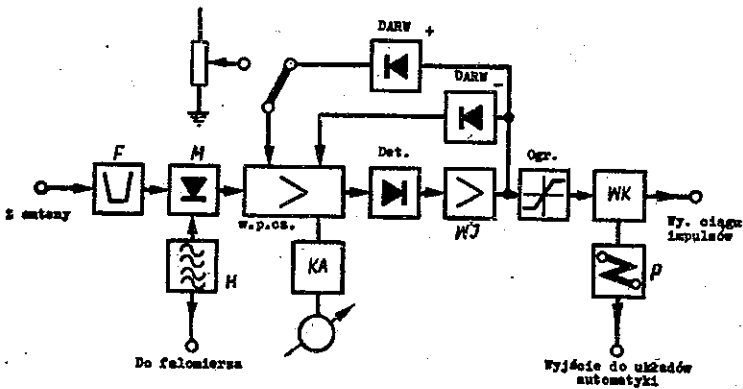
Połączenie siatki z katodą dla prądu stałego zrealizowano wewnątrz obwodu za pomocą elastycznego połączenia L_b , którego indukcyjność jest na tyle duża, że nie jest bocznikowany rezonator siatkowo-katodowy. Dla zmniejszenia przesłuchów między kanałami stosuje się specjalną konstrukcję transformatora żarzenia o małej pojemności uzwojenia żarzenia w stosunku do ziemi i uzwojenia pierwotnego oraz opór bocznikujący R_{sz} między anodą i katodą lampy.

Nadajnik oddaje na linię przesyłową impuls o mocy nie mniejszej 45 W w zakresie 1550-1750 MHz i nie mniejszej 25 W w zakresie 1750-2000 MHz.

Możliwa jest praca z mocą 30-50% niższą od nominalnej.

5. ODBIORNIK

Odbiornik pokrywa cały zakres częstotliwości 1550 - 2000 MHz. Współczynnik szumów wynosi 20-25. Cechą charakterystyczną odbiornika jest zastosowanie automatycznego dostrajania częstotliwości. Schemat blokowy odbiornika przedstawiono na rys. 7, z tym, że na schemacie tym pominięto układ automatycznego podstrajania częstotliwości.



Rys. 7. Schemat blokowy odbiornika aparatury URŁ24 (pominięto układ automatycznego podstrajania częstotliwości)

Odbiornik zawiera 2-obwodowy filtr wstępny (F), na wyjściu którego znajduje się mieszacz krystaliczny (M). Heterodyna (H) odbiornika pracuje na lampie 6C5A. Wzmacniacz pośredniej częstotliwości 30 MHz (W.p.c.z.) posiada 5 stopni wzmocnienia, wykonanych na lampach 6Ж9П. W każdym stopniu znajdują się po 2 obwody rezonansowe sprzężone, ze sprzężeniem bliskim krytycznemu. Wzmacniacz pośredniej częstotliwości posiada pasmo rzędu 5,5 MHz.

Z wyjścia wzmacniacza częstotliwości pośredniej sygnał przykładany jest na detektor odbiornika (Det). W wyniku detekcji otrzymuje się ciąg impulsów, analogiczny do ciągu impulsów przykładanego na wejście nadajnika. Impulsy te wzmacnia się we wzmacniaczu impulsów (WI), którego zadaniem jest zwiększenie amplitudy impulsów i stromości nachylenia ich krawędzi. Następnym układem jest ogranicznik (Ogr.), w którym następuje wycięcie z impulsu o kształcie zbliżonym do dzwonowego jego części trapezowej. Na wyjściu odbiornika znajduje się wtórnik katodowy (WK), dopasowujący oporność wyjściową ogranicznika impulsów do oporności kabla koaksjalnego, za pomocą którego impulsy z wyjścia odbiornika przechodzą do demodulatora wielokrotnego.

W odbiorniku zastosowano automatyczną regulację wzmocnienia (ARW), zrealizowaną przez przyłożenie napięcia impulsowego z wyjścia wzmacniacza impulsów na specjalny układ detekcyjny (DARW+) o dużej stałej czasu. Napięcie z tego detektora przykładane jest na 4 stopnie wzmacniacza częstotliwości pośredniej (2, 3, 4 i 5).

Blokada w odbiorniku zrealizowana jest za pomocą przekaźnika (P) włączonego do obwodu wtórника katodowego (WK). Przekaznik zwalnia przy braku sygnału, oddziałując na blok automatyki ARW. Wtedy końcowe stopnie wzmacniacza pośredniej częstotliwości ulegają zatkanium na skutek oddziaływania specjalnego obwodu ARW (ARW-). Obwód ten działa tak długo, dopóki na wyjściu wzmacniacza impulsów istnieją impulsy o polaryzacji ujemnej, co zachodzi w tym przypadku, gdy odbiornik wzmacnia szumy.

Stabilność częstotliwości odbiornika i nadajnika jest taka, że zapewniona jest łączność przy zestrojeniu na falomierz bez dodatkowego podstrajania.

6. APARATURA WIELOKROTNA

6.1. Podstawowe właściwości aparatury wielokrotnej

Aparatura wielokrotna impulsowej linii radiowej UR124 ma następujące właściwości:

1. Wykonana jest na lampach i półprzewodnikach.

2. Umożliwia pracę 22 standardowych kanałów telefonicznych oraz 1 kanału służbowego; kanał 24 wykorzystuje się do synchronizacji. Zapewnia możliwość przesyłania kanału szerokopasmowego w pasmie 50-10000 Hz poprzez zespolenie trzech kanałów telefonicznych.

3. Może pracować zarówno w systemie stacji końcowej, jak i w systemie stacji przekaźnikowej odgałęźnej, umożliwiając odgałęzienie do 12 kanałów telefonicznych (w tym liczbie kanał służbowy). Zmianie ulegają wtedy wyposażenia stojaków impulsowych.

4. Synchronizacja została zrealizowana przez zastosowanie impulsu podwójnego z przerwą między wierzchołkami 1,5 μ sek.

5. Po stronie nadawczej modulację położenia impulsów uzyskuje się poprzez jednostronną modulację szerokości, a po stronie odbiorczej modulację położenia zamienia się ponownie na jednostronną modulację szerokości impulsów.

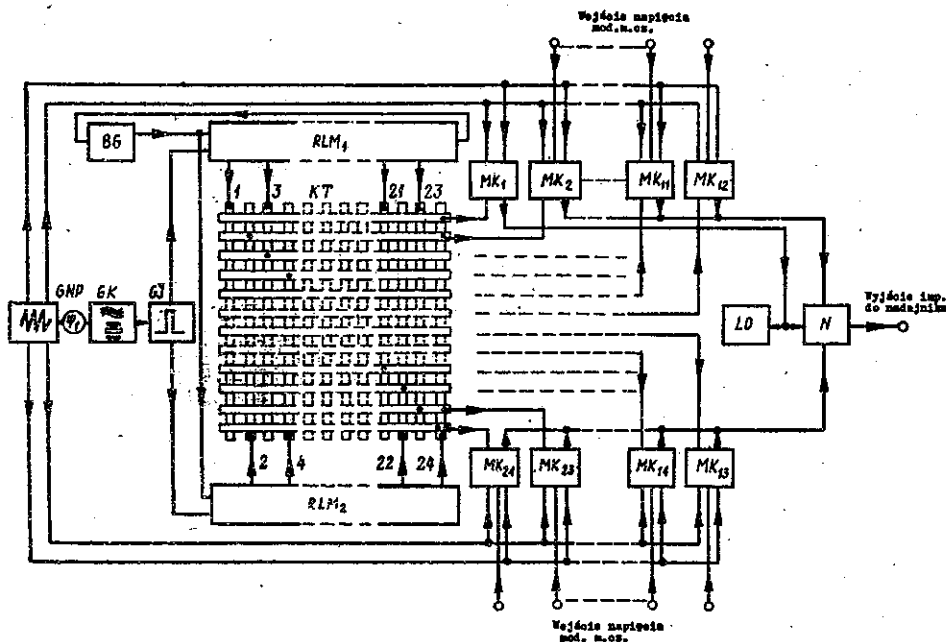
W celu zmniejszenia przesłuchów zastosowano podaną wyżej zamianę modulacji indywidualnie w każdym kanale, oraz dokonano w demodulatorze rozdziału impulsów kanałowych na parzyste i nieparzyste.

Stacja URŁ24 pracująca jako stacja końcowa lub przekaźnikowa odgałęźna posiada po 2 stojaki aparatury wielokrotnej (stojaki impulsowe). W przypadku stacji końcowej jeden ze stojaków zawiera wyłącznie urządzenia modulacyjne i w jego skład wchodzi 24 modulatory kanałowe, natomiast drugi stojak zawiera urządzenia demodulacyjne - 24 demodulatory kanałowe. W stacji przekaźnikowej odgałęźnej stojaki impulsowe są rozdzielone na zasadzie kierunków łączenia. W stojaku impulsowym kierunku "A" umieszcza się 12 demodulatorów kanałowych odbierających z kierunku "B" i 12 modulatorów kanałowych wysyłających w kierunku "A". W stojaku impulsowym kierunku "B" umieszcza się 12 demodulatorów kanałowych odbierających z kierunku "A" i 12 modulatorów kanałowych wysyłających w kierunku "B". W trzech przedstawionych wyżej rodzajach pracy stojaków impulsowych: nadawczej, odbiorczej i nadawczo-odbiorczej wykorzystuje się te same urządzenia synchronizacyjne.

6.2. Modulator wielokrotny

Schemat blokowy modulatora wielokrotnego przedstawiono na rys. 8.

Generator kwarcowy (G_k) wytwarza sinusoidalne napięcie sterujące o częstotliwości 96 kHz. Napięcie to jest



Rys. 8. Uproszczony schemat blokowy modulatora wielokrotnego stacji URE24

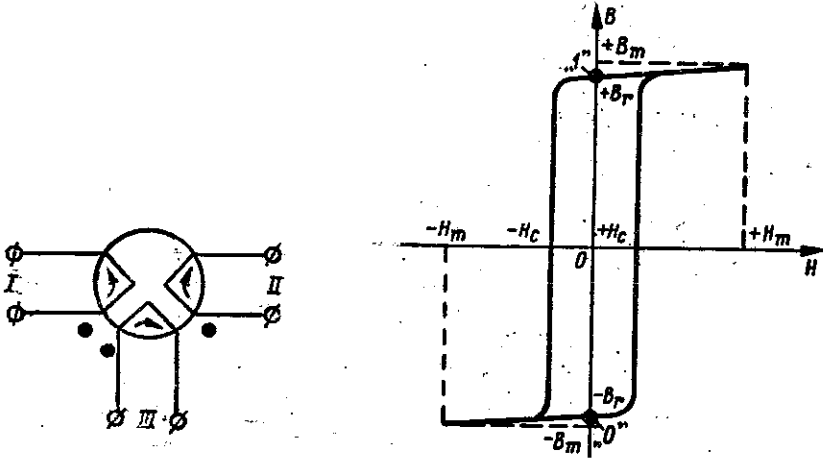
doprowadzane do generatora impulsów (GI), wytwarzającego impulsy niezbędne do pracy rozdzielczych linii magnetycznych. Generator impulsów zawiera na wejściu wspólny dla parzystej i nieparzystej grupy kanałów rezonansowy wzmacniacz napięcia, w którego obwodzie wyjściowym znajduje się transformator na rdzeniu ferrytowym z prostokątną pętlą histerezy. Na wtórnym uzwojeniu tego transformatora otrzymuje się dwa ciągi impulsów o częstotliwości 96 kHz, przesunięte jeden względem drugiego o połowę okresu napięcia o częstotliwości 96 kHz. Dla zwiększenia amplitud obydwu ciągów impulsów generator impulsów zawiera oddzielnie dla parzystej i nieparzystej grupy ka-

nałów układy generatorów spustowych (bloking generatory). Z wyjść generatorów spustowych impulsy poprzez wzmacniacze z obciążeniem katodowym są przykładane na rozdzielcze linie magnetyczne. Linia taka składa się z łańcucha elementów magnetycznych, charakteryzujących się prostokątną pętlą histerezy.

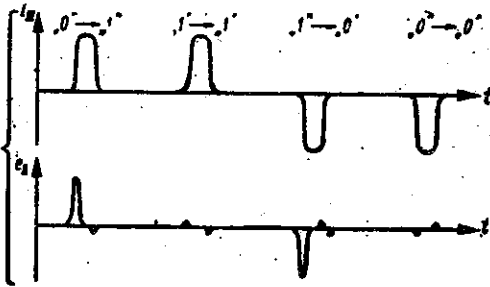
W celu zapoznania się z zasadą pracy rozdzielczej linii magnetycznej rozpatrzmy działanie poszczególnych elementów magnetycznych, z których składa się linia. Elementy te, zwane elementami dwójkowymi, posiadają 3 nawiązane na rdzeniu z prostokątną pętlą histerezy uzwojenia: wejściowe I, wyjściowe II i taktowe III (rys. 9).

Załóżmy, że element ten namagnesowany jest do indukcji szczątkowej $-B_r$. Stan takiego namagnesowania oznaczono na zasadzie rachunku dwójkowego przez "0".

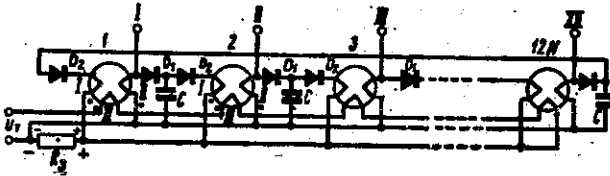
Jeżeli teraz przyłożyć na uzwojenie taktowe III impuls prądu o polaryzacji dodatniej, przy którym $H_m > H_c$, to rdzeń przemagnesuje się ze wzrostem prądu do stanu $+B_m$, a następnie przy maleniu prądu do $+B_r$. Stan ten oznaczono na zasadzie rachunku dwójkowego jako "1". Przemagnesowanie od $-B_r$ do $+B_m$ spowoduje wytworzenie w uzwojeniu II, zgodnie z prawem indukcji magnetycznej, impulsu o polaryzacji dodatniej o dużej amplitudzie, natomiast przemagnesowanie od $+B_m$ do $+B_r$ spowoduje wytworzenie impulsu ujemnego o amplitudzie znacznie mniejszej. Jeżeli ponownie do uzwojenia taktowego przyłożony zostanie impuls dodatni, to wskutek nieznacznego przemagnesowania rdzenia od $+B_r$ do $+B_m$ w uzwojeniu II indukować się będą impulsy dodatni i ujemny o małych amplitudach (rys. 10).



Rys. 9. Schemat ideowy elementu dwójkowego i charakterystyka magnesowania rdzenia tego elementu



Rys. 10. Zasada pracy magnetycznego elementu dwójkowego



Rys. 11. Schemat rozdzielczej linii magnetycznej, stosowanej w urządzeniach linii radiowej URŁ24

Jeżeli natomiast przyłożyć impuls o polaryzacji ujemnej, to rdzeń przejdzie do stanu "0", a na uzwojeniu II pojawi się impuls ujemny o dużej amplitudzie i dodatni o małej amplitudzie. Ponowne przyłożenie impulsu ujemnego spowoduje wytworzenie się w uzwojeniu II impulsów o małej amplitudzie ujemnego i dodatniego.

Z powyższego wynika, że dwójkowy element magnetyczny pracuje podobnie do przerzutnika o dwóch stanach stabilnych. W rozdzielczych liniach magnetycznych stosuje się tyle elementów dwójkowych, ile wynosi stosunek częstotliwości powtarzania impulsów przyłożonych (taktowych) do żądanej częstotliwości powtarzania impulsów wyjściowych.

Poniżej przedstawiono zasadę pracy linii 12-elementowej (rys. 11), stosowanej w aparaturze URL24.

Założmy, że pierwszy element magnetyczny znajduje się w stanie "0", a wszystkie pozostałe w stanie "1". Pierwszy impuls prądu doprowadzonego do uzwojenia taktowego (dodatni - o częstotliwości powtarzania 96 kHz), spowoduje przejście elementu magnetycznego w stan "1". Wtedy zgodnie z rys. 10 w uzwojeniu II pojawi się impuls napięcia o polaryzacji dodatniej, który będzie ładować kondensator C poprzez diodę D₁ (rys. 11). Aby kondensator ten nie rozładował się poprzez diodę D₂ i uzwojenie I drugiego elementu magnetycznego, obwód ten przerywany jest na skutek zatkania diody D₂ napięciem wytwarzanym przez impuls taktowy na oporności R₃ (na rysunku 11 pokazano polaryzację napięcia na tej oporności). Gdy impuls taktowy zakończy się, napięcie na R₃ staje się rów-

ne 0, dioda D_2 odtyka się, a kondensator C rozładowuje się poprzez diodę D_2 i uzwojenie I drugiego elementu. Spowoduje to przejście drugiego elementu ze stanu "1" do "0". Na uzwojeniu II tego elementu, zgodnie z rys. 1 pojawi się impuls napięcia o polaryzacji ujemnej. Impuls ten nie przejdzie dalej, ponieważ dioda D_1 spolaryzowana jest w tym przypadku zapasowo.

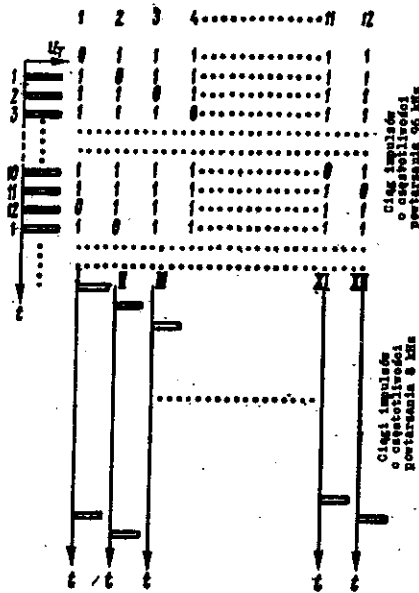
Reasumując, pierwszy impuls taktowy spowoduje przejście pierwszego elementu ze stanu "0" → "1", drugiego z "1" → "0", natomiast wszystkie następne pozostaną w stanie "1".

Drugi impuls taktowy z ciągu o częstotliwości powtarzania 96 kHz spowoduje przejście drugiego elementu ze stanu "0" → "1", a trzeciego z "1" → "0" itd.

Dwunasty impuls taktowy spowoduje przejście dwunastego elementu ze stanu "0" → "1" oraz elementu pierwszego połączonego z dwunastym z "1" → "0". Proces powtórzy się od początku. Zasadę pracy rozdzielczej linii magnetycznej przedstawiono na rys. 12.

Na odczepach linii (I, II, III ... XII) odpowiadających elementom magnetycznym, które przechodzą z jednego stanu do drugiego, pojawiają się 2 impulsy, pierwszy dodatni przy przejściu elementu ze stanu "0" → "1" i drugi ujemny przy przejściu ze stanu "1" → "0". Wykorzystywane są tylko impulsy ujemne, które wzmacniane są w dalszych układach.

W przypadku rozpatrzonej wyżej linii 12-elementowej, przy przyłożeniu na wejście impulsów o częstotliwości powtarzania 96 kHz, otrzymuje się z odczepów linii 12



Rys. 12. Zasada pracy rozdzielczej linii magnetycznej

ciągów impulsów o częstotliwości powtarzania 8 kHz (96:12), odpowiednio przesuniętych jeden względem drugiego.

W modulatorze wielokrotnym linii radiowej UR124 zastosowano dwie 12-elementowe linie magnetyczne, umożliwiające otrzymanie przesuniętych względem siebie 24 ciągów impulsów o częstotliwości powtarzania 8 kHz.

Ciągi te są przykładane na modulatory kanałowe (MK) poprzez komutator impulsowy (KI), z którego dowolny z 24 ciągów impulsów może być przyłożony na dowolny modulator kanałowy. Na wszystkie modulatory, za wyjątkiem modulatora pierwszego kanału, przykładane są równocześnie napięcia modulujące.

Napięcie piłowe o częstotliwości 96 kHz, niezbędne do pracy modulatorów kanałowych, otrzymuje się z napięciem sinusoidalnym o częstotliwości 96 kHz w generatorze napięcia piłowego (GP). Generator ten składa się ze wzmac-

niacza rezonansowego, dwustronnego ogranicznika napięcia sinusoidalnego, wzmacniacza napięcia prostokątnego i stopnia całkującego.

Z wyjścia stopnia całkującego napięcie piłowe przykłada się na wtórnik katodowy, a następnie poprzez transformatory na modulatory kanałowe. Wtórne uzwojenia tych transformatorów są tak połączone, że napięcia wyjściowe są odwrócone w fazie o 180° . Obydwa napięcia doprowadzone są do każdego modulatora kanałowego, gdzie za pomocą przełącznika zostaje wybrane jedno z napięć, w zależności od tego, z której z dwóch rozdzielczych linii magnetycznych (LR) poprzez komutator (KT) przychodzą impulsy o częstotliwości powtarzania 8 kHz na dany modulator kanałowy.

Przesuwnik fazowy (φ_1) jest niezbędny do ustalenia odpowiednich zależności fazowych między napięciem piłowym a impulsami przychodzącymi z magnetycznej linii rozdzielczej.

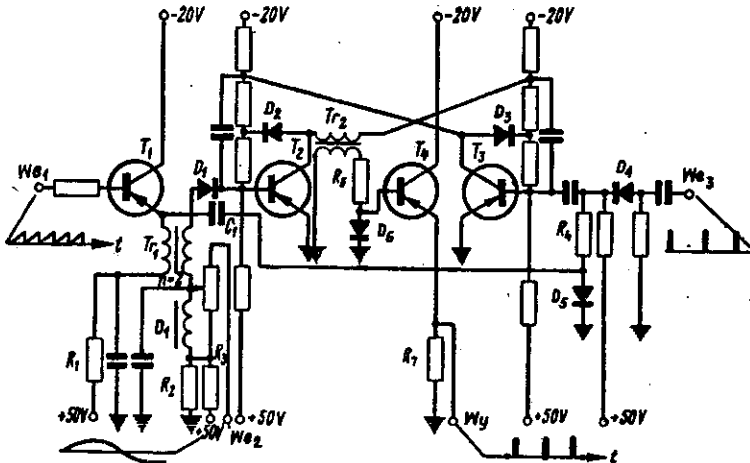
Dla normalnej pracy linii magnetycznej jest rzeczą konieczną, aby po włączeniu napięcia zasilania aparatury pierwszy element magnetyczny znalazł się w położeniu "0". Warunek ten realizuje się przez zastosowanie blokującego generatora (BG), generującego ciąg impulsów o okresie powtarzania ok. 160 μ sek, tj. większym od okresu powtarzania impulsów kanałowych wynoszący 125 μ sek. Włączenie napięcia zasilania aparatury powoduje, że blokujący generator wytwarza impuls, który sprowadza pierwszy element magnetyczny w położenie "0". W następnym okresie jest on synchronizowany impulsami, otrzymywanymi z wyjścia linii

magnetycznej. Tak więc początek i koniec linii magnetycznej jest połączony poprzez bloking-generator.

W modulatorach kanałowych realizuje się modulację położenia impulsów poprzez jednostronną modulację szerokości impulsów.

Modulację szerokości uzyskuje się za pomocą przerzutnika wykonanego na tranzystorach. Przerzutnik wyzwalana się impulsami o częstotliwości powtarzania 8 kHz, doprowadzanymi z rozdzielczej linii magnetycznej, natomiast powrót do położenia wyjściowego następuje za pomocą napięcia piłowego o częstotliwości 96 kHz otrzymywanego z generatora (GNP). Na napięcie to nakłada się sygnał modulujący, w rezultacie czego impuls otrzymany na wyjściu przerzutnika jest modulowany w szerokości. Schemat modulatora kanałowego przedstawiono na rys. 13.

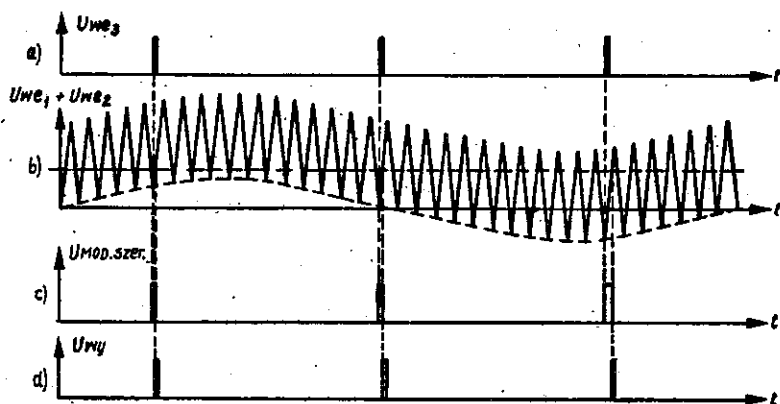
Warunki pracy układu są następujące:



Rys. 13. Modulator kanałowy linii radiowej URE24

Napięcie piłowe o częstotliwości 96 kHz przykłada się na wejście wtórnik emiterowego. Obciążeniem tego wtórnik jest transformator obniżający T_{r1} , dopasowujący wyjście wtórnik do małej oporności wejściowej przerzutnika tranzystorowego. Z wtórnego uzwojenia transformatora T_{r1} napięcie piłowe przechodzi przez diodę D_1 na bazę tranzystora T_2 przerzutnika. Szeregowo z uzwojeniem wtórnym transformatora T_{r1} włączono dławik D_1 , na który przychodzi napięcie modulujące m.cz. Przerzutnik wykonany jest w układzie niesymetrycznym na tranzystorach T_2 i T_3 . Aby wyeliminować nasycanie się tranzystorów, zastosowano przy użyciu diod D_1 , D_2 nieliniowe sprzężenie zwrotne. Na bazę tranzystora T_2 przerzutnika, dla zmniejszenia zależności położenia impulsu wyjściowego od amplitudy napięcia piłowego, przyłożono niewielkie napięcie dodatnie z dzielnika R_2 , R_3 . Impulsy o częstotliwości powtarzania 8 kHz poprzez diodę D_4 przykładane są na bazę tranzystora T_3 przerzutnika. Aby przerzutnik nie zadziałał przy braku napięcia piłowego od napięcia modulującego m.cz., impulsy o częstotliwości powtarzania 8 kHz przykładane są na bazę tranzystora T_3 tylko wtedy, gdy na transformator T_{r1} przyłożone jest napięcie piłowe. Zależność ta zrealizowana jest w następujący sposób. Napięcie piłowe z pierwotnego uzwojenia T_{r1} jest detektowane przez diodę D_5 . Oporność dzielnika R_4 wybrano taką, aby przy przyłożeniu napięcia piłowego dioda D_4 przewodziła, przepuszczając impulsy o częstotliwości powtarzania 8 kHz na bazę tranzystora T_3 przerzutnika. Przy braku napięcia piłowego dioda D_4 jest zatkana napięciem do-

datnim z opornika R_4 i przerywa obwód impulsów o częstotliwości powtarzania 8 kHz. W obwodzie kolektora tranzystora T_2 , w którym wytwarzają się impulsy modulowane w szerokości, włączone jest pierwotne uzwojenie transformatora Tr_2 . Uzwojenie wtórne tego transformatora, łącznie z pojemnościami własną i montażu tworzą obwód oscylacyjny. W celu stłumienia dodatnich połówek drgań włączono diodę D_6 i opornik R_6 .



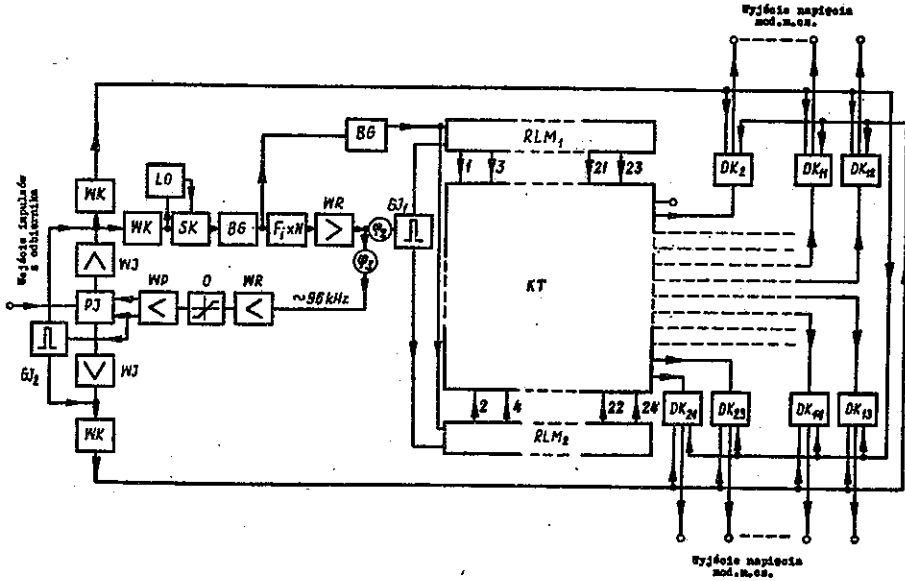
Rys. 14. Oscylogramy przebiegów napięć w modulatorze kanałowym
 a) impulsy o $f_p = 8$ kHz, b) napięcie piłowe o $f = 96$ kHz nakłó-
 żone na napięcie modulujące, c) impulsy modulowane w szeroko-
 kości, d) impulsy wyjściowe modulowane w położeniu

Impulsy ujemne z wtórnego uzwojenia transformatora Tr_2 , modulowane w położeniu, przechodzą na bazę wtórni-
 ka emiterowego zrealizowanego na tranzystorze T_4 . Na o-
 porności obciążenia wtórnika R_7 wytwarzane są impulsy o
 częstotliwości powtarzania 8 kHz modulowane w położeniu.
 Oscylogramy przebiegów napięć obrazujące pracę rozpatrze-
 nego układu przedstawiono na rys. 14.

Impulsy modulowane w położeniu z wyjścia wszystkich, za wyjątkiem pierwszego, modulatorów kanałowych przykładane są na normalizator (N). Impulsy niemodulowane kanału pierwszego podwaja się za pomocą linii opóźniającej (LO), a następnie w postaci impulsu synchronizującego doprowadza się również do normalizatora. W normalizatorze znajdują się: wzmacniacz impulsów, stopień kształtowania impulsów w szerokości, ogranicznik i wtórnik katodowy. Kształtowanie w szerokości realizuje się za pomocą obwodu drgającego. Z wyjścia wtórniaka katodowego impulsy wszystkich kanałów doprowadzone są do nadajnika.

6.3. Demodulator wielokrotny

Uproszczony schemat blokowy demodulatora wielokrotnego przedstawiono na rys. 15. Impulsy z wyjścia odbiornika przykładane są na układ (PI) podziału ciągów impulsów (CP) na 2 grupy: parzystą i nieparzystą. Podział realizuje się za pomocą napięcia prostokątnego ukształtowanego z napięcia sinusoidalnego o częstotliwości 96 kHz. Napięcie to, otrzymywane w układzie synchronizacji, przykładane się poprzez wzmacniacz rezonansowy (WR) na dwustronny ogranicznik (OD). Napięcie prostokątne z wyjścia ogranicznika przechodzi na wzmacniacz parafrazowy (WP), wytwarzający dwa napięcia prostokątne o przeciwnej fazie. Napięcia te przykładane są na siatki trzecie pentod stopnia podziału; na siatki sterujące przychodzą impulsy z odbiornika. Na oporności obciążenia jednej lampy otrzymuje się impulsy kanałów parzystych, a drugiej - nie-

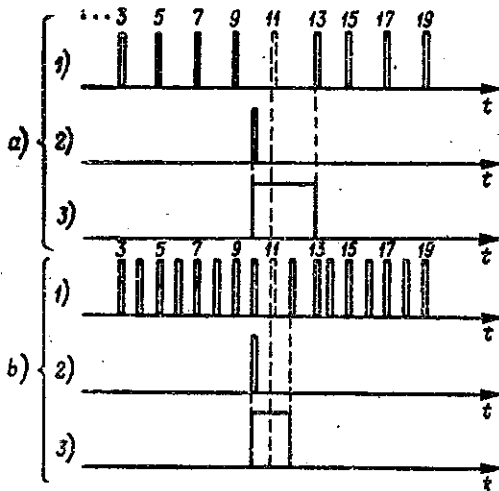


Rys. 15. Uproszczony schemat blokowy demodulatora wielokrotnego linii radiowej URŁ24

parzystych. Aby wykluczyć możliwość wydzielenia danym demodulatorem kanałowym (DK) impulsów drugiego kanału, napięcie o kształcie prostokątnym ze wzmacniacza przykłada się również na generator impulsów (GI_2), służący do wytwarzania 2 ciągów impulsów pomocniczych o częstotliwości 96 kHz. Impulsy te przechodzą na wtórniki katodowe (WK), poprzez które przykładane są na demodulatory kanałowe impulsy ze stopni podziału, wzmacnione we wzmacniaczach impulsów (WI).

Wspomniana możliwość wydzielenia danym demodulatorem kanałowym impulsów drugiego kanału istnieje wtedy, gdy z jakiegoś powodu (np. na skutek uszkodzenia modulatora kanałowego) zniknie impuls danego kanału. Podczas gdy normalnie na wyjściu układu zamiany modulacji demodula-

toru kanałowego przednia krawędź impulsu modulowanego w szerokości powstaje od niemodulowanego ciągu impulsów, a tylna od modulowanego, przy braku impulsu danego kanału pojawiałyby się impulsy z modulacją tylnej krawędzi, impulsami następnymi kanałów. Dla zapobieżenia temu pomocniczy ciąg impulsów sprowadza w tym przypadku przetrzutnik układu zamiany do położenia początkowego (rys.16).



Rys. 16. Usunięcie możliwości wydzielenia drugiego kanału danym demodulatorem kanałowym w przypadku braku impulsu modulowanego danego kanału: a) przy braku impulsów pomocniczych, b) przy obecności impulsów pomocniczych

1 - modulowane impulsy grupy nieparzystej, 2 - impulsy z rozdzielczej linii magnetycznej, 3 - impulsy na wyjściu układu zamiany

Ciągi impulsów zarówno parzystych jak i nieparzystych kanałów przykładane są na każdy demodulator kanałowy. W demodulatorach kanałowych za pomocą przełączników wybierany jest odpowiedni ciąg impulsów w zależności od tego, z której z dwóch rozdzielczych linii magnetycznych (RLM) poprzez komutator (KT) przechodzą impulsy grupy parzystej

lub nieparzystej o częstotliwości powtarzania 8 kHz na dany demodulator kanałowy.

W wyjścia wzmacniacza impulsów kanałów nieparzystych impulsy poprzez wtórnik katodowy przechodzą do układu synchronizacji, składającego się ze stopnia koincydencyjnego (SK) z linią opóźniającą (LO), blokująco-generatora (BG), powielacza ($F_1 XN$) i wzmacniacza rezonansowego (WR). Z wyjścia wtórника katodowego (WK) impulsy kanałów nieparzystych przykładane są na linię opóźniającą (LO), dopasowaną obustronnie. Opóźnienie tej linii równe jest odstępowi między dwoma impulsami synchronizującymi, czyli 1,5 μ sek. Z początku i końca linii impulsy przechodzą odpowiednio na siatkę zerową i sterującą pentody stopnia koincydencyjnego, zatłumionej na obydwu siatkach. W obwodzie anodowym stopnia koincydencyjnego impuls może powstać tylko wtedy, gdy impulsy na siatkach zerowej i sterującej odpowiadają sobie czasowo. Jest to możliwe jedynie dla impulsu synchronizującego. Impulsy o częstotliwości powtarzania 8 kHz na wyjściu stopnia koincydencyjnego (SK) wzmacnia się, normalizuje w szerokości w blokująco-generatorze i doprowadza do powielacza ($F_1 XN$). Przedstawia on sobą wzmacniacz rezonansowy, którego obwód nastrojony jest na częstotliwość 96 kHz. Lampa powielacza jest zatłumiona napięciem ujemnym, przyłożonym na siatkę sterującą. Przychodzące impulsy odtykają ją powodując powstanie w obwodzie oscylacyjnym powielacza tłumionych oscylacji o częstotliwości 96 kHz. W celu zmniejszenia nierównomierności amplitudy napięcie z wyjścia powielacza dodatkowo wzmacnia się we wzmacniaczu rezonansowym (WR).

Otrzymane napięcie sinusoidalne 96 kHz przykłada się po pierwsze - do układu wytwarzania napięcia prostokątnego, niezbędnego do pracy rozpatrzonego wyżej stopnia podziału ciągów impulsów, po drugie - do generatora impulsów (GI_1), wytwarzającego impulsy sterujące pracą rozdzielczej linii magnetycznej.

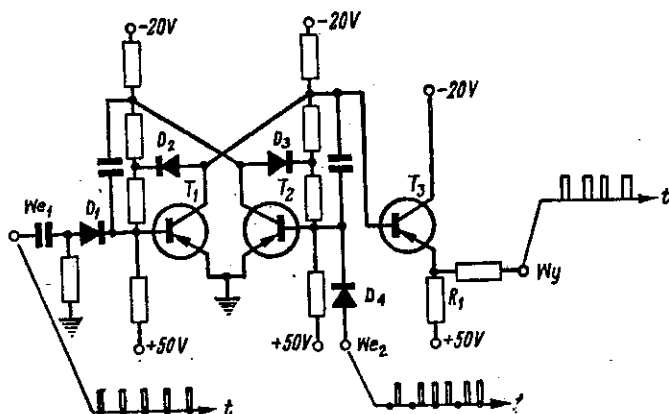
Przesuwniki fazowe (φ_2) i (φ_3) służą do ustalenia niezbędnych zależności fazowych. W odróżnieniu od modulatora wielokrotnego synchronizację pracy linii magnetycznych realizuje się impulsami z układu synchronizacji o częstotliwości powtarzania 8 kHz poprzez bloking-generator (BG).

Generator impulsów (GI_1), rozdzielcze linie magnetyczne i komutator (na rys. 15 dla uproszczenia przedstawiony jako duży kwadrat) są takie same, jak w modulatorze wielokrotnym.

Z komutatora ciągi impulsów o częstotliwości powtarzania 8 kHz przykładane są na demodulatory kanałowe, na które przychodzą również modulowane w położeniu impulsy parzystej lub nieparzystej grupy kanałów.

Demodulator kanałowy składa się z układu zamiany modulacji położenia impulsów na jednostronną modulację szerokości, wykonanego na elementach półprzewodnikowych (rys. 17), filtru małej częstotliwości, służącego do wydzielenia z impulsów modulowanych w szerokości napięcia modulującego m.cz. i wzmacniacza m.cz. wykonanego na tranzystorach. Z wyjścia demodulatora kanałowego napięcie m.cz. przechodzi na zakończenia liniowe (układy rozwidlające).

Schemat układu zamiany modulacióni położenia na modulación szerokości przedstawiono na rys. 17.



Rys. 17. Układ zamiany modulacióni położenia impulsów na jednostronną modulación szerokości

Układ składa się z przerzutnika zrealizowanego na tranzystorach T_1 i T_2 , analogicznego do przerzutnika zastosowanego w modulatorze kanałowym (6.2). Przejście przerzutnika do stanu wyjściowego dokonuje się niemodulowanym ciągiem impulsów o częstotliwości powtarzania 8 kHz, przychodzącym z linii magnetycznej w momencie, poprzedzającym przyjście impulsów modulowanych. Niemodulowany ciąg impulsów przykłada się na bazę T_1 , poprzez diodę D_1 , natomiast modulowany w położeniu ciąg impulsów z wtórnika (WK) - na bazę tranzystora T_2 poprzez diodę D_4 . Ciąg impulsów modulowanych w położeniu powoduje przejście przerzutnika z jednego stanu (wyjściowego) do drugiego. Na wyjściu przerzutnika, tj. na kolektorze T_1 , otrzymuje się impulsy modulowane w szerokości. Impulsy te przykłada się na bazę wtórnika emiterowego,

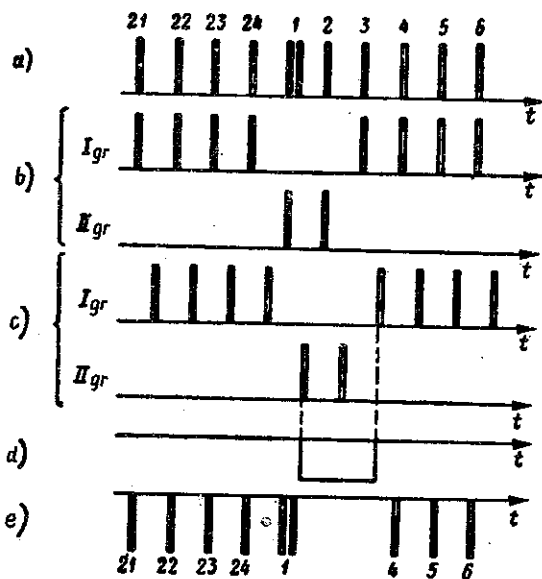
wykonanego na tranzystorze T_3 . Z obciążenia wtórnika R_1 impulsy przechodzą na filtr m.cz.

6.4. Praca aparatury w układzie stacji przeźnikowej odgałęźnej

Jak przedstawiono wyżej (6.1), w stojaku impulsowym stacji przeźnikowej odgałęźnej umieszcza się 12 modulatorów i 12 demodulatorów kanałowych oraz takie same, jak w modulatorze i demodulatorze wielokrotnym układy synchronizacyjne. Przyjmując, że w układzie stacji przeźnikowej odgałęźnej jest odgałęzionych 11 kanałów, otrzymuje się schemat blokowy stacji jak na rys. 18.

Droga sygnałów otrzymywanych z wyjścia odbiornika kierunku "B" jest w tym przypadku taka sama, jak w demodulatorze wielokrotnym, z wyjątkiem tego, że impulsy kanałów grup parzystej i nieparzystej przykłada się tylko na demodulatory kanałowe (u dołu schematu). Napięcie sinusoidalne o częstotliwości 96 kHz niezbędne do pracy generatora piłowego (GNP) doprowadza się nie jak poprzednio z generatora kwarcowego, a z wyjścia rezonansowego wzmacniacza układu synchronizacyjnego. Napięcie piłowe przykłada się tylko na modulatory kanałowe (u góry schematu). Impulsy z wyjścia odbiornika doprowadza się nie tylko do układu podziału impulsów, ale również do stopnia przejściowego (SP), w którym w ciągu impulsów wydziela się impulsy tych kanałów, które na danej stacji są odgałęziane. Napięcie sterujące ("gaszące") dla stopnia przejściowego otrzymuje się za pomocą przerzutnika

impulsu kanałowego, który ma być odgałęziony, lampa zostaje zatkana. Na wyjściu stopnia przejściowego pojawiają się więc tylko impulsy kanałów retransmitowanych, impulsy kanałów odgałęzionych zostają "wygaszane". Impulsy kanałów retransmitowanych poprzez normalizator przechodzą na nadajnik kierunku "A".



Rys. 19. Zasada "wygaszania" impulsów kanałów odgałęzionych

Impulsy kanałów, otrzymane z modulatorów kanałowych stacji odgałęźnej na miejsce impulsów kanałów "wygaszanych" przychodzą również na nadajnik poprzez ten sam normalizator. W większości przypadków w miejsce impulsu kanału odgałęzionego wprowadza się impulsy kanału przesyłanego w przeciwnym kierunku. Z tego względu impulsy o częstotliwości powtarzania 8 kHz przykładają się za pomocą komutatora z jednego i tego samego odczepu linii magnetycznych zarówno na modulator, jak i na demodulator danego kanału. Przesuwniki fazowe (φ_1), (φ_2) słu-

żą do ustalania niezbędnych zależności fazowych. Synchronizacja pracy linii magnetycznych jest zrealizowana tak samo jak w demodulatorze wielokrotnym.

6.5. Przesyłanie sygnałów kanałów szerokopasmowych

W celu przesłania sygnału o większej od sygnału telefonicznego szerokości pasma należy odpowiednio zwiększyć częstotliwość powtarzania. Dla $F_{\max} = 10$ kHz częstotliwość ta powinna wynosić powyżej 20 kHz. Z tego powodu w aparaturze wielokrotnej łączy się impulsy z wyjść 3 kanałów: 4, 12 i 20, otrzymując ciąg impulsów o częstotliwości powtarzania $f_i = 24$ kHz. Ciąg ten po stronie nadawczej doprowadza się do specjalnego szerokopasmowego modulatora kanałowego, którego schemat jest taki sam, jak schemat zwykłego modulatora kanałowego, z tą różnicą, że zawiera on dodatkowo urządzenie dla zmniejszenia składowych o częstotliwości 8 kHz i ciągu impulsów o częstotliwości powtarzania 24 kHz. Składowa pierwsza pojawia się wskutek różnic w amplitudzie impulsów i powoduje pojawienie się na wyjściu kanału napięcia zakłócającego o $f = 8$ kHz. Układ, służący do zmniejszenia składowych o częstotliwości 8 kHz, jest przerzutnikiem wyzwalanym impulsami o częstotliwości powtarzania 8 kHz, a gaszonym impulsami o częstotliwości 96 kHz, przychodzącymi z układu synchronizacji. Impulsy otrzymywane na wyjściu przerzutnika wyodrębnia się za pomocą transformatora różnicowego. W rezultacie otrzymuje się ciąg impulsów o małym poziomie składowych widma o częstotliwości 8 kHz.

Pozostałe warunki pracy kanału szerokopasmowego są analogiczne warunkom pracy zwykłych kanałów telefonicznych.

7. AUTOMATYKA REZERWOWANIA

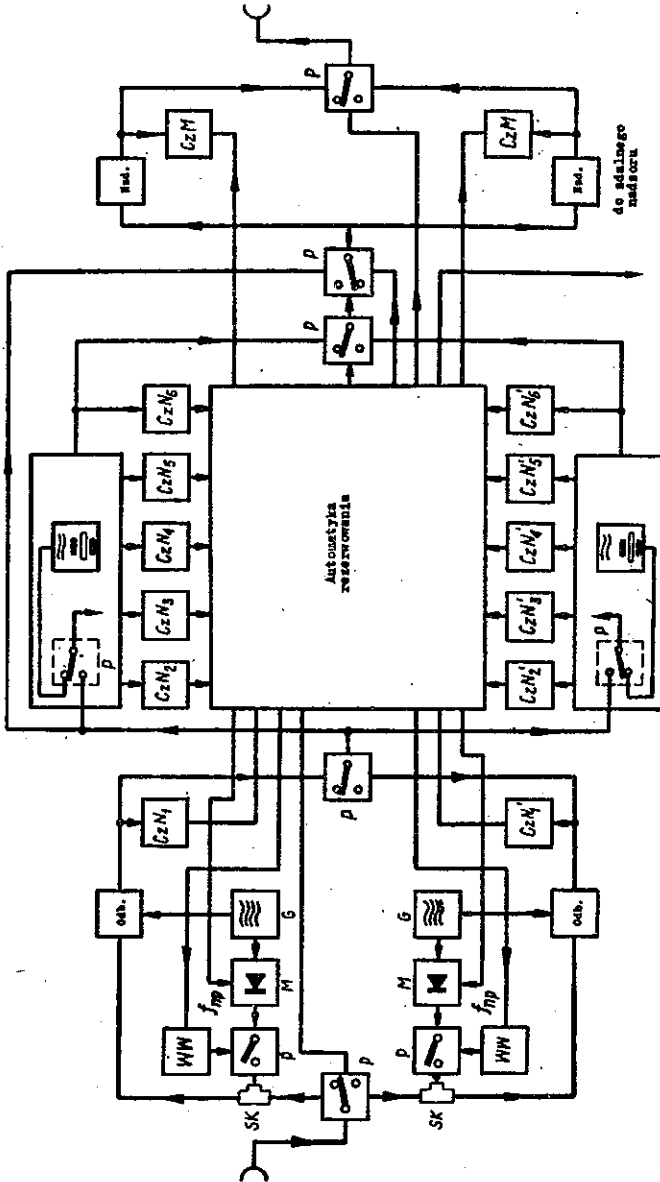
Aparatura UR124 umożliwia pracę stacji, przekaźnikowych bez obsługi dzięki stosowaniu urządzeń automatyki i zdalnego nadzoru. Całą trasę dzieli się na obsługiwane odcinki linii, przy czym na jedną stację obsługującą (kontrolną) może przypadać z jednej i drugiej strony do pięciu stacji nieobsługiwanych. Wszystkie podstawowe elementy, zapewniające łączność na linii (odbiorniki, nadajniki, podstawowe urządzenia zasilające i układy synchronizacji) są rezerwowane; urządzenia rezerwowe znajdują się pod napięciem wynoszącym 30% napięcia anodowego. Automatyczne przełączenie na rezerwę w przypadku uszkodzenia jakiegokolwiek podstawowego elementu jest zrealizowane za pomocą automatyki rezerwowania. Schemat blokowy połączeń aparatury przy automatycznej rezerwie jednego kierunku stacji UR124 pracującej w układzie stacji przekaźnikowej odgałęźnej przedstawiono na rys. 20.

Wszystkie zespoły podlegające rezerwowaniu posiadają w podstawowych obwodach określających ich pracę czujniki (CzN i CzM). Podstawowym czujnikiem w nadajniku jest czujnik mocy nadajnika, natomiast w odbiorniku czujnik sygnału użytecznego na jego wyjściu. Pracę obwodów synchronizacji, sterujących wydzielaniem kanałów, kontroluje 5 czujników. W aparaturze automatycznej rezer-

wy zastosowano układ generatora kontrolnego dla sprawdzenia czy odbiornik uległ uszkodzeniu, czy też brak jest sygnału na jego wejściu na skutek awarii poprzedniej stacji. Generator kontrolny włączony jest automatycznie za pomocą urządzenia rezerwowania po zadziałaniu czujników na wyjściu odbiorników. We wszystkich przypadkach braku sygnału na wejściu odbiornika stacja, w celu zabezpieczenia synchronizacji na sprawnym odcinku linii, automatycznie przełącza się w system pracy stacji końcowej na kierunek łączności, przeciwnie skierowany do tego, z którego nie przyszedł sygnał.

Możliwe jest również zdalne przełączanie na rezerwę, do czego przewidziane jest przekazywanie odpowiednich sygnałów zdalnego nadzoru do automatycznego urządzenia przełączającego urządzenia rezerwy.

W niektórych przypadkach (w warunkach pracy stacji przekaźnikowej przelotowej) nie przewiduje się rezerwowania układów, włączonych między wyjście odbiornika a wejście nadajnika (odnosi się to zwłaszcza do układów kanału służbowego). W tym przypadku urządzenie automatycznego przełączania przy uszkodzeniu tych układów łączy bezpośrednio wyjście odbiornika z wejściem nadajnika (system pracy stacji tranzytowy), a w przypadku braku sygnału na wejściu odbiornika, na wejście nadajnika włącza się awaryjny zastępczy generator impulsów.



Rys. 20. Schemat blokowy urządzeń automatycznego przełączania na rezerwę stacji liniowej radiowej UR224

8. URZĄDZENIA ZDALNEGO NADZORU

W celu wysłania ze stacji bez obsługi do stacji z obsługą sygnałów awarii oraz sygnałów o stanie aparatury na danej stacji, jak również dla przesłania ze stacji z obsługą na stację bez obsługi nieodzownych poleceń, zastosowano urządzenia zdalnego nadzoru. Urządzenia te opierają się na zasadzie synchronicznego biegu wybieraków z automatyczną kontrolą synchronizmu na każdej pozycji. Przesyłanie sygnałów jest zrealizowane za pomocą częstotliwości akustycznych. Wykorzystuje się do tego celu częstotliwości 3000 i 3400 Hz. Przesyła się je w kanale służbowym, przy czym kanał ten dzieli się częstotliwościowo na 2 podzakresy: 300 - 2700 Hz dla rozmów służbowych i 2800 - 3400 Hz dla przesłania sygnałów zdalnego nadzoru. Układ zdalnego nadzoru pracuje w następującej kolejności:

- ze stacji bez obsługi przesyłany jest sygnał awarii, odbierany przez stację z obsługą,

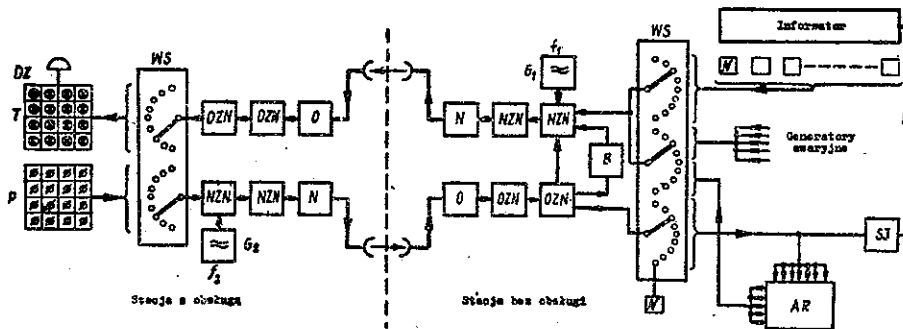
- ze stacji z obsługą wywołuje się stację bez obsługi,

- po odpowiedzi otrzymanej ze stacji bez obsługi przeprowadza się jej badanie, w rezultacie którego stacja ta przesyła sygnał o rodzaju awarii i o ogólnym stanie stacji,

- w przypadku koniecznym przeprowadza się na stacji bez obsługi przełączenie na układy rezerwowe.

Do przesyłania sygnałów o stanie stacji bez obsługi wykorzystuje się specjalny informator w postaci 50-ścieżkowego magnetofonu. Magnetofon ten składa się z bębna z 50 ścieżkami, na których uprzednio zapisano sygnały awarii i informacje o włączeniu urządzeń podstawowych lub rezerwowych, oraz 25 głowic magnetofonowych. Bęben ten za pomocą odpowiedniego urządzenia może być przesuwany po osi na jedną ze ścieżek.

Uproszczony schemat blokowy urządzeń zdalnego nadzoru linii radiowej URŁ24 przedstawiono na rys. 21.



Rys. 21. Uproszczony schemat blokowy zdalnego nadzoru linii radiowej URŁ24

Nadawanie i odbiór sygnałów awarii

Przy awarii na stacji bez obsługi zamyka się styk odpowiedniego czujnika awaryjnego i uruchamia się wybierak skokowy (WS). Przy każdym skoku przesyła się z generatora G_1 w kanale służbowym impuls o częstotliwości f_1 który powoduje uruchomienie wybieraka na stacji z obsługą. Wybierak na stacji bez obsługi pracuje tak długo,

dopóki jego szczotka nie stanie na styku uziemionym. Każda stacja bez obsługi wysyła na linię impulsy, których liczba określona jest numerem porządkowym uziemionego styku. Na stacji z obsługą pod wpływem przyjętych impulsów szczotka wybieraka ustawia się w takim położeniu, jak wybierak na stacji bez obsługi, na której nastąpiło uszkodzenie.

Na tablicy (T) stacji z obsługą zapali się lampka awaryjna, odpowiadająca danej stacji bez obsługi i zadzwoni dzwonek (Dz).

Aby uniknąć zakłócenia pracy układu przy jednoczesnym otrzymaniu sygnałów uszkodzenia z dwóch i więcej stacji, na czas przesyłania sygnałów z jednej stacji wszystkie pozostałe stacje są blokowane. Jest to zrealizowane w ten sposób, że na stacji z obsługą po otrzymaniu pierwszego impulsu sygnału uszkodzenia podłącza się do kanału służbowego generator G_2 o częstotliwości f_2 . Sygnał z tego generatora poprzez odbiornik sygnałów zdalnego nadzoru (OZN) w stacji bez obsługi, oddziałuje na układ (B) blokujący pracę nadajnika sygnałów zdalnego nadzoru.

Wywołanie stacji bez obsługi

W celu wywołania stacji bez obsługi należy na pulpicie sterowania (P) nacisnąć przycisk wywołania żądanej stacji. Wtedy do kanału służbowego wysyłana jest seria impulsów o częstotliwości akustycznej f_2 . Liczba impulsów odpowiada numerowi wzywanej stacji. Wybieraki na

wszystkich stacjach bez obsługi robią tyle skoków, ile jest przesyłanych impulsów. Na wzywanej stacji zadziałają przekaźniki, utrwalające odbiór wywołania. Oprócz tego podłącza się do wybieraka informator, z którego odczytuje się numer podłączonej stacji. Sterowanie informatora następuje przez odpowiednie urządzenie (SI). Numer jest słyszalny w głośniku stacji z obsługą, podłączonym do kanału służbowego. Wybieraki na pozostałych stacjach powracają do położenia wyjściowego.

Badanie stacji bez obsługi

Po odbiorze numeru wzywanej stacji naciska się przycisk zapytania. Wtedy ze stacji z obsługą, z generatora G_2 przesyła się za pomocą kanału służbowego napięcie o częstotliwości f_2 . Napięcie to na stacji wzywanej pobudza układ (OZN), uruchamiający układ nadawczy (NZN). Z kolei ten ostatni układ przesyła w kanale służbowym z generatora G_1 napięcie o częstotliwości f_1 , które odbierane jest na stacji z obsługą przez układ odbiorczy (OZN). Układ odbiorczy po zadziałaniu odłącza od kanału służbowego generator G_2 . Przerwa nadawania napięcia o częstotliwości f_2 powoduje odłączenie generatora G_1 . Wtedy ponownie pojawia się możliwość przesyłania napięcia o częstotliwości f_2 ze stacji z obsługą. W ten sposób realizuje się obustronne przesyłanie impulsów między stacjami z obsługą i bez obsługi.

Na obydwu stacjach w takt impulsów poruszają się szczotki szukaczy. Na pulpicie sterowania znajdują się

przyciski zapytania, włączone w odpowiednie styki szukacza. Jeżeli jeden z przycisków jest naciśnięty, to szukacz dojdzie do styku, odpowiadającego danemu przyciskowi, zatrzyma się i wstrzyma tworzenie się dalszych impulsów. Szukacz stacji wezwanej po dojściu do odpowiedniego styku zatrzyma się i poprzez przekaźnik uruchomi informator. Szukacz stacji z obsługą zatrzyma się w tym położeniu w ciągu 150 - 200 msek, po czym wróci do położenia wyjściowego, a szukacz stacji bez obsługi ruchem swobodnym kontroluje wyjście od czujników awaryjnych, ustalających stan poszczególnych bloków aparatury. Szukacz zatrzymuje się na stykach, gdzie podłączone są czujniki awaryjne; włącza się informator, który przesyła przyczynę sygnału awaryjnego.

Awaryjne przełączenia urządzeń

Dla wykonania awaryjnego przełączenia urządzeń wywołuje się najpierw daną stację bez obsługi. Po otrzymaniu sygnału potwierdzającego odbiór wywołania naciska się na pulpicie sterowania odpowiedni przycisk. Realizuje się wtedy omówione wyżej przesyłanie impulsów w 2 kierunkach, w rezultacie działania których uruchamia się na stacji bez obsługi przekaźnik przełączający, a dla potwierdzenia spełnienia polecenia automatycznie włącza się informator.

Urządzenia zdalnego nadzoru na wszystkich stacjach bez obsługi stale podłączone są do kanału służbowego. Urządzenia te gotowe są do przyjęcia w dowolnej chwili sygnałów zdalnych poleceń.

9. ZAKOŃCZENIA LINIOWE MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Stojak zakończeń liniowych m.cz. wchodzi w skład stacji końcowych i przekaźnikowych odgałęźnych. Stojak ten składa się z następujących urządzeń:

- 23 bloków telefonicznych zakończeń kanałowych,
- 1 bloku łączności służbowej,
- 2 bloków generatorów zewu akustycznego (podstawowego i rezerwowego),
- 1 bloku pomiarowego m.cz.

W skład wyposażenia stojaka m.cz. wchodzi poza tym: 4 bloki łączności dyspozytorskiej i 4 bloki puste. Zakończenia liniowe m.cz. umożliwiają realizację: łączności dalekosiężnej międzymiastowej, dyspozytorskiej oraz łączności służbowej i przesyłanie sygnałów zdalnego nadzoru i automatyki. W tym celu stosuje się 3 typowe układy kanałowych zakończeń liniowych. Układy te są umieszczone w konstrukcyjnie identycznych blokach, przez co możliwe jest wykorzystanie dowolnego kanału do realizacji dowolnego z przedstawionych wyżej rodzajów łączności.

Łączność międzymiastową realizuje się za pomocą telefonicznych bloków zakończeń kanałowych, łączność dyspozytorską i służbową odpowiednio za pomocą bloków łączności dyspozytorskiej i służbowej.

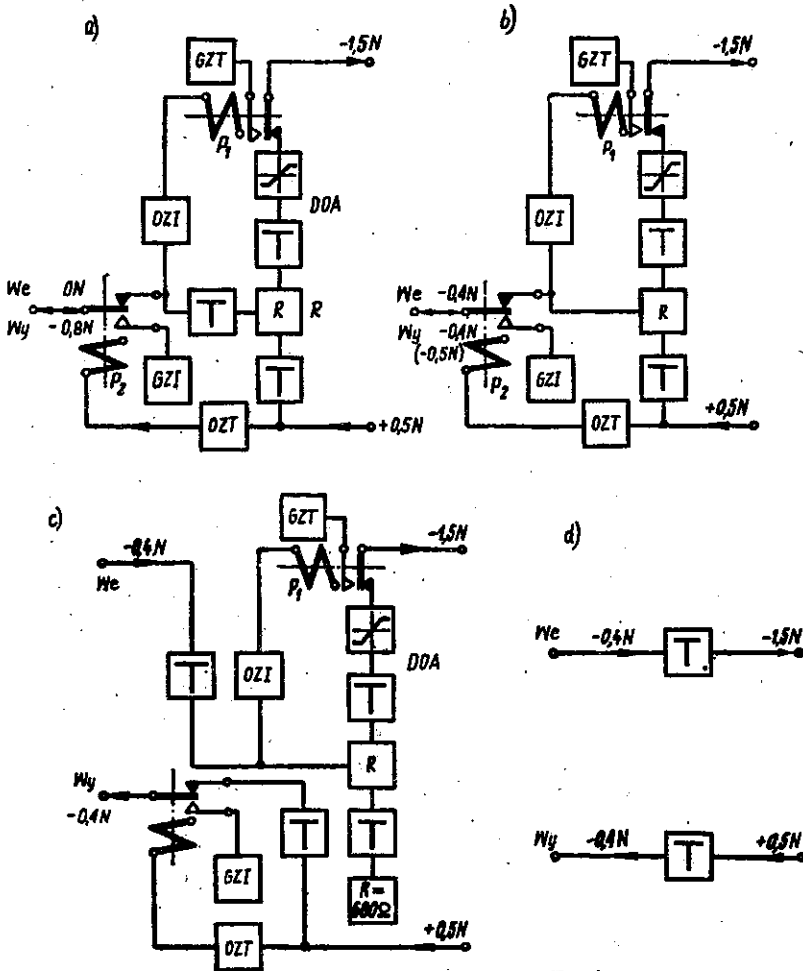
Generatory zewu akustycznego umieszczone są w 2 oddzielnych wymiennych blokach.

Na stacjach przekaźnikowych odgałęźnych bez obsługi i na stacjach końcowych znajduje się po jednym bloku łączności służbowej, natomiast na stacjach przekaźnikowych odgałęźnych z obsługą po dwa bloki.

Na stacjach przekaźnikowych odgałęźnych z możliwością wydzielenia kanałów wykorzystuje się stojak zakończeń liniowych m.cz. do łączności w obu kierunkach. Wtedy istnieje możliwość realizacji w każdym kierunku po 11 kanałów roboczych i 1 służbowego.

Stojak zakończeń liniowych m.cz. łączy się kablami, zakończonymi 30-kontaktowymi wtyczkami, ze stojakiem aparatury wielokrotnej impulsowej, stojakiem automatyki i aparaturą centrali telefonicznej. Blok kanałowego zakończenia m.cz. jest wydzielony konstrukcyjnie i połączony jest z układem stojaka m.cz. za pomocą 30-kontaktowej wtyczki.

Zakończenia kanałowe m.cz. mogą pracować w 6 różnych układach. Zamianę jednego układu na drugi realizuje się za pomocą specjalnego przełącznika i gniazd ze zwieraczami. Zastosowanie gniazd i zwieraczy daje następujące możliwości: rozłączenie doprowadzeń do zakończenia kanałowego w układzie jedno- lub dwutorowym dla przeprowadzenia kontroli pracy kanału oddzielnie w kierunku linii i stacji; równoległe podłączenie się w układzie jedno- lub dwutorowym dla prowadzenia rozmów i kontroli pracy kanału; badanie kanałowych układów zewowych; zamiana jednego kanału przez drugi; zamiana jednego zakończenia kanałowego m.cz. przez drugie.



Rys. 22. Schemat blokowy zakończenia m.c.s. w różnych układach pracy: a) układ jednotorowy kodcowy, b) układ jednotorowy bez tłumika, c) układ dwutorowy z transiacją sewu induktorowe, d) układ dwutorowy z retranslacją sewu tonowego

OZI - odbiornik sewu tonowego; GZT - generator sewu tonowego, GZI - generator sewu induktorowe, DDA - dwustronny ogranicznik amplitudy, T - tłumik, OZI - odbiornik sewu induktorowe

Sygnały zewowe przesyła się za pomocą generatora zewu akustycznego o częstotliwości 2100 Hz, pozwalającego na jednoczesne przesyłanie sygnału zewowego w 24 kanałach.

W bloku pomiarów znajdują się: generator normalny, wskaźnik poziomu, układ rozmówno-zewowy i dwa bloki zasilania. Generator i wskaźnik poziomu służą do ustawiania poziomów oraz do regulacji modulatorów i demodulatorów kanałowych. Urządzenie rozmówno-zewowe umożliwia kontrolę pracy poszczególnych kanałów. Bloki zasilania (podstawowy i rezerwowy) zapewniają zasilanie wszystkich układów stojaka m.c.z. napięciem stałym o wartości 24 V i zmiennym 50 Hz - 80 V dla przesyłania zewu induktorowego.

Blok łączności dyspozytorskiej umożliwia: podłączenie aparatu telefonicznego dyspozytora w układzie jednotorowym lub w układzie dwutorowym; równoległe podłączenie aparatu telefonicznego abonenta stacji przekaznikowej do kanału telefonicznego aparatury linii radiowej; nasłuch przez abonentów rozmów prowadzonych w kanale zanim sami nie wezmą udziału w rozmowie, ustalenie właściwych oporności i poziomów nadawania. Blok łączności dyspozytorskiej jest konstrukcyjnie tak wykonany, że można go umieścić zamiast dowolnego kanału linii. Do realizacji rozmów w kanale służbowym wykorzystuje się układ rozmówny umieszczony na stojaku m.c.z., który łączy się z blokiem łączności służbowej za pomocą sznurka.

