1961 INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI WARSZAWA – MIĘDZYSZYN Nr 2 (2)

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI

ROK 1 WARSZAWA 1961 NR 2

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Ośrodek Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Adres Redakcji:

Instytut Łączności
Ośrodek
Informacji Techniczno-Ekonomicznej
Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

Na prawach rękopisu - do użytku służbowego

Dział Wydawniczy OKW Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 350. Druk ukończono
w styczniu 1962 r

PRZEGLĄD

ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI

L i n i e r a d i o w e

SPIS TREŚCI

621.396.43

METODY POŁĄCZEŃ STOSOWANE NA STACJACH PRZEKAŹNIKOWYCH LINII RADIOWYCH[1/]

A. Egger pt.: "Durchschalteverfahren in Richtfunk-Relaisstationen" - Rundfunktechnische Mitteilungen Nr 2/1960, str.80-84

WSTĘP

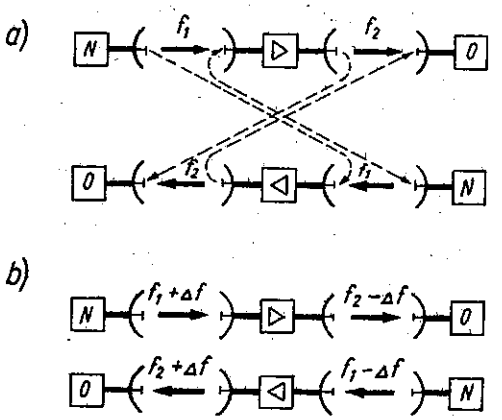
Maksymalna odległość między dwoma stacjami linii radiowej, zakładając rozchodzenie się fal w wolnej przestrzeni, zależy od wielu czynników, takich jak: moc nadajnika, czułość odbiornika, częstotliwość pracy, zyski anten, rodzaj modulacji fali nośnej itp. Na ogół przyjmuje się do obliczeń długich tras, że średni odstęp między dwoma kolejnymi stacjami przekaźnikowymi nie przekracza 50 km. Każda stacja przekaźnikowa ma za zadanie odebrać przychodzący sygnał, wzmocnić go do odpowiedniego poziomu i wypromieniować dalej w kierunku następnej stacji na trasie linii radiowej. Ponieważ warunki rozchodzenia się fal w obszarze między sąsiednimi stacjami mogą ulegać i najczęściej ulegają okresowym większym lub mniejszym zmianom - co pociąga za sobą zmiany poziomu odbieranego sygnału - a moc promieniowania nadajnika jest stała - przeto stacje przekaźnikowe muszą

[1/] Na podstawie oryginału opracował J. Zygierewicz

być wyposażone w urządzenie automatycznej regulacji wzmocnienia.

Ze względu na szkodliwe oddziaływanie nadajnika na odbiornik jak najbardziej celowe jest wprowadzenie na danej stacji przekaźnikowej różnych częstotliwości fal nośnych dla sygnału odbieranego i wypromieniowywanego przez stacje. Z tego wynika konieczność zastosowania dla linii radiowej, składającej się z pewnej ilości odcinków, odpowiednio dużej ilości roboczych fal nośnych. Ze względów eksploatacyjnych natomiast należy dążyć do tego, aby ilość fal nośnych była możliwie jak najmniejsza.

W przypadku linii radiowej składającej się z dwóch stacji końcowych i stacji przekaźnikowych można teoretycznie zadowolić się użyciem tylko dwóch fal nośnych, jak to pokazano na rys.1/a/. Nadajnik i odbiornik, znaj-



Rys.1. Linie radiowe z dwoma częstotliwościami nośnymi:
a/ częstotliwości nośne stałe,
b/ częstotliwości nośne posiadające stały odstęp

dujące się na stacji końcowej, pracują zawsze na różnych częstotliwościach. Na stacji przekaźnikowej jednak oba odbiorniki i oba nadajniki muszą pracować na wspólnej częstotliwości. Jest to praktycznie niedopuszczalne, bo ze względu na sprzężenia wzajemne i niedoskonałą charakterystykę kierunkową anten, zawsze występowałyby wzajemne szkodliwe oddziaływania transmisji w jednym z kierunków, na transmisję z kierunków przeciwnych. Przy n stacjach przekaźnikowych dawałoby to w efekcie ilość wzajemnych, sumujących się źródeł zakłóceń, równą 2 n. W praktyce należy więc przyjąć, że obie częstotliwości nośne muszą się dodatkowo różnić od siebie pewnym stałym odstępem częstotliwości Δf, jak to pokazano na rys. 1/b/.

Jak wiadomo zalecenia międzynarodowe zupełnie ściśle określają jakość transmisji, jaką muszą zapewnić linie radiowe w ruchu dalekosiężnym /na końcu odcinka o długości 2500 km/. Ażeby na końcu takiej linii uzyskać narzucony stosunek sygnału do szumów, należy do minimum ograniczyć wielkość szumów i zakłóceń, wprowadzonych do sygnału użytecznego przez każdą stację przekaźnikową. Otóż wielkość szumów wnoszonych przez stacje przekaźnikowe w dużym stopniu zależy od metod połączeń urządzeń odbiorczych z nadawczymi, stosowanych na tych stacjach.

1. METODY POŁĄCZEŃ

Niżej podane rozważania dotyczą jedynie systemów linii radiowych, pracujących z modulacją częstotliwości. To ograniczenie wprowadzone jest dlatego, że obecnie więk-

szość linii radiowych pracuje z tego rodzaju modulacją oraz że pewne rodzaje połączeń są możliwe tylko przy modulacji częstotliwości.

Linie radiowe są wykorzystywane do transmisji szerokich pasm sygnałów telewizyjnych, telefonii wielokrotnej, obrazów radarowych, sygnałów sterowania zdalnego itp. Ogólnie mówimy, że fala nośna nadajnika jest modulowana przez częstotliwości sygnału pasma podstawowego. W odbiorniku heterodynowym zachodzi na wstępie przemiana częstotliwości fali nośnej na częstotliwość pośrednią. Po odpowiednim wzmocnieniu sygnału częstotliwości następuje demodulacja do częstotliwości pasma podstawowego. W procesie transmisji biorą więc zasadniczo udział trzy częstotliwości, leżące w różnych zakresach: częstotliwość pasma podstawowego/cz.p.p./ częstotliwość pośrednia/cz.p./ i promieniowana częstotliwość nośna w.cz. Połączenie nadajnika z odbiornikiem na stacji przekaźnikowej linii może mieć miejsce na jednej z trzech wymienionych częstotliwości. Wady i zalety poszczególnych metod połączeń zostaną omówione kolejno na podstawie schematów blokowych.

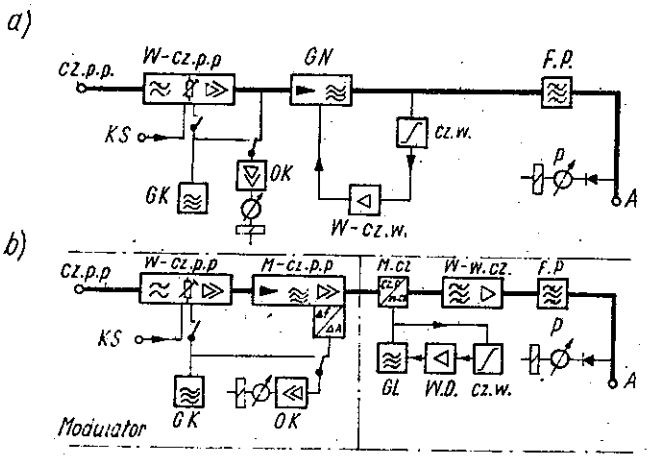
1.1. Połączenia na paśmie podstawowym

W przypadku połączenia wyjścia odbiornika z wejściem nadajnika na pasmie podstawowym, na stacji przekaźnikowej następuje demodulacja odbieranego sygnału do częstotliwości pasma podstawowego.

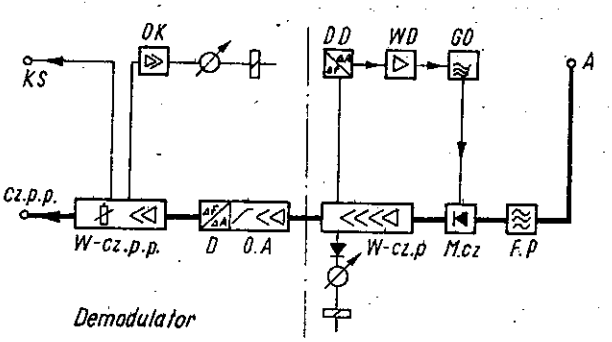
Do zrealizowania takiego połączenia konieczne są odpowiednio ustalone i znormalizowane poziomy wyjściowe i

wejściowe na częstotliwościach pasma podstawowego.

Sposób dokonywania połączeń wyjścia odbiornika z wejściem nadajnika przedstawiają rys. 2 i rys. 3.



Rys. 2. Nadajnik przy przełączeniu na paśmie podstawowym
a/ przy modulacji bezpośredniej
b/ przy modulacji na częstotliwości pośredniej



Rys. 3. Odbiornik przy połączeniu na paśmie podstawowym

Istnieją dwie zasadnicze metody dokonywania połączeń na pasmie podstawowym w zależności od sposobu modulacji częstotliwości fali nośnej nadajnika.

Przy modulacji bezpośredniej sygnał pasma podstawowego, po odpowiednim wzmocnieniu we wzmacniaczu szerokopasmowym/W.cz.p.p./ moduluje częstotliwościowo drgania generatora nadajnika/GN//najczęściej klistronu/,pracującego na częstotliwości nadawanej fali nośnej. Utrzymanie stałości częstotliwości fali nośnej umożliwia układ porównania z odpowiednią częstotliwością wzorcową o dużej stałości cz.w. Może to być np. układ aktywny w postaci wyższej harmonicznej częstotliwości kwarcu lub też układ pasywny zrealizowany na obwodzie rezonansowym o bardzo dużej dobroci i stabilności. W przypadku rozstrojenia następuje automatycznie przestrojenie generatora nadajnika przy pomocy układu wzmacniacza/W.cz.w./

Przy modulacji pośredniej odpowiednio wzmocnione sygnały pasma podstawowego modulują częstotliwościowo generator samowzbudny, pracujący na częstotliwości pośredniej. Częstotliwości promieniowanej fali nośnej uzyskuje się za pomocą układu przemiany częstotliwości/M.cz./,przy czym następuje zdudnienie częstotliwości pośredniej z częstotliwością generatora lokalnego/GL/. Otrzymane na wyjściu napięcie o częstotliwości fali nośnej po odpowiednim wzmocnieniu we wzmacniaczu w.cz./W.w.cz./ zostaje doprowadzone do anteny poprzez filtr pasmowy/FP/.

Wadą powyższej metody jest to, że pożądaną stałość częstotliwości fali promieniowanej można uzyskać tylko

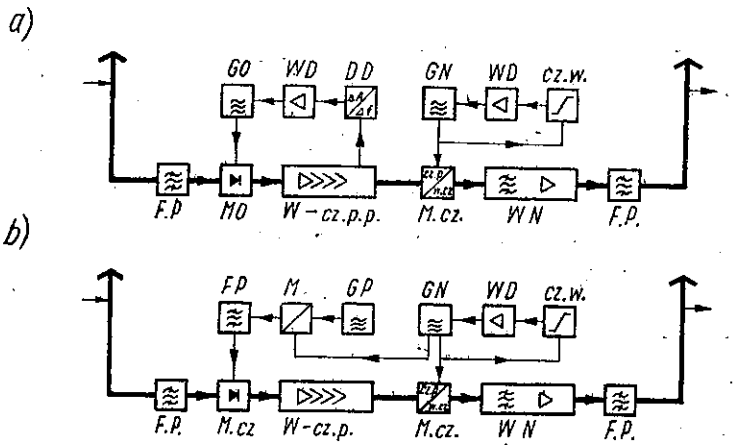
przez zapewnienie odpowiedniej stałości obu częstotliwości pomocniczych. Poza tym jest ona niewątpliwie droższa od metody modulacji bezpośredniej i z tego względu rzadko stosowana w przypadku, gdy połączenia na stacji przekaźnikowej są dokonywane na częstotliwości pasma podstawowego.

Zasadniczą zaletą tej metody jest to, że modulacja częstotliwościowa odbywa się stale na tej samej częstotliwości pośredniej na całej trasie linii radiowej. Z tego względu układ modulatora jest identyczny dla wszystkich stacji, niezależnie od częstotliwości fali nośnej nadajnika, dzięki czemu można zapewnić stałość parametrów modulacji w poszczególnych urządzeniach oraz używać do pomiarów liniowości modulacji te same typy przyrządów pomiarowych.

Odebrana przez odbiornik fala nośna ulega na wstępie w układzie przemiany częstotliwości/M.cz/ /rys. 3/ zmieszaniu z sygnałem generatora lokalnego/GO/; wzmocnienie sygnału następuje dopiero na częstotliwości pośredniej. Po przejściu przez ogranicznik amplitudy/OA/ sygnał pośredniej częstotliwości zostaje doprowadzony do dyskryminatora/D/, przy czym uzyskuje się demodulację do częstotliwości pasma podstawowego. Automatyczny układ strojenia oscylatora lokalnego, pracujący na dyskryminatorze /DD/ i wzmacniaczu/W-D/ zapewnia stałość częstotliwości pośredniej.

1.2. Układy połączeń na częstotliwości pośredniej

Układy połączeń na częstotliwości pośredniej mogą być stosowane tylko wówczas, gdy w nadajniku i odbiorniku /pracującym w układzie z rys. 2/b// są te same częstotliwości pośrednie. Schemat układu połączeń przedstawia rys. 4/a/. Wyraźną wadą tego systemu jest, że wszelkie wahania



Rys. 4. Układ stacji przekaźnikowej przy stosowaniu połączeń na częstotliwości pośredniej:
a/ oddzielne generatory lokalne
b/ częstotliwości pomocnicze uzyskiwane drogą przemiany ze wspólnego generatory lokalnego

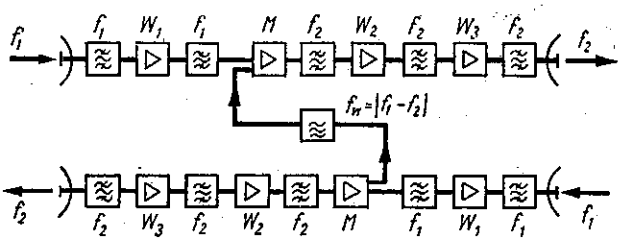
częstotliwości pośredniej mają bezpośredni wpływ na stałość częstotliwości nośnej nadajnika. Zjawiska tego można uniknąć wówczas, gdy obie częstotliwości generatorów lokalnych w nadajniku i odbiorniku będą z sobą zsynchronizowane. Zazwyczaj są one uzyskiwane ze wspólnego generatora metodą przemiany częstotliwości, jak pokazano na rys.4/b/. Jeżeli w takim przypadku ustali się ponadto, że

obie częstotliwości pomocnicze leżą równocześnie powyżej lub poniżej częstotliwości pracy nadajnika i odbiornika, to wtedy np. częstotliwość pomocniczą dla nadajnika f_n można uzyskać wprost z częstotliwości pomocniczej odbiornika f_o za pomocą generatora pomocniczego/GP/o częstotliwości f_v. Otrzymuje się wówczas $f_n = f_o \pm f_v$. Za pomocą układu kwarcowego można zapewnić dostateczną stałość częstotliwości f_v, wówczas w praktyce dokładność i stałość częstotliwości fali nośnej promieniowanej przez nadajnik są uzależnione jedynie od analogicznych parametrów fali nośnej odbieranej przez odbiornik.

1.3. Bezpośrednie wzmocnienie w.cz.

Teoretycznie najprostsza i najkorzystniejsza jest metoda bezpośredniego wzmacniania częstotliwości nośnej, bez konieczności stosowania na stacji przekaźnikowej przejściowej demodulacji do częstotliwości pośredniej lub pasma podstawowego. Jednakże praktycznie było to przez długi czas niewykonalne ze względu na zakresy fal decymetrowych stosowane w liniach radiowych. Dopiero opracowanie lamp o fali bieżącej, o małym poziomie szumów i dość znacznym wzmocnieniu, pozwoliło na pierwsze próby w tym kierunku. Odpowiednie układy przejściowe pozwalają przy tym na równoczesną zmianę częstotliwości fali nośnej na stacji przekaźnikowej. Przykładowy układ tego rodzaju jest przedstawiony na rys. 5. Przychodząca fala nośna o częstotliwości f_1 zostaje najpierw wzmocniona we wprowadzającym małe szumy wzmacniaczu/W_1/. Z kolei częstotli-

wość ta ulega przemianie na częstotliwość f_2 w stopniu przemiany M, przy czym częstotliwość pomocnicza f_v jest wytworzona w generatorze lokalnym, wspólnym dla obu kierunków transmisji. W stopniu przemiany stosuje się również lampę z falą bieżącą, co pozwala na równoczesne wzmoc-



Rys. 5. Bezpośrednie wzmocnienie w.cz. przy równoczesnej zmianie częstotliwości nośnej

nienie przesuniętej w częstotliwości fali nośnej. Odpowiednie wzmocnienie fal nośnych obu kierunków następuje w stopniach mocy W_2 i W_3. Dla uniknięcia samowzbudzenia się układu i szkodliwego oddziaływania na siebie nadajników i odbiorników obu kierunków na wejściu kabli antenowych włączone są filtry pasmowe.

2. WPŁYW METODY POŁĄCZENIA NA JAKOŚĆ TRANSMISJI LINII RADIOWEJ

Omówione wyżej metody połączeń mają rozmaity, często różny wpływ na jakość transmisji linii radiowej. W szczególności metoda połączeń wywiera bezpośredni wpływ na wprowadzane przez stacje przekaźnikowe szumy i zakłócenia, wypadkową charakterystykę transmisji pasma podsta-

wowego oraz stałość częstotliwości nośnych, promieniowanych przez nadajniki poszczególnych stacji.

2.1. Szumy spowodowane przez stację przekaźnikową

Jak ogólnie wiadomo, jakość połączenia będzie tym wyższa, im większy będzie stosunek sygnału do szumów na końcu linii, czyli im mniejsza będzie wielkość szumów wprowadzanych przez poszczególne stacje przekaźnikowe. Jako składniki wnoszonego szumu można wymienić: szumy termiczne na wejściu odbiornika, przesłuchy spowodowane nieliniowością charakterystyk, szumy własne aparatury oraz przydźwięk sieci.

Szumy termiczne spowodowane przez odbiornik są identyczne przy stosowaniu połączenia na częstotliwości pasma podstawowego jak i częstotliwości pośredniej. W przypadku połączenia bezpośredniego, dzięki zastosowaniu zamiast diody mieszającej lampy o fali bieżącej, ten rodzaj szumów daje się utrzymać na nieco niższym poziomie.

Jeszcze większy jest wpływ metody połączenia na wartość przesłuchów wywołanych nieliniowością charakterystyk. Odnosi się to głównie do nieliniowości charakterystyk modulacji i demodulacji oraz nieliniowej charakterystyki fazowej filtrów i obwodów rezonansowych w.cz. Statyczne zniekształcenia wywołane nieliniowością w obwodach modulatora powodują powstawanie szumów, które nakładają się na pasmo podstawowe w ten sposób, że maleją ze wzrostem częstotliwości w pasmie. Wręcz przeciwny jest natomiast wpływ zniekształceń dynamicznych wprowadzonych

na skutek nieliniowości charakterystyk fazowych obwodów w.cz., które na ogół rosną ze wzrostem częstotliwości w pasmie.

Szumy wywołane zniekształceniami statycznymi są praktycznie biorąc bardzo trudne do uniknięcia i są tym szkodliwsze, im szersze jest przesyłane pasmo. Z tego względu należałoby unikać w miarę możliwości stosowania na stacji przekaźnikowej połączeń na pasmie podstawowym. Jednakże ta metoda połączenia znajduje mimo wszystko szerokie zastosowanie, ponieważ coraz częściej stosuje się zasadę bezpośredniej modulacji w.cz. nadajnika ze względu na jej prostotę, zwłaszcza gdy w grę wchodzi przenoszenie stosunkowo wąskich pasm.

Przy obecnym stanie techniki można przyjąć, że stosowanie połączeń na pasmie podstawowym dopuszczalne jest przy średnich szerokościach tego pasma, rzędu pasma potrzebnego na przeniesienie 120 kanałów telefonicznych. Warunki graniczne na stosunek sygnału do szumów są wówczas utrzymane nawet na dłuższych trasach linii. Przy szerszych pasmach występują na razie trudności, ale należy przewidywać, że przy opracowaniu odpowiedniego typu lamp nadawczych i to da się z czasem zrealizować.

Zniekształcenia dynamiczne są już niezależne od stosowanej metody połączeń. Można je w znacznej mierze usunąć przez stosowanie w obwodach wielkiej lub pośredniej częstotliwości odpowiednich fazowych układów kompensacyjnych.

Dalsze wymienione źródła szumów, jak szumy własne aparatury oraz przydźwięk sieci, występują na ogół najbar-

dziej w obwodach modulatora i demodulatora, dlatego stosowanie połączeń na częstotliwości pasma podstawowego jest raczej niepożądane.

2.2. Wpływ metody połączenia na stałość poziomu oraz charakterystykę przenoszenia pasma podstawowego

Otrzymany na wyjściu demodulatora stacji końcowej poziom napięcia częstotliwości pasma podstawowego jest proporcjonalny do dewiacji. Skutkiem tego wszelkie zmiany wielkości dewiacji występujące w poszczególnych częściach urządzeń stacji objawiają się zmianą poziomu przenoszonego pasma. W przypadku stosowania na stacji przekaźnikowej połączenia na częstotliwości pasma podstawowego, zmiany te są przede wszystkim powodowane zmianami wzmocnienia wzmacniaczy oraz zmianą nachylenia lamp w obwodach modulatora i demodulatora. Wszelkie zniekształcenia charakterystyk transmisyjnych spowodowane przez powyższe układy uwidaczniają się bezpośrednio na poziomach otrzymanych na stacji końcowej.

Jednakże pewien wpływ na charakterystykę transmisyjną pasma podstawowego ma również i sam układ wielkiej częstotliwości. Występuje to przede wszystkim wtedy, gdy moc wyjściowa nadajnika zmienia się w takt zmian częstotliwości fali nośnej spowodowanych modulacją. Zmienia się wówczas stosunek amplitudy wstęg bocznych do amplitudy fali nośnej, co odpowiada zmianie wielkości dewiacji. I tak np. zmniejszenie amplitudy wstęg bocznych powoduje zwiększenie tłumienia górnych częstotliwości prze-

noszonego pasma, a zwiększenie amplitudy tych wstęg objawi się zwiększonym tłumieniem dolnych częstotliwości pasma.

Ten typ zniekształceń wywołanych nierównomierną charakterystyką transmisyjną obwodów w.cz. jest jednakowy, niezależny od metody połączeń stosowanej na stacji przekaźnikowej. Biorąc więc pod uwagę wszystkie wymienione wyżej czynniki, stosowanie połączenia na pasmie podstawowym należy uważać w dalszym ciągu za najmniej pożądane z punktu widzenia charakterystyki transmisyjnej pasma podstawowego. To samo można powiedzieć o stałości poziomu tego pasma w czasie.

2.3. Zależność stałości częstotliwości fali nośnej od stosowanej metody połączeń

Przy stosowaniu połączeń na częstotliwości pasma podstawowego częstotliwości pracy nadajnika i odbiornika na każdej stacji przekaźnikowej są od siebie niezależne. Stałość częstotliwości na wszystkich odcinkach linii jest przeto jednakowa.

W przypadku natomiast pozostałych dwóch metod połączeń częstotliwość nadajnika zostaje przesunięta o pewną stałą wartość w stosunku do częstotliwości odbieranej. Tak więc na stałość częstotliwości promieniowanej przez nadajnik ma wpływ nie tylko stałość częstotliwości odbieranej, ale i stałość częstotliwości f_v generatora pomocniczego. Z tego względu stałość częstotliwości f_v decyduje głównie o stałości częstotliwości nadajnika i mu-

si być tym większa, im z większej ilości odcinków składa się dana linia.

3. WPŁYW METODY POŁĄCZEŃ NA EKSPLOATACJĘ URZĄDZEŃ

Najbardziej korzystna-z punktu widzenia eksploatacji-metoda zależy od zadań, jakie ma spełniać dana stacja przekaźnikowa. Trzeba tu wziąć pod uwagę takie czynniki, jak ewentualne odgałęzienie stosowane na danej stacji, system rozwiązania kanału służbowego dla porozumiewania się obsługi stacji, stosowane układy kontroli oraz automatyczne włączanie urządzeń rezerwowych.

3.1. Odgałęzienie stosowane na stacji przekaźnikowej

Zasadniczym zadaniem linii radiowej jest przeniesienie z jednego punktu do drugiego sygnałów w postaci pewnego pasma odpowiadającego określonej ilości kanałów telefonicznych. Nie oznacza to jednak, żeby w pewnych przypadkach nie było celowe odgałęzienie na stacji przekaźnikowej pewnej ilości kanałów i przesłanie ich dalej inną drogą, ewentualnie w przypadku nie zajęcia całego pasma podstawowego - doprowadzanie do danej stacji pewnej ilości kanałów telefonicznych i przesyłanie ich dalej wspólnym torem transmisji. Zasadniczo może to mieć miejsce we wszystkich trzech zakresach częstotliwości, z tą jednak różnicą, że w przypadku stosowania na stacji przekaźnikowej połączenia na pasmie podstawowym można stosować metody odgałęziania i dołączania właściwe dla

systemów kablowych telefonii nośnej /podział kanałów na odpowiednie grupy i podgrupy/, podczas gdy przy innych metodach połączeń zasadniczy, przesyłany sygnał modulacyjny nie może ulec zmianie na całej trasie linii. W przypadku przesyłania sygnałów telewizyjnych nie stanowi to jednak żadnej przeszkody i właśnie w tym przypadku ze względu na częstą wymianę programu szczególnie pożądana jest duża ilość stacji rozgałęźnych. Bardziej dogodna wydaje się przy tym metoda stosowania połączenia na częstotliwości pośredniej, ponieważ w tym przypadku nie istnieje trudność z przełączeniem odbiornika na dowolny nadajnik. Przy zastosowaniu metody grupowego łączenia kanałów telewizyjnych jest możliwe połączenie wyjścia odbiornika z wejściem wielu nadajników i odwrotnie. Ułatwi to w bardzo krótkim czasie przełącznik elektronowy. W przypadku natomiast bezpośredniego wzmocnienia częstotliwości nośnej na stacji przekaźnikowej możliwość ta nie istnieje.

3.2. Kanał służbowy

Dla umożliwienia porozumiewania się ze sobą obsługi poszczególnych stacji niezbędny jest odpowiedni kanał służbowy. Ażeby go wyodrębnić, częstotliwość kanału służbowego leży poniżej lub powyżej zasadniczego pasma przenoszonego. W pierwszym przypadku pracuje on bezpośrednio na częstotliwościach rozmównych, natomiast w drugim niezbędne jest odpowiednie częstotliwościowe jego przesunięcie. W przypadku stosowania metody połączeń na pasmie

podstawowym kanał ten może być na każdej stacji dołączany po stronie nadawczej do wejścia modulatora nadajnika, a po stronie odbiorczej - wydzielony przy pomocy odpowiedniego filtru /blok KS na schematach rys. 2 i rys.3/. W przypadku pozostałych dwóch metod połączeń nie jest to już możliwe, ponieważ nie ma w tych przypadkach zasadniczo demodulacji do pasma podstawowego. Wydzielenie pasma kanału służbowego z zakresu wielkiej lub pośredniej częstotliwości może jednak i w tym przypadku nastąpić przy zastosowaniu dodatkowego, pomocniczego demodulatora. Po stronie nadawczej kanał służbowy daje się wprowadzić do pasma przez dodatkową modulację częstotliwości generatora pomocniczego, stosowanego w celu przesunięcia częstotliwości fali nadawanej w stosunku do odbieranej /patrz rys. 4 i rys. 5/.

3.3. Automatycznie przełączana aparatura rezerwowa

Pewność pracy odpowiednio zaprojektowanych i skonstruowanych urządzeń linii radiowych jest zasadniczo dosyć duża. Pomimo tego mogą wystąpić uszkodzenia i spowodować przerwę w pracy. Czas przerwy zależy przede wszystkim od szybkości lokalizacji i czasu niezbędnego na usunięcie uszkodzenia. Usuwanie uszkodzeń eksploatowanej aparatury przez obsługę stacji trwałoby oczywiście stosunkowo długo i jest niedopuszczalne. Zadowalające rezultaty można uzyskać jedynie przez stosowanie automatycznie przełączanych urządzeń rezerwowych.

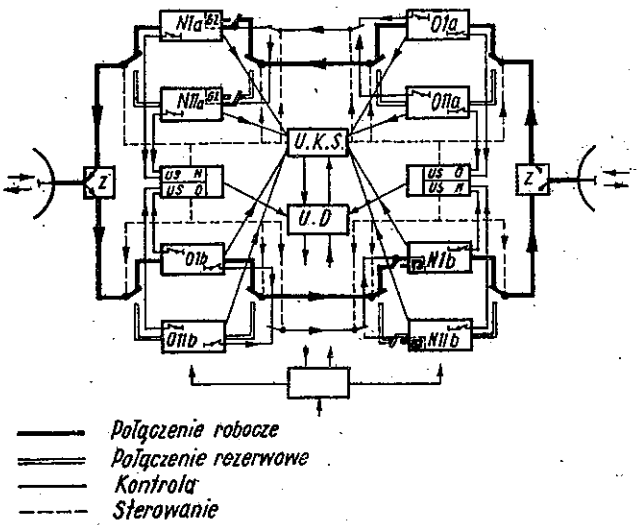
Ze względu na dwukierunkową transmisję na stacji przeka-

źnikowej można zastosować różne metody automatycznego przełączania na aparaturę rezerwową. Na przykład w przypadku uszkodzenia nadajnika może nastąpić automatyczne przełączenie tylko na sam nadajnik rezerwowy lub też przełączeniu awaryjnemu ulega cała aparatura jednego kierunku transmisji stacji, tzn. zarówno nadajnik, jak i odbiornik. Pierwszy sposób jest z punktu widzenia ekonomicznego oraz pewności pracy stacji bez wątpienia lepszy; zasadniczą jego wadą jest to, że wymagany tu jest dodatkowy przełącznik w przewodach łączących odbiornik z nadajnikiem.

Niezależnie od sposobu dokonywania przełączeń wadą ogólną powyższych metod jest fakt, że dla ich prawidłowego funkcjonowania niezbędne jest podwojenie ilości urządzeń, wchodzących w skład wyposażenia stacji, czyli tzw. 100-procentowa rezerwa. Jeżeli weźmiemy teraz pod uwagę, że okresy przerwy w transmisji na skutek uszkodzenia aparatury - statystycznie rzecz biorąc - nie przekraczają 0,1% ogólnego czasu pracy, to okaże się, że zabezpieczenie powyższe jest zbyt mało ekonomiczne. Z tego względu opracowano inne metody przełączania na aparaturę rezerwową. W przypadku np., gdy na stacji przekaźnikowej oba nadajniki i odbiorniki pracują na tej samej częstotliwości nośnej /rys. 1a/, można stosować jedną wspólną aparaturę rezerwową dla obu kierunków. Mówimy wówczas, że na stacji istnieje 50-procentowa rezerwa. System ten można nawet stosować przy przesunięciu wzajemnym obu częstotliwości nośnych /rys. 1b/ i wówczas częstotliwości nadajnika i odbiornika urządzenia rezerwowego ustawia się

w pobliżu średniej częstotliwości pracy obu torów. W tym przypadku jednak przełączenie na aparaturę rezerwową pogarsza trochę jakość transmisji.

System przełączania na 100-procentową aparaturę rezerwową na stacji przekaźnikowej, gdzie stosowana jest metoda połączenia na częstotliwości pośredniej, jest objaśniony na rys. 6. Kontrolą prawidłowego funkcjonowania od-



Rys. 6. System przełączania na aparaturę rezerwową w przypadku 100-procentowej rezerwy

biornika jest tutaj poziom napięcia częstotliwości pośredniej, a prawidłowego funkcjonowania nadajnika - moc wyjściowa. Zmniejszenie się którejś z tych wartości poniżej dopuszczalnych granic powoduje uruchomienie układu przełączania na aparaturę rezerwową. W tym celu stacja wyposażona jest w odpowiednią aparaturę kontrolno-sterującą.

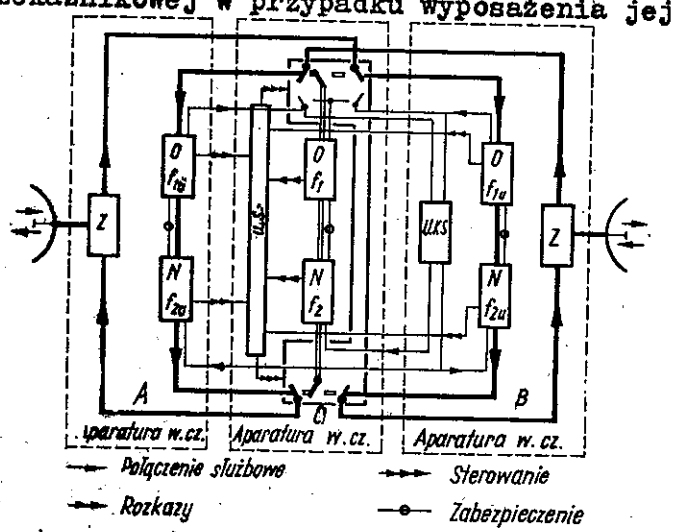
W przypadku braku sygnału odbieranego, co może mieć miejsce na skutek uszkodzenia nadajnika sąsiedniej stacji lub chwilowego, selektywnego zaniku, nie powinno nastąpić błędne przełączenie na aparaturę rezerwową, ponieważ wszystkie urządzenia na stacji pracują prawidłowo i nie ponoszą winy za brak łączności. Osiąga się to w ten sposób, że mimo przełączenia na odbiornik rezerwowy pewna część sygnału poprzez przełącznik antenowy dochodzi i do wejścia odbiornika będącego normalnie w ruchu. Na podstawie tego, czy napięcie sygnału pojawi się na wyjściu odbiornika rezerwowego, czy też będzie go brak w dalszym ciągu na wyjściu obu odbiorników, urządzenie sterujące może określić, czy uszkodzenie nastąpiło w obrębie, czy poza daną stacją i dokonać odpowiednich przełączeń.

Skoro przerwa w łączności nastąpiła na skutek braku odbioru, to wówczas normalnie odbiornik na skutek istnienia a.r.w. uzyskałby maksymalne wzmocnienie i w efekcie dał na wyjściu pośredniej częstotliwości odpowiednio duży poziom szumów. Po dojściu do układu przemiany częstotliwości w nadajniku szumy te spowodowałyby modulację wypromieniowanej fali nośnej. Temu należy oczywiście zapobiec zarówno ze względu na samo urządzenie, jak i niebezpieczeństwo wprowadzenia zakłóceń na sąsiednie kanały wielkiej częstotliwości. W tym celu w przypadku braku odbioru z przyczyn niezależnych od stacji następuje rozłączenie odbiornika z nadajnikiem na danym kierunku i na wejście układu nadajnika zostaje włączony automatycznie generator zastępczy /GZ/, który wytwarza drgania

częstotliwości pośredniej. Nadajnik podejmuje pracę, jak w przypadku braku modulacji i zapewnia normalne funkcjonowanie dalszych odcinków trasy linii, umożliwiając prowadzenie na tych odcinkach rozmów służbowych.

Urządzenie kanału służbowego/UKS/ jest podłączone jednocześnie do aparatury roboczej i rezerwowej, co pozwala na jego prawidłowe funkcjonowanie niezależnie od tego, czy pracuje aparatura robocza, czy rezerwowa. Przy pomocy tego kanału oprócz prowadzenia kontroli rozmów można również przesyłać odpowiednie sygnały zdalnej kontroli i zdalnego sterowania, co umożliwia skontrolowanie przez stację końcową stanu pracy urządzeń danej stacji przekaźnikowej oraz zdalne wykonywanie przełączeń z aparatury będącej w eksploatacji na rezerwową. W ten sposób stacje przekaźnikowe mogą być pozbawione stałego personelu obsługującego.

Rys. 7 przedstawia system dokonywania przełączeń na stacji przekaźnikowej w przypadku wyposażenia jej tylko



Rys. 7. System przełączania na aparaturę rezerwową w przypadku 50-procentowej rezerwy

w 50-procentową aparaturę rezerwową. W tym przypadku aparatura rezerwowa C może być przełączona na miejsce dowolnej aparatury jednego z kierunków. Sposób dokonywania przełączeń, aczkolwiek trochę bardziej skomplikowany niż w pierwszym przypadku, jest wyraźnie widoczny na rysunku 7.

Przełączanie poszczególnych urządzeń jest celowe tylko w tym przypadku, gdy daną trasą przebiega jedna linia radiowa. W przypadku większej ilości linii przebiegających równolegle bardziej ekonomiczne jest przeznaczenie jednej z linii na rezerwową. W przypadku przerwy na jednej z linii będących w eksploatacji pracę przejmuje linia rezerwowa jako całość lub przełączeniu ulegają tylko jej poszczególne odcinki.

621.396.43

SYSTEM LINII RADIOWYCH "WIOSNA" Z ZAUTOMATYZOWANYMI STACJAMI PRZEKAŹNIKOWYMI[1/]

N.I. Kałasznikow. Radiorielejnaja sistiema swiazi "Wiesna" s awtomatizirowannymi promieżutocznymi stancjami. - Wiestnik Swiazi. Nr 5/58 str. 4-6 i Nr 6/58 str. 3-4.

1. WSTĘP

W Związku Radzieckim opracowano uniwersalny system radiolinii do przekazywania telefonii wielokrotnej i programów telewizyjnych. System ten należy do najlepiej i najwszechstronniej opracowanych urządzeń tego typu na świecie. Dla tego systemu opracowano odpowiednie aparatury. W poniższym artykule omówione będą najważniejsze cechy systemu, jego działanie oraz sposób rozwiązania aparatur.

2. DANE OGÓLNE

System wielokanałowych linii radiowych typu "Wiosna" umożliwia przesyłanie programów telewizji czarno-białej

---

[1/] Na podstawie oryginału opracował E. Dumania

z towarzyszącym dźwiękiem lub 240 kanałów telefonicznych i dwu programów radiofonicznych w jednym kanale wielkiej częstotliwości na odległości do 5000 km przy zachowaniu zaleceń CCIR i CCIT dotyczących jakości transmisji. Przy opracowywaniu systemu wzięto pod uwagę możliwość przystosowania go w przyszłości do przenoszenia telewizji kolorowej lub 600 kanałów telefonicznych w jednym kanale zbiorczym wielkiej częstotliwości.

Opisywany wariant umożliwia zrealizowanie na jednej linii dwóch dwukierunkowych i jednego jednokierunkowego kanału wielkiej częstotliwości. Kanał jednokierunkowy przewidziany jest do przesyłania programów telewizyjnych, przy czym kierunek nadawania może być zmieniony w razie potrzeby zmiany kierunku przesyłania programu. Możliwość zmiany kierunku nadawania pozwala na zmniejszenie ilości aparatur zainstalowanych na tych stacjach, gdzie nie zachodzi potrzeba jednoczesnego przesyłania programu w dwu kierunkach. Pewność pracy linii - bez przerw - zapewniają urządzenia rezerwowe.

W początkowym etapie zastosowano system rezerwy, zwany "stacją rezerwową". Polega on na tym, że na każdej stacji linii radiowej, oprócz aparatur czynnych, zainstalowane są pełne komplety aparatur rezerwowych, nastrojonych na tę samą częstotliwość co aparatury robocze. W przypadku uszkodzenia włącza się odpowiedni komplet rezerwowy. W celu skrócenia czasu przerwy przy przełączaniu aparatury rezerwowe mają zawsze włączone pełne napięcia żarzenia i obniżone napięcie anodowe. Przełączanie z aparatury roboczej na rezerwową odbywa się automatycznie.

Rozwiązanie konstrukcyjne aparatury i automatyczne przełączanie na urządzenia rezerwowe umożliwiają pracę wszystkich stacji przekaźnikowych bez obsługi, co znacznie obniża koszty i upraszcza eksploatację.

Zdalna obsługa tych stacji odbywa się przy zastosowaniu specjalnego systemu zdalnej kontroli, zdalnej sygnalizacji i zdalnego sterowania. Prócz tego przewidziano dla celów łączności służbowej trzy niezależne dwukierunkowe kanały telefoniczne, z których jeden może być odgałęziony na każdej stacji dla łączności między poszczególnymi stacjami, a dwa - tylko na stacjach, gdzie są rozgałęzienia torów głównych. Łączność służbowa i nadawanie sygnałów zdalnego sterowania odbywa się na niezależnym oddzielnym kanale wielkiej częstotliwości, pracującym w tym samym pasmie co kanały główne. Dla kanału służbowego przewidziana jest oddzielna uproszczona aparatura niezależna od aparatury głównej. Aparatura ta posiada swój oddzielny system automatycznego przełączania typu "stacji rezerwowej". Do przesyłania rozmów służbowych i sygnałów zdalnej obsługi można wykorzystać napowietrzne lub kablowe linie telefoniczne zamiast kanału wielkiej częstotliwości.

Zastosowana w kanałach głównych i w kanale służbowym modulacja częstotliwości umożliwia zastosowanie typowych urządzeń i zespołów, stosowanych w dalekosiężnej kablowej telefonii wielokrotnej.

Przekazywanie telewizji polega na przesyłaniu wizji łącznie z towarzyszącym sygnałem dźwiękowym. Sygnał ten moduluje częstotliwość fali nośnej wielkiej częstotliwo-

ści linii. Dla dźwięku zachodzi więc podwójna modulacja częstotliwości.

Niezależnie od opisanego systemu stacji rezerwowych w systemie "Wiosna" istnieje możliwość rozwiązania zagadnienia automatycznej rezerwy w postaci kanału "gorącego". Kanał rezerwowy, na który przełącza się modulację w przypadku uszkodzenia, pracuje wtedy na innej częstotliwości niż kanał główny i jest zasilany pełnym napięciem. Przełączenie na kanał rezerwowy odbywa się na częstotliwości pośredniej, która w systemie "Wiosna" wynosi 70 MHz.

Przejście z systemu stacji rezerwowych na rezerwowy kanał "gorący" znacznie uprościłoby automatykę na stacjach przekaźnikowych oraz skróciłoby czas przełączania, a tym samym zwiększyłoby pewność pracy. Jednakże nie jest to na razie celowe ze względu na małą trwałość lamp elektronowych, zwłaszcza mikrofalowych, które przy rezerwie "gorącej" zbyt szybko ulegałyby uszkodzeniom, co mogłoby spowodować długotrwałą przerwę w transmisji, w przypadku uszkodzenia kanału czynnego i równoczesnego wyczerpania się lamp w kanale rezerwowym.

W przyszłości przewiduje się powiększenie liczby pracujących równocześnie kanałów do pięciu na jeden kanał rezerwowy. Aby móc to zrealizować, trzeba wziąć pod uwagę szereg czynników. Tak np. trzeba opracować rozdział częstotliwości dla pięciu kanałów czynnych i jednego rezerwowego z uwzględnieniem kanału służbowego, trzeba przewidzieć w konstrukcji i schemacie aparatur możliwości przełączania na pośredniej częstotliwości itp.

3. ANTENY I FIDERY

Anteny dla aparatury "Wiosna" wykonane są w postaci anten rożkowo-parabolicznych o powierzchni otworu 7,5m^2 z wejściem falowodowym. Zysk takiej anteny dla częstotliwości pasma roboczego wynosi 39-40 dB. Otwór promieniujący anteny przykryty jest specjalną osłoną z materiału dielektrycznego. Cała antena umocowana jest na podstawie z możliwością regulacji kierunku promieniowania, zarówno w płaszczyźnie pionowej, jak i poziomej. Wysokość anteny wynosi 620 cm, szerokość 390 cm i głębokość 320 cm. Ciężar bez podstawy 990 kg.

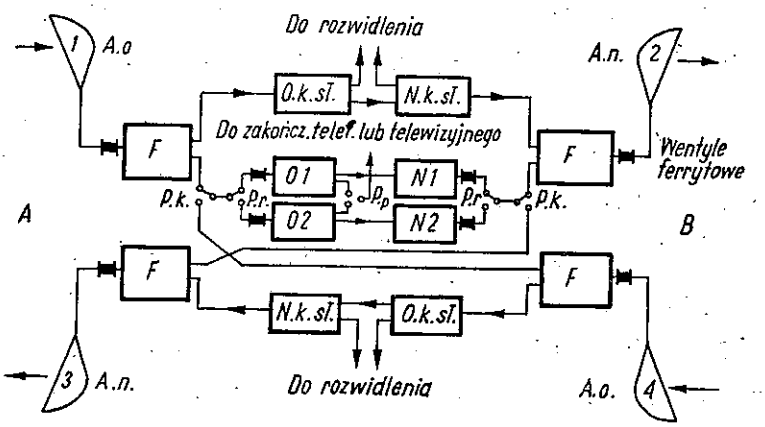
Przy małej ilości kanałów można stosować anteny typu peryskopowego.

Połączenie między anteną a aparaturą w pierwszym etapie wprowadzania systemu wykonano za pomocą falowodu prostokątnego o wymiarach 25 mm x 58 mm. Do falowodu tego od strony aparatury wtłaczane jest osuszone powietrze przepuszczane przez urządzenie odwadniające. Falowód przyłączony jest do nadajników i odbiorników poszczególnych kanałów przez odpowiednie filtry rozdzielcze, spełniające równocześnie zadanie filtrów pasmowych. Właściwości elektryczne i konstrukcja tych filtrów umożliwiają obecnie przyłączenie do jednej anteny trzech kanałów wielkiej częstotliwości i jednego kanału służbowego, pracujących z jednakową polaryzacją.

Filtry falowodowe umieszczone są w oddzielnej skrzynce i cały zespół jest zestrajany fabrycznie.

4. SCHEMAT BLOKOWY STACJI PRZEKAŹNIKOWEJ

Sposób połączenia anten z aparaturą na stacji przekaźnikowej - bez obsługi, ze stuprocentową rezerwą dla jednokierunkowej transmisji telewizyjnej, z możliwością odwracania kierunku z dwukierunkowym kanałem służbowym - pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Schemat połączeń anten z aparaturą na stacji przekaźnikowej

Stacja wyposażona jest w cztery anteny, po dwie na każdy kierunek, z których jedna jest anteną nadawczą /A. n./ a druga anteną odbiorczą /A.o./. Sygnał wielkiej częstotliwości z kierunku A jest odbierany przez antenę odbiorczą 1. Następnie poprzez wentyl ferrytowy tłumiący ewentualną falę odbitą doprowadzony jest do filtru rozdzielczego /F/, który oddziela kanał służbowy od kanału głównego. Sygnały kanału służbowego doprowadzane są do odbiornika kanału służbowego łącznie z sygnałami zdalnej obsługi /O.k.sł./. Z odbiornika jeden kanał odprowadzany

jest za pomocą odpowiednich filtrów do rozwidlenia, a dwa wprost do nadajnika kanału służbowego /N.k.sł./, do którego doprowadzony jest również odgałęziony z rozwidlenia kanał służbowy. Dalej sygnały kanału służbowego poprzez filtr rozdzielczy /F/ i wentyl ferrytowy doprowadzone są do anteny nadawczej 2, promieniującej w kierunku B.

Sygnały o częstotliwości kanału służbowego z kierunku B odbierane są przez antenę odbiorczą 4 i w analogiczny sposób jak poprzednio doprowadzane są przez filtry, odbiornik, nadajnik i filtry do anteny nadawczej 3, promieniującej w kierunku A.

Sygnały kanału głównego transmitowane są tylko w jednym kierunku. Odbierane przez antenę odbiorczą 1, doprowadzane są poprzez filtry do odbiornika O1, a następnie do nadajnika N1 i poprzez filtry do anteny nadawczej 2. W przypadku uszkodzenia odbiornika O1 lub nadajnika N1 włącza się automatycznie zespół rezerwowy O2, N2 za pomocą przełączników rezerwy /P.r./. Zmiana kierunku transmisji na przeciwny wymaga przełączenia przełączników kierunku /P.k./ na pozycję drugą. Sygnały kanału głównego odbierane będą wtedy przez antenę odbiorczą 4, wzmacniane poprzez ten sam zespół nadajnik-odbiornik i promieniowane przez antenę nadawczą 4.

Przekaźnik próżniowy /P.p./ umożliwia powstanie odgałęzienia kanału w trzecim kierunku, np. do stacji telewizyjnej lub centrali telefonicznej, poprzez odpowiednią szafę zakończenia telefonicznego lub telewizyjnego.

5. TRANSMISJA NA KANALE GŁÓWNYM

5.1. Wyposażenie kanału głównego

W skład aparatury kanału głównego w systemie "Wiosna" wchodzą następujące elementy:

1. Szafa zakończenia telefonicznego, w której odbywa się modulacja i demodulacja częstotliwości pośredniej 70 MHz zespolonymi sygnałami 240 kanałów telefonicznych i dwu programów radiofonicznych. Szafa ta zawiera również filtry łączące /lub rozdzielające/ sygnały telefonii wielokrotnej z sygnałami radiofonicznymi.
2. Szafa zakończenia telewizyjnego, w której odbywa się modulacja i demodulacja częstotliwości pośredniej zespolonym sygnałem telewizyjnym, a także połączenie /i rozdzielenie/ sygnału wizyjnego z towarzyszącym mu dźwiękiem.
3. Szafa nadawczo-odbiorcza wielkiej częstotliwości.
4. Szafa aparatury wielokrotnej.

Wymiary szaf zakończenia telewizyjnego i telefonicznego odbiorczo-nadawczego są jednakowe i wynoszą 240 x 60 x 50 cm. Wszystkie szafy mogą być ustawiane przy ścianie.

Połączenia między szafami zakończenia telefonicznego czy telewizyjnego a nadajnikiem oraz odbiornikiem wykonuje się na częstotliwości pośredniej 70 MHz na jednakowych poziomach. Umożliwia to bezpośrednie połączenie wyjścia odbiornika z wejściem nadajnika bez pośrednictwa

demodulatora i modulatora na stacjach przekaźnikowych, jak pokazano na rys. 1.

5.2. Szafa odbiorczo-nadawcza

Szafa aparatury odbiorczo-nadawczej zawiera dwa niezależne komplety: odbiornik, nadajnik, urządzenia pomocnicze i zasilacz. Oba komplety nastrojone są na te same częstotliwości. Jeden z nich pracuje, a drugi stanowi rezerwę włączającą się automatycznie przy uszkodzeniu kompletu pracującego.

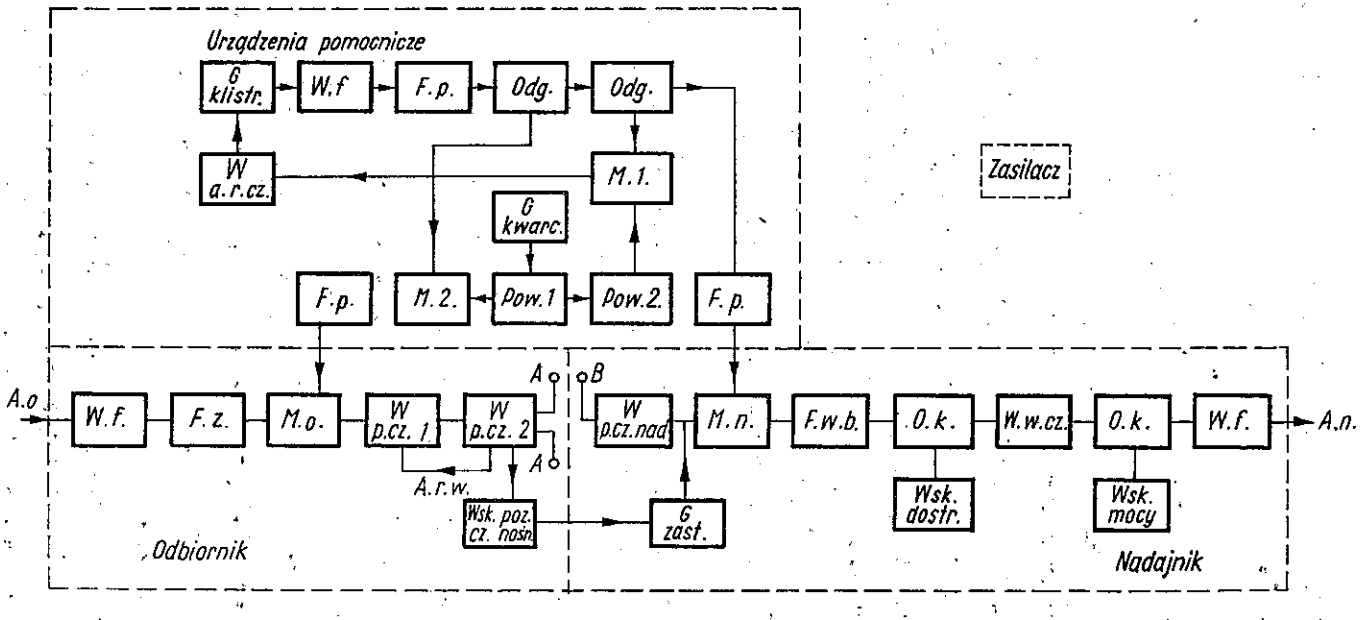
Dla ułatwienia transportu szafa dzieli się na trzy części: dwa komplety odbiorczo-nadawcze i komplet dwu zasilaczy.

Schemat blokowy aparatury odbiorczo-nadawczej pokazano na rys. 2.

5.2.1. Odbiornik

Sygnał odbierany z anteny odbiorczej /A.o./ doprowadzany jest przez wentyl ferrytowy /W.f./ i filtr zaporowy /F.z./ do mieszacza odbiornika /M.o./, a następnie jest wzmacniany przez dwustopniowy wzmacniacz pośredniej częstotliwości /W.p.cz.1/ i /W.p.cz.2/. We wzmacniaczach pośredniej częstotliwości zastosowano automatyczną regulację wzmocnienia /A.r.w./.

Wskaźnik poziomu częstotliwości nośnej /Wsk.poz. cz.nośn./ umieszczony na wyjściu wzmacniacza /W.p.cz.2/ daje kontrolę fali nośnej odbieranej przez odbiornik oraz kon-



Rys. 2. Schemat blokowy kompletu odbiorczo-nadawczego

trolę pracy odbiornika. Wentyl ferrytowy, w przypadku wystąpienia fali odbitej od odbiornika, tłumi tę falę, by nie dostała się ona do anteny. Filtr zaporowy nastrojony na częstotliwość oscylatora lokalnego zapobiega przedostaniu się drgań tej częstotliwości do anteny.

Wzmocnienie całkowite wzmacniaczy pośredniej częstotliwości odbiornika wynosi około 90 dB, a szerokość pasma przenoszonego - około 33 MHz. Współczynnik szumów odbiornika nie przekracza 25 jednostek.

Wyjście odbiornika /częstotliwość pośrednia modulowana sygnałami zespolonymi wizji lub telefonii wielokrotnej/ może być doprowadzone wprost na wejście nadajnika przez zwarcie punktów A i B, bądź też do demodulatora w szafach zakończeniowych. Pierwszy wariant stosowany jest na stacjach przekaźnikowych bez demodulacji, a drugi - na stacjach końcowych. Na stacjach końcowych na wejście nadajnika /do punktu B/ doprowadzone jest modulowane napięcie pośredniej częstotliwości z modulatora. Równoległe gniazdo A umożliwia odprowadzenie sygnału w innym kierunku bez przerywania kierunku głównego. Tego rodzaju odgałęzienie otrzymuje się za pomocą przekaźnika próżniowego /P.p. na rys. 1/, uruchamianego automatycznie równocześnie z przełącznikami rezerwy.

5.2.2. Nadajnik

Zmodulowany sygnał pośredniej częstotliwości doprowadzony na wejście nadajnika /do punktu B/ z wyjścia odbiornika bądź z modulatora jest wzmacniany przez wzmac-

niacz pośredniej częstotliwości nadajnika /W.p.cz.nad./ mieszany z sygnałem lokalnego oscylatora klistronowego /G.klistr./ w mieszaczu nadajnika /M.nad./i przesuwany w pasmo bardzo wielkich częstotliwości. Następnie po oddzieleniu jednej wstęgi bocznej /F.w.b./ sygnał jest wzmacniany we wzmacniaczu wielkiej częstotliwości /W.w. cz./, pracującym na lampie z falą bieżącą i doprowadzany przez wentyl ferrytowy do układu antenowego. W kanale nadajnika istnieją dwa odgałęzienia kontrolne /O.k./.Wskaźnik dołączony do pierwszego z nich /Wsk.dostr./ kontroluje dostrojenie obwodu wejściowego wzmacniacza na lampie o fali bieżącej, a wskaźnik dołączony do odgałęzienia następnego /Wsk. mocy/ kontroluje moc wielkiej częstotliwości na wyjściu tegoż wzmacniacza.

Przy tranzytowej pracy szafy odbiorczo-nadawczej na stacji przekaźnikowej w przypadku braku sygnału na wejściu odbiornika, np. na skutek jego uszkodzenia,wskaźnik poziomu częstotliwości nośnej /Wsk.poz.cz.nośn./ uruchamia generator zastępczy pośredniej częstotliwości 70 MHz /G. zast./,którego wyjście połączone jest z mieszaczem nadajnika. Dzięki temu w nadajniku i w dalszej części linii utrzyma się sygnał i nie nastąpi automatyczne przełączenie na urządzenia rezerwowe na wszystkich dalszych stacjach przekaźnikowych, a tylko na stacji, na której nastąpiło uszkodzenie.

5.2.3. Urządzenia pomocnicze

Zestaw urządzeń pomocniczych zawiera generator klistronowy /G. klistr./, dający poprzez wentyl ferrytowy

i filtry pasmowe /F.p./ napięcie heterodynowe na mieszacz nadajnika. Prócz tego zestaw ten zawiera stabilny generator kwarcowy, którego częstotliwość po dwukrotnym powieleniu w powielaczach częstotliwości /Pow.1/i /Pow.2/ służy do automatycznego strojenia generatora klistronowego. W tym celu napięcie z powielacza 2 doprowadzone jest łącznie z napięciem generatora klistronowego pobranego z odgałęzienia /Odg./ na układ mieszający /M.1/. Jeżeli częstotliwości te nie są równe na wyjściu mieszacza, pojawia się napięcie, które po wzmocnieniu w odpowiednim wzmacniaczu /W.a.r.cz./ doprowadzane jest na reflektor klistronu, korygując w odpowiedni sposób jego częstotliwość.

Napięcie generatora kwarcowego po jednokrotnym powieleniu jego częstotliwości w powielaczu 1 jest dodatkowo wykorzystane do przesunięcia częstotliwości generatora klistronowego w mieszaczu 2. Napięcie z wyjścia M2 doprowadzone jest poprzez filtr pasmowy /F.p./ do układu mieszacza odbiornika jako częstotliwość heterodynowa.

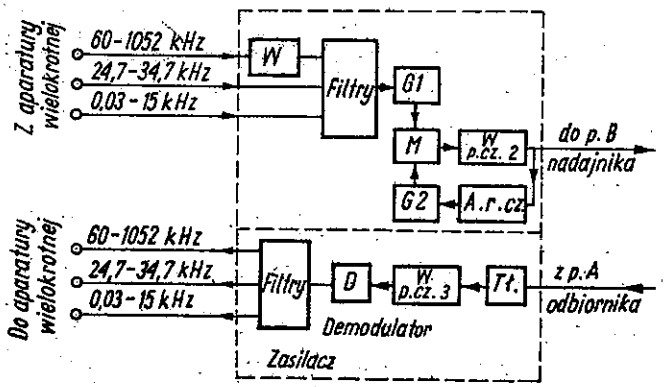
Zastosowanie na stacji przekaźnikowej jednego generatora klistronowego jako oscylatora lokalnego dla nadajnika i odbiornika pozwala wyeliminować niestabilność jego częstotliwości.

5.3. Szafa zakończenia telefonicznego

Szafa zakończenia telefonicznego składa się z dwóch kompletów modulatora i demodulatora zmontowanych łącznie z koniecznymi elementami pomocniczymi, jak zasilacze,

wskaźniki, elementy kontroli i obsługi. Jeden z kompletów pracuje, a drugi stanowi rezerwę. Przełączanie na komplet rezerwowy odbywa się za pomocą przełączników uruchamianych przez obsługę.

Schemat blokowy jednego kompletu zakończenia telefonicznego bez kompletu rezerwowego i bez układu przełączania pokazano na rys. 3. Składa się on z modulatora, demodulatora i zasilacza.



Rys. 3. Schemat blokowy kompletu zakończenia telefonicznego

5.3.1. Modulator

Do modulatora doprowadzany jest z aparatury telefonii wielokrotnej sygnał zespolony 240 kanałów telefonicznych /rozmieszczonych w pasmie 60 - 1052 kHz/i dwa sygnały radiofoniczne /jeden w pasmie 0,03 - 15 kHz, a drugi w pasmie 24,7 - 34,7 kHz/.

Sygnały te po wstępnym wzmocnieniu we wzmacniaczu /W/ i po połączeniu w układzie filtrów modulują częstotliwość

klistronowego generatora wielkiej częstotliwości /G1/. W celu zmniejszenia zniekształceń nieliniowych system rezonansowy tego generatora składa się z dwóch obwodów sprzężonych z możliwością regulowania dobroci drugiego obwodu.

Drgania wielkiej częstotliwości z generatora modulowanego doprowadzone są do układu mieszającego /M/;do tegoż układu doprowadzone są również drgania drugiego generatora /G2/ nie modulowanego, którego częstotliwość różni się od częstotliwości generatora modulowanego o 70 MHz. Częstotliwość różnicowa 70 MHz, równa częstotliwości pośredniej systemu, po wzmocnieniu we wzmacniaczu pośredniej częstotliwości /W.p.cz.2/ może być doprowadzona na wejście nadajnika do punktu B.

W układzie modulatora zastosowano automatyczne strojenie. Jeżeli częstotliwość na wyjściu wzmacniacza pośredniej częstotliwości różni się od 70 MHz, działa układ automatycznej regulacji częstotliwości /A.r.cz./ i przestraja odpowiednio generator nie modulowany /G2/.

5.3.2. Demodulator

Do układu demodulatora doprowadzony jest poprzez tłumik /Tł./ sygnał pośredniej częstotliwości z wyjścia odbiornika z punktu A. Sygnał ten po wzmocnieniu przez wzmacniacz pośredniej częstotliwości /W.p.cz.3/ jest demodulowany w układzie dyskryminatora /D/ do zespolonego sygnału telefoniczno-radiofonicznego, a następnie rozdzielany przy pomocy filtrów na pasmo 240 kanałów tele-

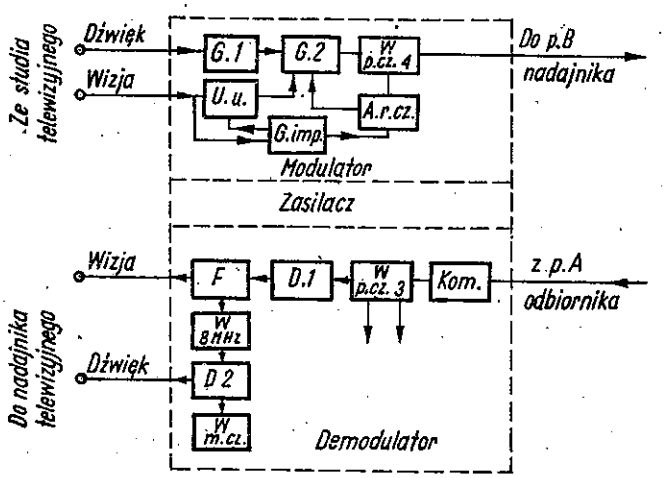
fonicznych i na dwa pasma radiofoniczne. Te trzy pasma dochodzą do aparatury wielokrotnej.

Efektywna dewiacja częstotliwości pośredniej na jeden kanał telefoniczny wynosi 200 kHz - zgodnie z zaleceniami CCIR i CCIT.

5.4. Szafa zakończenia telewizyjnego

Szafa zakończenia telewizyjnego, podobnie jak szafa zakończenia telefonicznego, składa się z dwóch kompletów modulatora i demodulatora oraz z dwóch zasilaczy i z koniecznych urządzeń pomocniczych. Przełączanie na urządzenia rezerwowe wykonywane jest przez obsługę.

Schemat jednego kompletu bez rezerwy i bez układu przełączania na rezerwę pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Schemat blokowy kompletu zakończenia telewizyjnego

5.4.1. Modulator

Do modulatora zakończenia telewizyjnego doprowadzone są sygnały dźwięku i wizji ze studia telewizyjnego. Sygnały dźwięku modulują częstotliwość drgań generatora 8 MHz /G1/. Dewiacja wynosi ± 75 kHz.

Zmodulowana sygnałami dźwięku częstotliwość drgań generatora /G1/ 8 MHz łącznie z częstotliwością sygnału wizji moduluje częstotliwość generatora /G2/. Generator ten pracuje w układzie RC z uziemioną siatką przy częstotliwości 35 MHz. Częstotliwość ta jest następnie podwajana przez podwajacz częstotliwości. Otrzymane drgania o częstotliwości pośredniej 70 MHz są następnie wzmacniane przez wzmacniacz pośredniej częstotliwości, zakończony ogranicznikiem /W.p.cz.4/, i doprowadzane na wejście nadajnika do punktu B. Dewiacja częstotliwości pośredniej od sygnału dźwięku wynosi ± 1 MHz, a od sygnału wizji 8 MHz /wartość międzyszczytowa/.

Generatory /G2/ i /G1/ posiadają układy automatycznej regulacji częstotliwości. Automatyczna regulacja częstotliwości generatora G2 ze względu na niesymetrię sygnału posiada układ ustalający częstotliwość /U.u./, sterowany impulsami generatora impulsów /G.i./, który jest synchronizowany impulsami sygnału telewizyjnego.

5.4.2. Demodulator

Na wejście demodulatora doprowadzone są sygnały pośredniej częstotliwości z odbiornika z punktu A /patrz

rys. 2/. Komutator /Kom/ umożliwia odgałęzienie nie zdemodulowanego sygnału pośredniej częstotliwości na inną linię. Po wyjściu z komutatora i po wzmocnieniu we wzmacniaczu pośredniej częstotliwości /W.p.cz.3/ sygnał ulega demodulacji w dyskryminatorze /D1/. Na wyjściu demodulatora uzyskuje się sygnał zespolony, składający się z sygnału wizyjnego i częstotliwości 8 MHz, zmodulowanej sygnałami dźwięku. Filtr /F/ rozdziela oba te sygnały. Zmodulowane drgania 8 MHz są następnie wzmadniane przez wzmacniacz 8 MHz /W. 8 MHz/ i demodulowane w dyskryminatorze D2. Uzyskane w ten sposób sygnały dźwięku są jeszcze raz wzmacniane we wzmacniaczu małej częstotliwości /W.m.cz./. Na wyjściu demodulatora uzyskuje się oddzielne sygnały wizji i dźwięku, które mogą być doprowadzone do nadajnika lub do centrum telewizyjnego.

6. TRANSMISJA NA KANALE SŁUŻBOWYM

Do przenoszenia sygnałów na kanale służbowym służy szafa odbiorczo-nadawcza wielkiej częstotliwości wraz z filtrami do rozdzielenia i łączenia widm, a także aparatura wielokrotna. Szafa wielkiej częstotliwości kanału służbowego składa się z dwóch kompletów nadajników, pracujących na klistronach o mocy wyjściowej około 0,4 W i z dwóch kompletów odbiorników z częstotliwością pośrednią 40 MHz o pasmie przenoszenia około 1 MHz. Jeden z tych kompletów jest kompletem rezerwowym.

W kanale służbowym następuje pełna demodulacja na każdej stacji. Na kanale służbowym mogą być nadawane trzy

rozmowy służbowe oraz sygnały zdalnej sygnalizacji i zdalnego sterowania. Sygnały te przenoszone są w następujących pasmach częstotliwości:

jeden kanał rozmówny do łączności między stacjami głównymi lub końcowymi ze stacjami przekaźnikowymi w pasmie 0,3 - 2 kHz;

dwa kanały rozmówne do łączności między stacjami głównymi lub końcowymi w pasmie 10,3 - 15,7 kHz;

sygnały zdalnej sygnalizacji i sterowania w pasmie 3 - 6 kHz.

Do łączności między stacjami głównymi potrzebna jest na tych stacjach typowa aparatura wielokrotna. Jeżeli na stacjach przekaźnikowych wystarcza jeden służbowy kanał rozmówny, aparatura znacznie się upraszcza. Do łączenia i rozdzielania sygnałów zdalnej sygnalizacji i sterowania można wykorzystać również i standardowe filtry stosowane w typowych aparaturach teletechnicznych.

7. SYSTEM ZDALNEJ OBSŁUGI

Zdalna obsługa stacji linii radiowej odbywa się za pomocą dwu niezależnych systemów: systemu zdalnego sterowania i systemu zdalnej sygnalizacji. System zdalnego sterowania umożliwia nadanie 2-3 rozkazów do każdej z pięciu stacji przekaźnikowych w każdym kierunku od stacji głównej. Rozkazy te umożliwiają zdalne przełączanie na rezerwę, zmianę kierunku, włączanie zasilania, oświetlanie masztów itp.

System zdalnego sterowania pracuje na zasadzie kodu częstotliwościowego. Nadaniu każdego z rozkazów odpowiada wysłanie dwóch częstotliwości z sześciu możliwych 3,9; 4,1; 4,3; 4,5; 4,7; 4,9 kHz. Przy nadawaniu rozkazu posyła się najpierw sygnał wzywający daną stację, a następnie sygnał odpowiadający danemu rozkazowi. Sygnały te przesyła się za pomocą naciśnięcia odpowiedniego przycisku na tablicy zdalnej obsługi na stacji głównej.

System zdalnej sygnalizacji obejmuje sygnalizację awaryjną i informacje o stanie aparatury na stacjach przekaźnikowych.

Do sygnalizacji awaryjnej wykorzystuje się 5 częstotliwości: 5,1; 5,3; 5,5; 5,7; 5,9 kHz wysłanych w sposób ciągły do stacji głównej przez każdą z 10 podporządkowanych jej stacji przekaźnikowych. Każda stacja przekaźnikowa nadaje jedną z tych częstotliwości. W przypadku awarii stacja przekaźnikowa przerywa na 3 sekundy nadawanie tonu, co powoduje zapalenie się lampki sygnalizującej awarię na określonej stacji. Rodzaj uszkodzenia można sprawdzić, wysyłając do tej stacji rozkaz włączenia systemu sygnalizacji o stanie aparatury. Sygnalizacja ta pracuje na zasadzie podziału czasowego. Wykorzystano w niej typowe wybieraki o 2-3 kontaktach roboczych i o jednym ruchomym szukaczu. Dwa takie szukacze - jeden na stacji głównej i jeden na stacji przekaźnikowej - wprawione są w ruch synchroniczny za pomocą pary impulsów. Do uruchamiania szukaczy korzysta się z częstotliwości 3,3 kHz, a informacje ze stacji przekaźnikowej przesyłane są na częstotliwości 3,7 kHz. Sygnały

synchronizacji nadaje się na częstotliwości 3,5 kHz.

System sygnalizacji o stanie aparatury stacji przekaźnikowej umożliwia nadawanie informacji o tym, który z kompletów /roboczy czy rezerwowy/ pracuje, z jakiego zespołu zasilaczy zasilana jest stacja, czy jest włączone oświetlenie masztu itp. Każda ze stacji może udzielić 23 tego typu informacje.

Cały system zdalnej obsługi łącznie z kompletem przekaźników włączających automatycznie rezerwową stację zmontowany jest w szafie automatyki. Szafa automatyki dla stacji głównej różni się od szaf automatyki dla stacji przekaźnikowej tablicą, na której umieszczone są przyciski do wzywania stacji przekaźnikowych, przyciski do nadawania rozkazów i lampki sygnalizacyjne.

APARATURA REZERWOWA I KONTROLA AUTOMATYCZNA W URZĄDZENIACH LINII RADIOWYCH /ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM URZĄDZENIA TYPU RVG 934/[1]

H. Hünich. Ersatzschaltung und Überwachung von Richtfunkverbindungsgeräten unter besonderer Berücksichtigung von RVG 934 . Rafena Technische Mitteilungen, 1960, nr 3, str.1-14

1. PEWNOŚĆ PRACY URZĄDZEŃ LINII RADIOWYCH

Wszystkie urządzenia elektryczne powinny być zasadniczo tak projektowane i konstruowane, aby w trakcie eksploatacji nie zmieniały swoich własności elektrycznych, a zwłaszcza, aby nie ulegały uszkodzeniom. To żądanie użytkowników jest brane również pod uwagę przy opracowywaniu i konstruowaniu urządzeń linii radiowych. W równej mierze o wysoką pewność pracy stara się producent podzespołów i elementów elektrycznych zapewniając tym coraz większą trwałość i stabilność tych urządzeń. Można tu wymienić np. bardzo dobre wyniki, jakie osiągnięto przez zastosowanie w aparaturach kondensatorów typu MP /samoregenerujących się w przypadku przebicia/.

---

[1] Na podstawie oryginału opracował J. Zygierewicz

1.1. Pewność pracy lamp elektronowych

1.1.1. Starzenie się lamp

W eksploatowanych urządzeniach linii radiowych nie do uniknięcia są zakłócenia występujące w rozmaitych układach i z rozmaitych powodów. Z elementów najczęściej ulegających uszkodzeniom wymienić należy lampy elektronowe, które ulegają szybszemu lub wolniejszemu starzeniu się. Dotyczy to szczególnie lamp wielkiej częstotliwości zakresu decymetrowego; lampy pracujące w zakresie małych i średnich częstotliwości mają większą pewność pracy, a poszczególne wytwórnie gwarantują ich trwałość do 10.000 godzin pracy ciągłej.

Jedynym sposobem zwiększenia pewności pracy aparatury jest w takim przypadku tylko okresowa wymiana starzejących się lamp. Okres użytkowania lampy określa się przy tym jako okres, w którym zmiany parametrów lamp nie przekraczają z góry określonych granic. Można np. określić, że "żywotność" lampy mierzy się czasem prawidłowej pracy do chwili, gdy jej nachylenie nie spadnie poniżej 70% wartości nominalnej. Ponieważ poszczególne lampy mają różną - w ten sposób zdefiniowaną - "żywotność", bardziej ekonomiczna od okresowej, całkowitej wymiany wyposażenia lampowego, wydaje się kontrola okresowa, np. co tydzień lub nawet co dzień i wymiana tylko tych lamp, których parametry zaczynają przekraczać dopuszczalne granice.

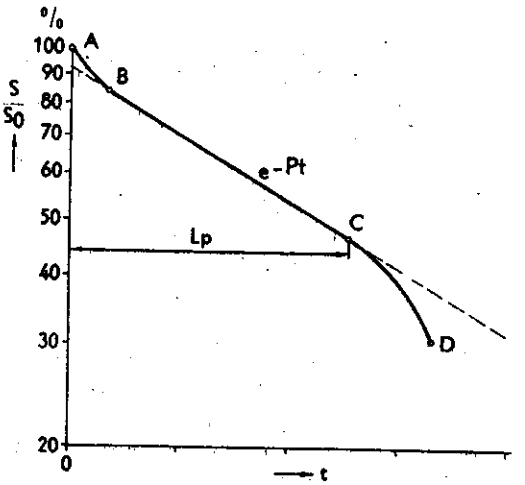
1.1.2. Przypadkowe uszkodzenie lamp

Wyżej omówione metody pozwalają prawie całkowicie usunąć wpływ starzenia się lamp na pewność pracy urządzeń. Nie da się jednak uniknąć nagłego uszkodzenia poszczególnych lamp, ponieważ okres gwarancji - jako pojęcie statystyczne - dotyczy samego typu lamp, a nie poszczególnych egzemplarzy. Powodem takiego nagłego uszkodzenia lampy mogą być błędy w produkcji, wady technologiczne materiałów do wykonywania elektrod, szczególnie katody itp. przyczyny. Szczególnie typowym błędem produkcji jest niedostateczna próżnia w lampie.

Występowanie tych wszystkich przypadkowych uszkodzeń lamp podlega jednak pewnemu statystycznemu prawdopodobieństwu. Zakładamy, że określone urządzenie elektroniczne zostaje wyposażone w S_o sztuk nowych lamp /duża liczba, np. 1000/ tego samego typu i zostaje włączone do stałej, czy też próbnej eksploatacji. Rejestrujemy każde uszkodzenie lampy tak, że dla dowolnego momentu czasowego T możemy określić, ile jeszcze lamp S pracuje w dalszym ciągu prawidłowo. Z rachunku prawdopodobieństwa otrzymuje się funkcję:

$$\frac{S}{S_o} = e^{-Pt}$$

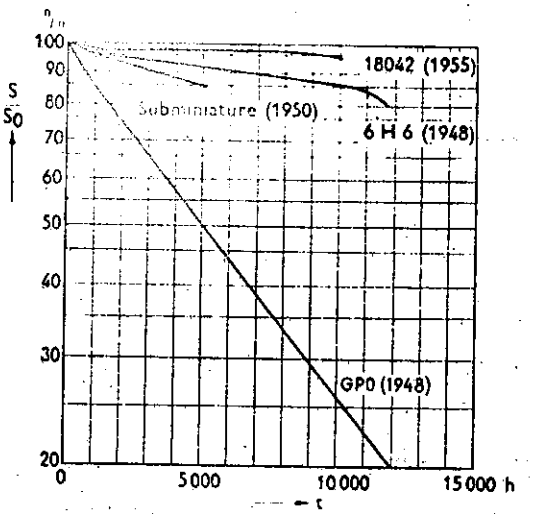
która w skali logarytmicznej przedstawia w przybliżeniu linię prostą /odcinek BC na rys. 1/. Na początku eksploatacji ulegają szybkiemu uszkodzeniu wszystkie lampy z wadami fabrycznymi, które uszły uwagi kontroli. Dlatego



Rys. 1. Prawdopodobieństwo uszkodzenia lamp w czasie pracy

nachylenie krzywej na początku jest większe /odcinek AB na rysunku/. Skoro wszystkie wadliwie wykonane lampy ulegną uszkodzeniu, wystąpią już tylko zupełnie przypadkowe uszkodzenia, których ilość jest mniej więcej stała w danym przedziale czasowym. Trwa to do czasu, dopóki nie wystąpi zjawisko starzenia się lamp /Lp - gwarantowany okres pracy danego typu lamp/, po czym ilość uszkodzeń szybko wzrasta. Z powyższych rozważań mpżna wysunąć bardzo ważny z eksploatacyjnego punktu widzenia wniosek, że lampy, które już pracowały w urządzeniu kilkaset godzin, mają większą pewność pracy niż lampy fabrycznie nowe.

Rysunek 2 podaje krzywą prawdopodobieństwa z rys. 1 dla różnych typów lamp.



Rys. 2. Prawdopodobieństwo uszkodzeń dla różnych typów lamp

1.2. Pewność pracy innych elementów

Podobnym przypadkowym uszkodzeniom jak uszkodzenia lamp elektronowych podlegają i inne elementy układów. Prawdopodobieństwo uszkodzeń elementów biernych jest jednakże znacznie mniejsze. Podczas gdy prawdopodobieństwo uszkodzeń dla przemysłowych lamp elektronowych wynosi około 1% na każde 1000 godzin, to dla kondensatorów w obwodach małej częstotliwości wynosi ono tylko 0,1% na 1000 godzin, a dla oporników i cewek wielkość ta przedstawia się jeszcze korzystniej. Można przyjąć, że prawdopodobieństwo uszkodzeń kondensatorów, oporników masowych i cewek wyraża się stosunkiem: 25 : 4 : 1.

1.3. Pewność pracy podzespołów

Poszczególne podzespoły powinny być tak zaprojektowane i pomierzone, aby normalne warunki pracy leżały dale-

ko poniżej dopuszczalnych warunków granicznych. Dotyczy to np. lamp w stopniach mocy, które powinny pracować w warunkach poniżej dopuszczalnej mocy strat. Im większa rezerwa bezpieczeństwa, tym oczywiście większa pewność pracy, większe wymiary i koszt podzespołów.

1.4. Pewność pracy całego urządzenia

Na skutek wszystkich omówionych wyżej przyczyn, urządzenia linii radiowych będące w eksploatacji wykazują mniejsze lub większe prawdopodobieństwo uszkodzeń. Pewność pracy urządzeń linii radiowych zależy nie tyle od rodzaju i częstości uszkodzeń, ile przede wszystkim od wpływu uszkodzeń na normalną pracę linii jako całości.

W celu określenia pewności pracy danego typu urządzenia wyznacza się stosunek czasu przerw w pracy, spowodowanych uszkodzeniami, do całkowitego czasu pracy /w ciągu pewnego dłuższego czasu, np. w ciągu roku/. Otrzymana liczba, wielokrotnie mniejsza od jedności, przedstawia w procentach czas przerwy łączności. Ilość i kwalifikacje personelu obsługi, jak również właściwa organizacja pracy - nie mówiąc już o automatycznej kontroli i urządzeniach rezerwowych - mają decydujący wpływ na pewność pracy urządzeń. Nie do pominięcia jest również właściwa konstrukcja elektryczna i mechaniczna. Na czas przerwy ma bowiem większy wpływ nie charakter uszkodzenia, a trudność jego zlokalizowania i szczegółowego określenia. Praktycznie biorąc, poszczególne firmy podają wyżej zdefiniowaną wielkość w granicach od 0,05% do 0,5% .

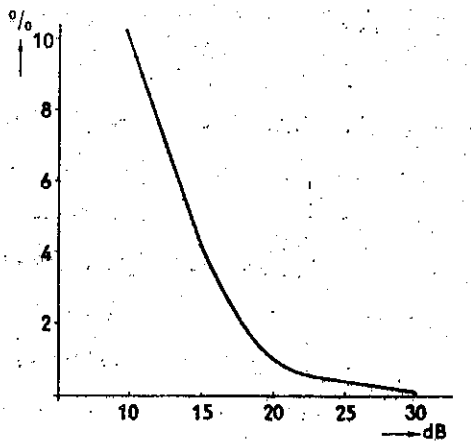
1.5. Wpływ zaników na pewność pracy

Poza przerwami w pracy, spowodowanymi uszkodzeniami w samym urządzeniu, występują w liniach radiowych również przerwy na skutek zaników, czyli chwilowego zwiększania tłumienia drogi między nadajnikiem i odbiornikiem.

Długoletnie doświadczenia, przeprowadzane zarówno w zakresie fal decymetrowych, jak i metrowych wykazały, że na skutek nierównomierności rozkładu temperatury i wilgotności w dolnych warstwach atmosfery ma miejsce stopniowa zmiana wartości dielektrycznych powietrza. Skutkiem tego fale wysyłane przez nadajnik mogą dojść do odbiornika z różnym przesunięciem czasowym, co prowadzi do interferencji i może spowodować nawet całkowity zanik sygnału. Występowanie zaników pod wpływem czynników meteorologicznych jest uzależnione od długości i rodzaju drogi i zmienia się w funkcji pogody, pory roku, a nawet pory dnia. Szczególnie częste zaniki, zwłaszcza w porze nocnej, występują w miesiącach letnich: od czerwca do września. Głębokość zaniku zależy przy tym od częstotliwości pracy linii. Na szczęście głębokie zaniki, aż do całkowitego przerwania łączności, występują stosunkowo rzadko. Znacznie częściej występują niewielkie wahania poziomu odbieranego sygnału.

Poszczególne urządzenia linii radiowych posiadają odpowiednią rezerwę mocy promieniowania nadajników oraz automatyczną regulację wzmocnienia w odbiornikach w celu zapobiegania wpływom zaników. Dotyczy to oczywiście tylko zaników powolnych, o stosunkowo niewielkiej głębo-

kości. Na przykład przy założeniu, że automatyczna regulacja wzmocnienia dopuszcza zmniejszenie poziomu odbieranego sygnału o 30 dB, prawdopodobieństwo przerwy w



Rys. 3. Częstość występowania zaników o różnej głębokości w zakresie częstotliwości 3000 MHz - 4000 MHz

łączności z powodu głębokich zaników wyniesie około 0,1% /rys. 3/. Taką też wielkość regulacji poziomu wzmocnienia odbiornika przyjmuje się na ogół jako rezerwę ze względu na zaniki.

2. APARATURA REZERWOWA

Przeprowadzone powyżej rozważania wykazały, że mimo użycia jak najlepszych elementów oraz jak najstaranniejszego zaprojektowania i konstruowania aparatury należy się liczyć z mniejszymi lub dłuższymi przerwami w trans-

misji, spowodowanymi uszkodzeniami w urządzeniach linii radiowych. Jest to szczególnie przykre z tego względu, że przy całkowitej przerwie w łączności zostaje jednocześnie przerwana duża ilość rozmów, jak to ma miejsce w przypadku wykorzystania linii do przenoszenia dużej ilości informacji przy użyciu metod zwielokrotnienia częstotliwościowego czy czasowego. Uszkodzenia te są tym groźniejsze i tym dłużej trwa ich usuwanie, im bardziej skomplikowane są urządzenia, a aparatury linii radiowych z reguły nie należą do najprostszych urządzeń elektrycznych. Zastosowanie aparatury rezerwowej w postaci stałego wyposażenia stacji oraz zaprojektowanie urządzeń z odpowiednim zapasem mocy-ze względu na zaniki -pozwalają liniom radiowym konkurować pod względem pewności pracy z odpowiednimi liniami kablowymi o bardzo dobrej jakości.

Z kolei zostaną omówione w ogólnych zarysach najczęściej stosowane typy wyposażeń stacji w aparaturę rezerwową oraz metody przełączania uszkodzonej aparatury na urządzenia rezerwowe.

2.1. Ręczna wymiana elementów składowych aparatury

Jak podano w poprzednich rozdziałach, główny wpływ na długość czasu przerwy w łączności na skutek uszkodzenia aparatury ma czas potrzebny na określenie oraz usunięcie uszkodzenia przez obsługę. W tym celu wyposaża się stację w elementy rezerwowe w postaci zestawów, podzespołów itp. W przypadku np. uszkodzenia w obrębie

danego elementu urządzenia stosuje się analogiczny element rezerwowy. Urządzenie jako całość podejmuje normalną pracę, a obsługa ma możność usunięcia uszkodzenia w wyjętym podzespole.

Ta najprostsza metoda była powszechnie stosowana we wszystkich starszych typach urządzeń, między innymi w urządzeniach linii radiowych RVG 903 i RVG 905, a wyposażenie w elementy rezerwowe zawierało na każde dwa pracujące na danej stacji urządzenia dodatkowo kompletną trzecią aparaturę, która służyła w razie potrzeby jako "chwilowe źródło" zestawów zastępczych. Ażeby do minimum skrócić czas podjęcia normalnej pracy przez wymieniany element, w stojakach aparatury rezerwowej włączono na stałe napięcie żarzenia.

Wyposażenie rezerwowe tego typu było stosunkowo proste i tanie ze względu na to, że odpadała konieczność stosowania skomplikowanych urządzeń automatycznego przełączania aparatury uszkodzonej na aparaturę rezerwową. Rozwiązanie to miało jednak i swoje wady. Przede wszystkim jak wiadomo, poszczególne nadajniki i odbiorniki stacji linii radiowej pracują na stałych, z góry określonych częstotliwościach. Gdy nadajnik rezerwowy był wspólny dla nadajników obu kierunków, musiał on mieć możność szybkiego, skokowego przełączenia z jednej częstotliwości roboczej na drugą. W praktyce dawało się to zrealizować stosunkowo wolno i mało dokładnie ze względu na zakresy częstotliwości. To samo odnosi się oczywiście w jeszcze większej mierze do przestrajania odbiornika.

Dodatkowym czynnikiem jest sama mechaniczna trudność wymiany uszkodzonych zestawów. Ciężar zestawu nadajnika wynosi np. ok. 20 kg, co przy wysokim umieszczeniu go na stojaku sprawia sporo trudności przy wymianie, zwłaszcza gdy stacja posiada obsługę kobiecą. Ponadto bardzo łatwo wówczas o mechaniczne uszkodzenia, a zbyt częsta wymiana zestawów prowadzi do szybkiego zużywania się łączówek nożowych i koncentrycznych.

2.2. Automatyczne przełączanie na aparaturę rezerwową

Trudności powyższych można uniknąć, gdy w chwili uszkodzenia dane urządzenie przełączy się automatycznie na będącą w pogotowiu aparaturę rezerwową. Czas przerwy ogranicza się tylko do czasu potrzebnego na przełączenie i podjęcie pracy przez aparaturę rezerwową. Rozwiązanie takie pozwala również na ciągłą pracę stacji bez obsługi i ogranicza ingerencję człowieka do okresowej kontroli. Tego typu przełączanie automatyczne jest powszechnie stosowane przez pocztę niemiecką od roku 1957.

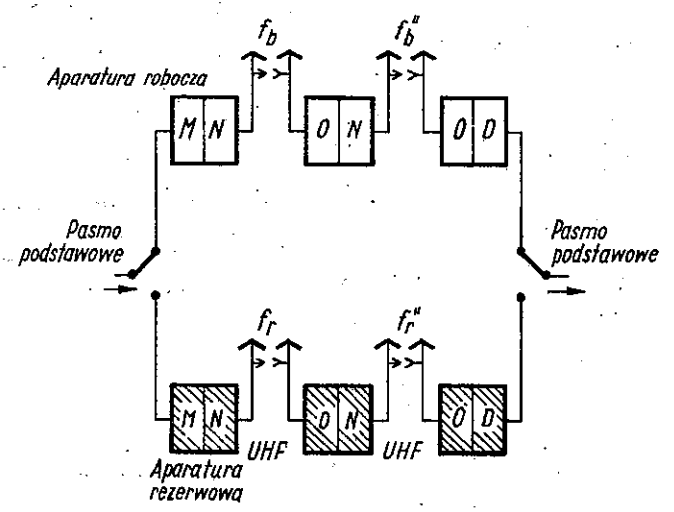
2.2.1. Stopień wyposażenia rezerwowego

O stopniu wyposażenia rezerwowego decyduje stosunek ilości jednostek urządzenia, przewidzianych jako rezerwa, do ilości urządzeń będących w stałej eksploatacji. Stosunek ten oznacza się w procentach, i tak np. 50-procentowe wyposażenie rezerwowe oznacza, że na każde dwa urządzenia będące w ruchu przypada jedna aparatura re-

zerwowa; 100-procentowe wyposażenie rezerwowe oznacza całkowite zdublowanie urządzeń /jak to ma miejsce np. przy urządzeniach typu RVG 934/. Jest ono znacznie kosztowniejsze, ale pozwala już na pełną automatyzację i przełączanie nadajników i odbiorników bez kłopotów związanych z przestrajaniem urządzeń rezerwowych.

2.2.2. Metody przełączania na aparaturę rezerwową

Metody przełączania aparatury uszkodzonej na rezerwową i stopień automatyzacji tego procesu są bardzo różne, zależnie od każdorazowych wymagań. Rysunek 4 przedstawia najprostszą, z punktu widzenia układu przełączania, metodę uszkodzonej linii radiowej na równolegle pracującą linię



Rys. 4. Przełączanie na niezależną rezerwową linię radiową

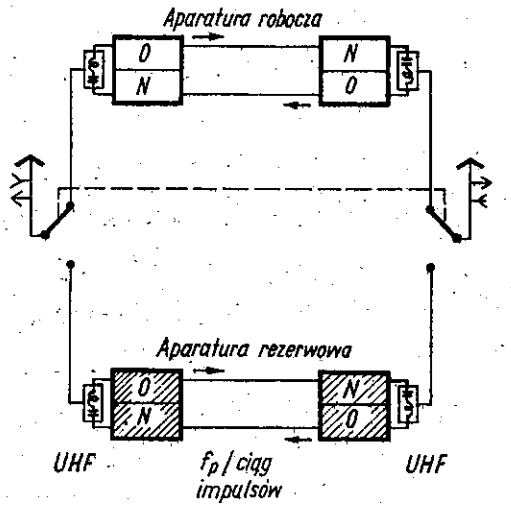
rezerwową, stosowaną między innymi przez firmę Siemens. Są to jakby dwa niezależne systemy łączności, z których jeden spełnia rolę rezerwowego.

Zasadniczą zaletą jest to, że przełączanie następuje jedynie na częstotliwości pasma podstawowego i ma miejsce tylko na stacjach końcowych. Częstotliwości pracy obu linii mogą znacznie różnić się od siebie i w pewnych przypadkach można zwalczać wpływ zaników selektywnych przez przełączenie linii. Wadą - poza dużymi kosztami wyposażenia -jest b. mała "elastyczność" systemu przełączania. W przypadku uszkodzenia w linii roboczej i przełączenia na linię rezerwową wszelkie uszkodzenia, jakie mogą nastąpić na dowolnym odcinku tej ostatniej, prowadzą nieuchronnie do całkowitej przerwy w łączności.

Większą "elastyczność" przy przełączaniu na aparaturę rezerwową daje system niezależnego dublowania nie całej linii, lecz poszczególnych jej odcinków. System ten był stosowany przez USA przy urządzeniach typu TD-2. Sam proces przełączania na poszczególnych odcinkach przebiega tak samo jak w omówionym wyżej przypadku na stacjach końcowych, jednak przełączanie to może już mieć miejsce nie tylko na częstotliwości pasma podstawowego, lecz i na częstotliwości pośredniej.

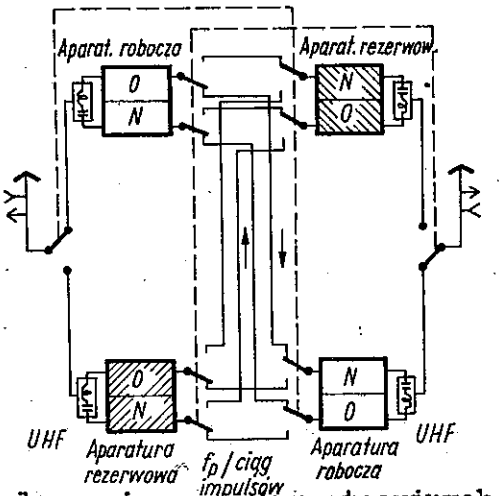
Dalszym krokiem na drodze zwiększenia pewności pracy linii radiowej jako całości jest zastosowanie rezerwowego przełączania aparatury całej stacji /patrz rys. 5/. Częstotliwość pracy urządzenia rezerwowego musi być taka sama jak urządzenia będącego w ruchu. Zaletą tej metody w porównaniu do dwóch wyżej omówionych jest lepsze wykorzystanie aparatury rezerwowej i większa pewność pracy linii radiowej, składającej się z wielu odcinków. Wadą natomiast - z punktu widzenia użytkowego -

jest konieczność dokonywania przełączenia w zakresie wielkiej częstotliwości. Tego typu przełączanie rezerwowe jest między innymi stosowane w systemie "Wiosna", FM 240 i w systemie PPM firmy Lorenz.



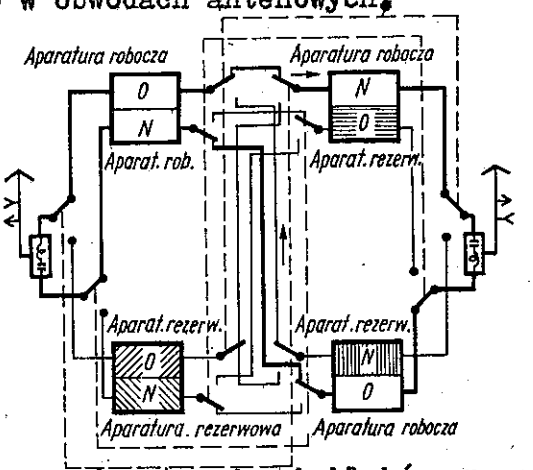
Rys. 5. Przełączanie całej stacji na stację rezerwową

Takie samo wyposażenie w aparaturę rezerwową jak w ostatnim przypadku, umożliwia też przełączanie rezerwowe nie całych stacji przekaźnikowych, lecz tylko poszczególnych urządzeń w obrębie stacji /rys. 6/. W tym przypadku stacja przekaźnikowa spełnia rolę jakby dwóch wzajemnie niezależnych od siebie stacji końcowych ze 100-procentową rezerwą. Przełączanie takie pozwala na jeszcze większe zwiększenie pewności pracy stacji jako całości, pociąga natomiast za sobą konieczność zastosowania - poza przełącznikiem w obwodzie antenowym - również synchronicznego czterokrotnego przełączania w obwodach pośredniej częstotliwości lub częstotliwości ciągu impulsów.



Rys. 6. Przełączanie aparatur stacyjnych na rezerwowe

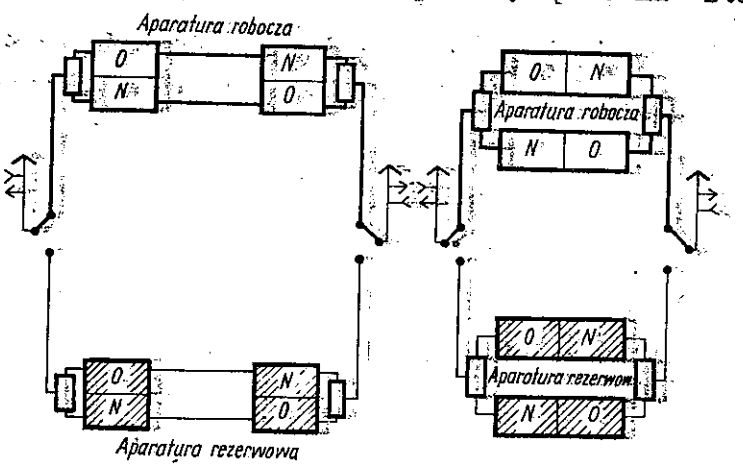
Firma Telefunken zastosowała w swoim urządzeniu PPM metodę blokowego przełączania na aparaturę rezerwową. System ten pozwala na niezależne przełączanie każdego odbiornika i nadajnika w obu kierunkach transmisji i jest przedstawiony na rys. 7. Pociąga to jednak za sobą zastosowanie w porównaniu do metody z rys. 6 dalszych dwóch przełączników w obwodach antenowych.



Rys. 7. Przełączanie stacyjnych bloków aparatur na bloki rezerwowe

Wyżej przedstawione zestawienie wskazuje, że zmniejszenie zakresu przełączania pozwala na zwiększenie pewności pracy linii jako całości, ponieważ zwiększa się ilość możliwych do przeprowadzenia kombinacji przełączeń. Jednocześnie rośnie ilość organów niezbędnych do dokonania przełączeń, co z kolei pociąga za sobą możliwość występowania uszkodzeń w samych urządzeniach przełączających. Próby przeprowadzone przy zastosowaniu urządzenia typu RVG 934 wykazały np., że pewność pracy przełączników koncentrycznych nie jest w obecnym wykonaniu dostatecznie duża i zadowolono się tylko systemem przełączania całej stacji, ograniczając ilość przełączników do dwóch na każdej stacji.

Przy systemie przełączania całej stacji można stosować przełączanie urządzeń poprzeczne lub podłużne. /Patrz rys. 8/. Ażeby uzyskać przełączenie na stacjach



Rys. 8. Poprzeczne i podłużne przełączanie urządzeń stacyjnych

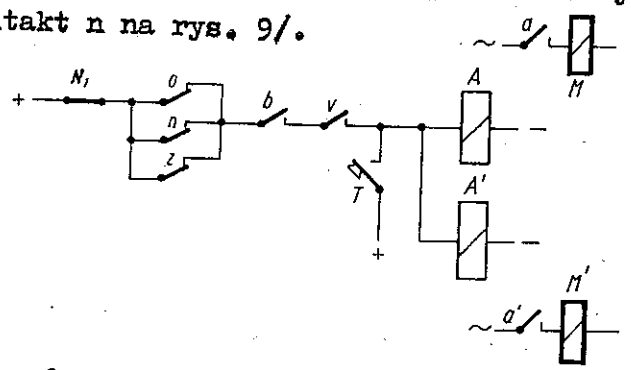
końcowych analogiczne jak na stacjach przekaźnikowych, w systemach RVG 934 zastosowano przełączanie poprzeczne.

2.2.3. Kryteria przełączania aparatury RVG 934

Automatyczne przełączanie na aparaturę rezerwową jest możliwe dzięki odpowiednim urządzeniom kontrolnym. Przy projektowaniu aparatury RVG 934 założono, że odpowiednia konstrukcja i dobór elementów zapewniają nieomal całkowitą pewność pracy aparatury wielokrotnej impulsowej i obwodów małej częstotliwości, tak że wyposażenie w aparaturę rezerwową ogranicza się do szaf wielkiej częstotliwości.

2.2.3.1. Nadajnik

Napięcie wielkiej częstotliwości z wyjścia nadajnika jest doprowadzone do zwrotnicy antenowej. Stąd część jego jest doprowadzana poprzez przekaźnik do urządzenia kontroli i automatycznego przełączania. Urządzenie to określa, czy napięcie leży w przewidzianych granicach /kontakt n na rys. 9/.



Rys. 9. Układ automatycznego przełączania w urządzeniu RVG 934

2.2.3.2. Odbiornik

Obecność ciągu impulsów na wyjściu odbiornika stanowi kryterium właściwej pracy urządzenia. Dopóki ten ciąg impulsów ma odpowiednią amplitudę, sterowany przez niego przekaźnik pozostaje zwarty i wskazuje prawidłowość pracy odbiornika przez włączenie odpowiedniego obwodu sygnalizacyjnego /kontakt 0 na rys. 9/.

2.2.3.3. Pomocnicza modulacja nadajnika przez ciąg impulsów

W przypadku gdy na stacji przekaźnikowej na wyjściu odbiornika nie pojawia się ciąg impulsów, spowoduje to również brak ciągu impulsów modulujących na wejściu nadajnika danego kierunku transmisji, a odpowiednie urządzenie kontrolne zamelduje również o uszkodzeniu w obwodzie samego nadajnika. Ażeby to nie nastąpiło, w przypadku uszkodzenia w odbiorniku na stacji przekaźnikowej lub w modulatorze wielokrotnym na stacji końcowej odpowiedni przekaźnik włącza na wejście nadajnika pomocniczy generator ciągu impulsów.

2.2.3.4. Zaniki

Jeżeli na danym odcinku drogi linii wystąpi tak głęboki zanik, że nie wyrówna go automatyczna regulacja wzmocnienia w odbiorniku, wówczas odpowiedni układ kontroli spowoduje przełączenie anteny na odbiornik rezerwowy. Jednak nie zapewni to odbioru, urządzenie kontrol-

ne wykaże uszkodzenie również i tego nowowłączonego odbiornika rezerwowego.

To zjawisko, kiedy oba odbiorniki jeden po drugim wykazują brak sygnału na wyjściu, może być użyte jako wskaźnik wystąpienia silnego zaniku /przy założeniu, że nadajnik stacji przeciwnej pracuje prawidłowo/. Przełącznik układu kontroli powraca na pozycję wyjściową, to znaczy włącza z powrotem odbiornik będący normalnie w ruchu. Jeżeliby jednak w czasie operacji przełączenia odbiornik ów uległ naprawdę uszkodzeniu, to w chwili gdy położenie przełącznika już się ustaliło, łączność byłaby nadal przerwana nawet mimo pojawienia się ponownie sygnału na wejściu odbiornika. Ażeby temu zapobiec, przekaźnik tak skonstruowano, że w przypadku braku sygnału na wyjściu obu odbiorników przełącza on periodycznie na pracę w układzie stacji to jeden, to drugi odbiornik.

W celu uniknięcia niepotrzebnego przełączania odbiornika na danej stacji, w przypadku gdy brak sygnału nastąpi na skutek uszkodzenia nadajnika na stacji współpracującej, przełączanie odbiorników następuje z pewnym opóźnieniem, wystarczającym dla podjęcia pracy przez przełączony automatycznie nadajnik rezerwowy.

Całkowite zabezpieczenie przed zbędnym przełączaniem pracy na odbiornik rezerwowy można uzyskać przez zastosowanie generatora kontrolnego, który włączony zostaje automatycznie na wejście odbiornika w przypadku braku sygnału na jego wyjściu. Skoro badanie dokonane przy użyciu tego generatora wykaże pełną sprawność odbiorni-

ka, pozostaje on nadal włączony na drogę transmisji i "czeka" na odbiór sygnału. W urządzeniu RVG 934 jest stosowana taka właśnie metoda kontroli odbiornika.

2.2.3.5. Zasilanie

W przypadku uszkodzenia w obwodach zasilaczy następuje automatycznie przełączenie na rezerwową szafę aparatury wielkiej częstotliwości. W urządzeniu typu RVG 934 prawidłowy styk przekaźnika z stanowi nie tylko kryterium właściwej pracy urządzenia zasilającego, ale przy użyciu urządzeń pomocniczych pozwala również na kontrolę chłodzenia powietrznego oraz wielkości ujemnego przedpięcia lamp mocy nadajnika.

2.2.4. Przełączanie automatyczne w aparaturze RVG 934

Na rysunku 9 pokazane są wyżej omówione styki o, n i z, za pośrednictwem których przychodzi rozkaz automatycznego przełączenia na urządzenia rezerwowe. W celu zwiększenia pewności działania organów przełączania, styki te w normalnych warunkach pracy urządzenia są otwarte, to znaczy znajdują się w stanie spoczynku. Automatyczne przełączanie następuje przez zwarcie styków b i v.

W niektórych urządzeniach przełączanie automatyczne jest odwracalne, to znaczy to urządzenie, które nie jest włączone w obwód transmisji, spełnia automatycznie rolę aparatury rezerwowej. W innych urządzeniach natomiast podział na aparaturę pracującą i rezerwową jest z góry

ściśle ustalony. W tym przypadku automatyczne przełączenie może mieć miejsce tylko z urządzenia pracującego na rezerwowe i nigdy odwrotnie. A więc jak tylko - po przełączeniu na skutek uszkodzenia - właściwe urządzenie pracy zostanie naprawione, podejmuje ono pracę natychmiast po ręcznym przełączeniu, a urządzenie rezerwowe powraca do stanu spoczynkowego.

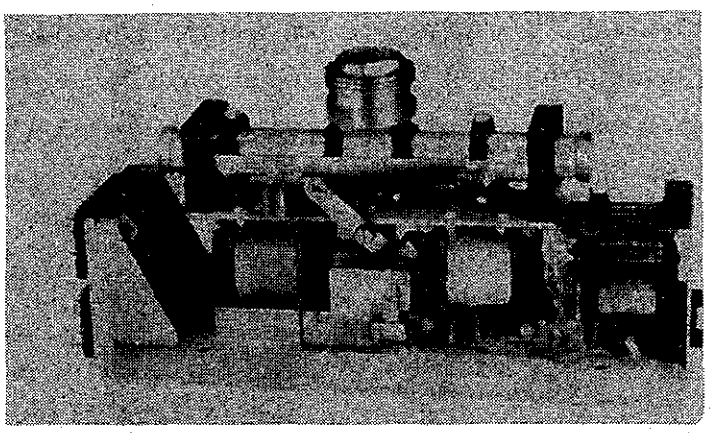
Ten ostatni system jest zastosowany również w urządzeniu typu RVG 934, przy czym zawsze istnieje możliwość przełączenia za pomocą ręcznych przełączników, jednego z dwóch urządzeń na urządzenie pracy ciągłej.

Przycisk T pozwala na włączenie anteny do żądanej aparatury. Zwarcie jego powoduje zadziałanie przekaźników A i A', które z kolei uruchamiają elektromagnesy M i M', przełączające synchronicznie koncentryczne przełączniki antenowe.

2.2.5. Przełącznik antenowy stosowany w urządzeniu RVG 934

Do przełączania anten w systemach automatycznego przełączania stosowane są przełączniki uruchamiane za pomocą silników lub elektromagnesów. W urządzeniu typu RVG 934 zastosowano przełącznik koncentryczny z napędem magnetycznym, o czasie zadziałania poniżej 100 mS, zasilany z sieci przemysłowej /rys. 10/.

Ażeby moment siły elektromagnesów równy był momentowi oporu przełącznika, zastosowano tu układ o odpowiedniej polaryzacji mechanicznej, uzyskanej przy użyciu



Rys. 10. Przełącznik antenowy

sprężyny. Początkowo siła działania elektromagnesów powoduje jedynie napinanie się sprężyny, która zostaje zwolniona w momencie przechodzenia przełącznika w położenie końcowe. Pozwala to na wytworzenie dużego momentu siły w celu wyprowadzenia przełączników koncentrycznych z położenia spoczynkowego.

Za pomocą tego typu przełącznika uzyskano w urządzeniu RVG 934 czasy przełączania około 500 msek. Pojęciu czasu przełączania odpowiada przy tym czas od momentu wystąpienia uszkodzenia w urządzeniu będącym w ruchu do chwili podjęcia normalnej pracy przez urządzenie rezerwowe.

2.2.6. Wyłączenie napięcia anodowego w szafie aparatury wielkiej częstotliwości urządzenia RVG 934

Ponieważ czas osiągnięcia normalnej emisji przez katody lamp wynosi około 10 sek od momentu włączenia na-

pięcia żarzenia, a ustalenie się warunków stabilności termicznej urządzenia trwa jeszcze dłużej, lampy urządzenia rezerwowego muszą być bez przerwy żarzone. Ażeby przedłużyć żywotność tych lamp, a jednocześnie zmniejszyć pobór mocy przez aparaturę rezerwową, wyłącza się napięcie anodowe.

W urządzeniach firmy BBC i urządzeniach typu PPM firmy Lorenz lampy są żarzone pełnym napięciem, w urządzeniach PPM firmy Telefunken natomiast napięciem stanowiącym tylko 75% nominalnego napięcia żarzenia. Należy przy tym wziąć pod uwagę, że w przypadku włączenia tylko samego napięcia żarzenia lamp na katodzie powstaje warstwa pośrednia, pogarszająca emisję. Zapobiega się temu przez stosowanie katod wykonanych z czystego niklu oraz przez wygrzewanie lamp.

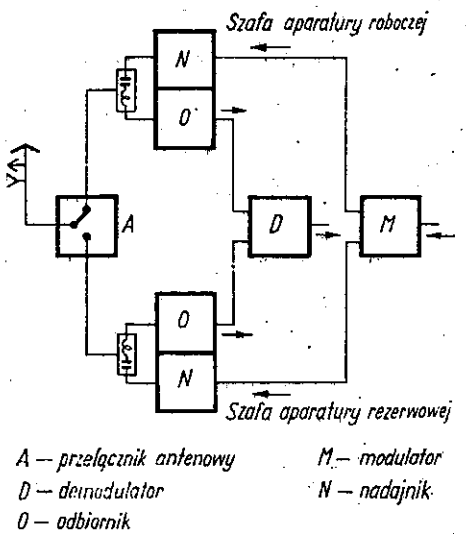
Poza poborem mocy jest i inna przyczyna tego, że napięcie anodowe musi być odłączone od będącego w stanie gotowości urządzenia rezerwowego. Przełącznik antenowy jest jednobiegunowy i może włączać antenę tylko na wyjście urządzenia roboczego lub rezerwowego, praca zaś lampy końcowej nadajnika bez obciążenia antenowego jest niedopuszczalna.

Z chwilą zadziałania przełącznika antenowego, powodującego przełączenie anteny na urządzenie rezerwowe, zostaje równocześnie uruchomiony przekaźnik, włączający na dane urządzenie napięcie anodowe i wyłączający je w urządzeniu, które uległo uszkodzeniu. W urządzeniu RVG 934 przełączanie napięcia odbywa się na pierwotnych uzwojeniach transformatora sieciowego.

W celu okresowego sprawdzenia stanu urządzenia rezerwowego można również włączyć nań napięcie anodowe ręcznie. W tym celu należy odłączyć kabel nadajnika od przełącznika antenowego i zakończyć go odpowiednim opornikiem, a następnie ustawić przełącznik, znajdujący się na płycie czołowej zasilacza, w położenie "Napięcie anodowe włączone". W przypadku gdy odbywa się to na stacji końcowej, należy oprócz tego odłączyć od szafy wielkiej częstotliwości przewody łączące ją z szafami aparatury wielokrotnej impulsowej.

2.2.7. Włączanie szafy aparatury wielokrotnej w urządzeniu RVG 934

Na stacji końcowej wejście nadajnika zostaje połączone z szafą modulatora wielokrotnego, a wyjście z szafą demodulatora wielokrotnego. W przypadku automatycznego przełączania na aparaturę rezerwową, szafy aparatury wielokrotnej zostają również przełączone na będące w ruchu urządzenia wielkiej częstotliwości. Odbywa się to za pomocą przełącznika sprzężonego z przełącznikiem antenowym /rys. 11 - str. 69/.



Rys. 11. Załączanie szaf impulsowej aparatury wielokrotnej

2.3. Typowe metody przełączania automatycznego w urządzeniach o wąskiej wstędze

Tablica 1 /str. 70/ przedstawia najbardziej charakterystyczne dane dotyczące metod przełączania automatycznego, których opis można znaleźć w literaturze.

Tablica 1

Metody przełączania automatycznego w urządzeniach o wąskiej wstędze

System	Rezerwa %	Jednostka przełączana	Przełączanie		Czas przełączania przy uszkodzeniu		Lampy w urządzeniu rezerwowym	Urządzenie robocze
			anteny	częstotliwości pośredniej lub ciągu impulsów	nagłym	stopniowym		
BBC FM	100		przekaźnik				pełne żarzenie	dowolne
Lorenz FM	50/100	urządzenie	silnik	silnik	1 s			
Lorenz PPM	100	stacja	silnik	silnik	4 s		pełne żarzenie	ustalone
Telefunken PPM	100	zespoły	magnes	przekaźnik	1 s/0,5s		75% żarz.	
SUG 441 FM	100	stacja	silnik	silnik	2 s	0,7 s	pełne żarz.	ustalone
RVG 934 PPM	100	urządzenie	magnes	przełącz. równoległe	0,5 s	0,3 s	pełne żarz.	ustalone

3. KONTROLA PRAWIDŁOWOŚCI PRACY I WSKAŹNIKI USZKODZEŃ W URZĄDZENIU RVG 934

Dopóki stacje linii radiowej pracują przy stałej lub okresowej obsłudze, dopóty obsługa ta musi być w sposób ciągły informowana o stanie urządzeń. Wyraźnie i jednoznacznie muszą być wykazywane wszelkie występujące uszkodzenia, aby obsługa mogła wówczas działać szybko i sprawnie.

Jeżeli większa ilość odcinków linii przebiega równolegle a urządzenia stacji są wyposażone w aparaturę rezerwową, wówczas w jednym pomieszczeniu może znajdować się kilka urządzeń. Dlatego też muszą być postawione szczególnie surowe wymagania co do przejrzystości i jednoznaczności wszelkich kontroli i wskazań.

3.1. Ogólne zasady

Urządzenia kontroli i zabezpieczenia przy aparaturze RVG 934 zostały tak opracowane, aby zapewnić dostateczną pewność pracy przy stosunkowo małej liczbie personelu. Stosownie do zaleceń wyrażonych w normie DIN 4818 wszelkie uszkodzenia są zasadniczo wykazywane przez zapalenie się czerwonych żarówek sygnalizacyjnych, podczas gdy prawidłowe działanie wskazuje lampa zielona, oświetlająca napis "Prawidłowa praca".

3.2. System alarmowy

3.2.1. Czerwone światła alarmowe

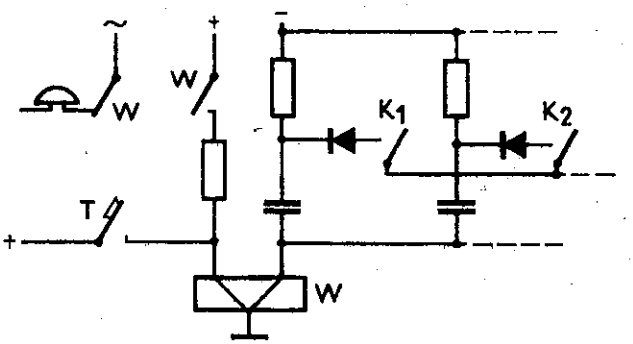
W przypadku wystąpienia nagłego uszkodzenia należy zasadniczo liczyć się z tym, że obsługa stacji może znajdować się poza pomieszczeniem, a nawet poza budynkiem stacji. Z tego względu we wszystkich przejściach, na schodach oraz w dalej położonych pomieszczeniach umieszczane są dzwonki alarmowe i czerwone światła alarmowe. Na szczycie szafy z uszkodzoną aparaturą zapala się czerwona lampa alarmowa, a po otwarciu drzwi szafy mniejsze czerwone lampy kontrolne wskazują, czy uszkodzenie ma miejsce w zestawie nadajnika czy odbiornika.

3.2.2. Alarmowy sygnał dźwiękowy

Początkowo stosowano wewnętrzne dzwonki alarmowe w każdym urządzeniu. Okazało się jednak, że w przypadku większej ilości urządzeń stojących obok siebie ten system alarmowy nie daje jednoznacznego określenia uszkodzonej aparatury i zaniechano go na rzecz podanego wyżej systemu "czerwonych świateł alarmowych".

Aby umożliwić zrealizowanie sygnalizacji dźwiękowej wewnątrz budynku stacyjnego, urządzenia RVG wyposażono w odpowiedni zacisk, do którego można włączyć przekaźnik sterujący sygnałami akustycznymi. W celu zwiększenia pewności działania układ sygnału alarmowego jest zasilany ze źródła niezależnego od napięcia sieci.

W urządzeniu powodującym zadziałanie sygnału alarmowego zastosowano przekaźniki i zasadę jego działania podaje rysunek 12. W stanie pogotowia przez przekaźnik W płynie prąd i wszystkie jego styki są w położeniu zadziałania. Jeżeli w urządzeniu wystąpi jakieś uszkodze-



Rys. 12. Układ alarmu dźwiękowego

nie, spowoduje to zwarcie styków K1 i K2. Skutkiem tego zacznie się ładować odpowiedni kondensator i przez przeciwnie nawinięte drugie uzwojenie przekaźnika W popłynie krótkotrwały prąd ładowania. Wówczas przekaźnik przestanie działać i przez zwarcie styku W włączy na dzwonek alarmowy napięcie zmienne. Trwa to dopóty, dopóki ręczne naciśnięcie przycisku T nie spowoduje ponownego zadziałania przekaźnika W i rozwarcia styków.

3.3. Lampy kontrolne

Lampy te nie tylko umożliwiają lokalizację uszkodzenia przez obsługę, ale wskazują również, czy aparatura

pracuje prawidłowo. Swiecą się one bowiem tak długo, jak długo występuje uszkodzenie i jak długo dane urzędzenie jest wyłączone z normalnej pracy. Może to być np. wówczas, gdy antena zostanie dołączona omyłkowo do urządzenia rezerwowego zamiast do urządzenia normalnej pracy. Chociaż teoretycznie wszystko jest w porządku, bo żadne urządzenie nie wykazuje uszkodzenia, to jednak w takim przypadku w razie wystąpienia uszkodzenia w aparaturze rezerwowej łączność zostanie przerwana, ponieważ automatyczne przełączenie może mieć miejsce jak wiadomo, tylko z urządzenia pracy ciągłej na urządzenie rezerwowe, a nie odwrotnie. Tak więc dopiero wygaszenie lamp jest wskaźnikiem, że wszystkie urządzenia stacyjne pracują prawidłowo.

Ażeby od ogólnego wskazania, że nie wszystko jest w porządku, móc szybko przejść do określenia rodzaju występującej nieprawidłowości, przewidziane są małe lampki kontrolne, rozmieszczone na tablicy pomiarowej w szafie aparatury wielkiej częstotliwości.

3.4. Lampy wskaźnikowe

Lampy te służą do selektywnego określenia, z jakich przyczyn nastąpiło automatyczne przełączenie stacji na aparaturę rezerwową.

3.4.1. Układ opóźniania

Układ ten zapewnia ciągłe wskazanie uszkodzenia danego urządzenia, nawet w przypadku, gdy już nastąpiło auto-

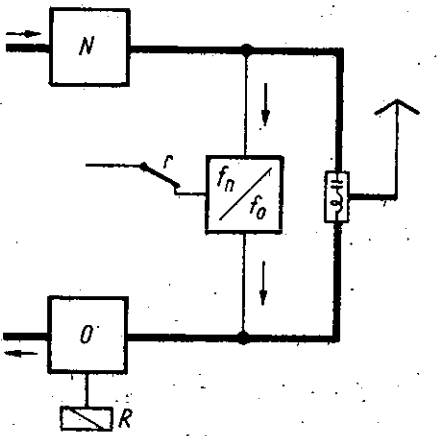
matyczne odłączenie anteny i pracę przejęło urządzenie rezerwowe.

3.4.2. Układ blokady

Gdy na będące w pogotowiu /z włączonym napięciem żarzenia/ urządzenie rezerwowe zostanie włączone napięcie anodowe, upłynie pewien czas, zanim będzie ono mogło zapewnić normalną pracę stacji. W okresie nagrzewania układ blokady zapobiega powstaniu w układzie kontroli błędnej informacji o uszkodzeniu włączonego urządzenia. Układ ten przestaje działać dopiero po upływie czasu niezbędnego do ustalenia się warunków pracy urządzenia. Jest to szczególnie ważne w przypadku, gdy urządzenie rezerwowe zostaje ręcznie przełączone na naprawione urządzenie normalnej pracy. Gdyby nie było układu blokady, nastąpiłoby wówczas natychmiastowe błędne przełączenie automatyczne z powrotem na aparaturę rezerwową.

3.4.3. Układ kontroli odbiornika

Specjalne zagadnienie stanowi wykazanie przerwy w łączności na skutek wystąpienia zaników. Przy braku odbioru, nie pojawi się na wyjściu odbiornika ciąg impulsów i układ kontroli wykaże wówczas błędnie uszkodzenie w odbiorniku. Obsługa zostanie zaalarmowana, chociaż brak łączności nie powstał z winy urządzeń stacyjnych. Ażeby tego uniknąć, należy wówczas przeprowadzić kontrolę odbiornika z zastosowaniem modulowanego sygnału przykładanego na jego wejście.

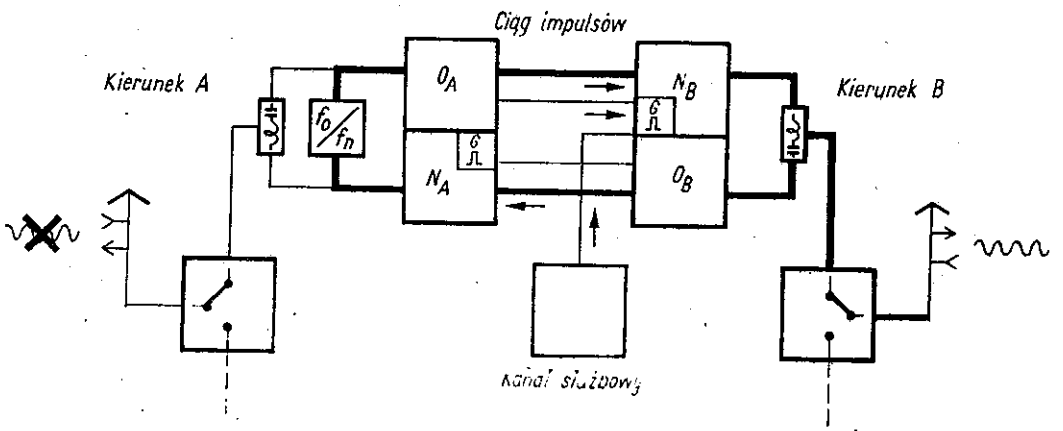


Rys. 13. Układ kontroli odbiornika RVG 934

W urządzeniu RVG 934 kontrola ta przeprowadzana jest za pomocą układu przedstawionego na rys. 13. Ażeby uniknąć wydatków na dodatkowy generator pomocniczy, wykorzystuje się do celów kontroli część mocy nadajnika pracującego na tej samej antenie, przy czym sygnał ten zostaje doprowadzony na wejście odbiornika poprzez układ przemiany częstotliwości. Jeśli próba wykaże prawidłową pracę odbiornika, to pozostaje on dalej włączony do transmisji i podejmuje normalną pracę z chwilą pojawienia się sygnału. Specjalny przekaźnik sprawia, że w przypadku ciągłego braku odbioru układ kontroli zostaje okresowo dołączony na wejście odbiornika. Trwa to do czasu, kiedy pojawi się sygnał lub też kiedy odbiornik ulegnie uszkodzeniu. W pierwszym przypadku układ kontroli zostaje odłączony na stałe, w drugim przypadku pozostaje włączony na wejściu uszkodzonego odbiornika, a pracę podejmie odbiornik rezerwowy. W ten sposób otrzymuje się

jednoznaczną informację, czy brak łączności jest spowodowany uszkodzeniem na stacji, czy poza nią. W pierwszym przypadku czerwone lampy sygnalizacyjne będą świeciły bez przerwy, a przy braku odbioru na skutek zaniku będą periodycznie gasły i zapalały się.

Jeżeli wystąpi całkowity zanik na jednym odcinku, nie powinno to uniemożliwiać połączeń poprzez kanał służbowy na drugim odcinku, na którym warunki propagacji są normalne. Ażeby to umożliwić, trzeba doprowadzić na wejście nadajnika pomocniczy ciąg impulsów, sposób wykonania tego objaśnia rys. 14. Gdy np. wystąpi zanik wzdłuż



Rys. 14. Możliwość nawiązania łączności na kanale służbowym przy pojawieniu się zaniku na sąsiednim odcinku trasy

kierunku A, zostaje włączony układ kontroli na wejście odbiornika tego kierunku. Umożliwia to doprowadzenie pomocniczego przebiegu impulsowego poprzez odbiornik O_A na wejście nadajnika N_B.

3.4.4. Kontrola prawidłowego włączenia urządzeń roboczych

W poprzednich rozdziałach zostało podane, że dla jednej anteny przewidziane są zawsze dwie szafy aparatury wielkiej częstotliwości w postaci normalnego urządzenia pracy i urządzenia rezerwowego. Przy ręcznym włączeniu danej aparatury jako normalnego urządzenia pracy, na płycie czołowej szafy zapala się duży zielony napis "Urządzenie robocze", który pozostaje niezmienny niezależnie od położenia przełączników. Umieszczona na szczycie szafy duża zielona lampa świeci się tylko wtedy, gdy dane urządzenie włączone jest do anteny, to znaczy w normalną drogę transmisji. W przypadku przełączenia rezerwowego całej stacji należy na stacji przekaźnikowej za urządzenie robocze uznać od razu parę szaf aparatury wielkiej częstotliwości połączonych ze sobą impulsowo, gdyż omawiane dotychczas układy i wskaźniki kontrolne nie mogłyby stwierdzić bowiem mylnego ustalenia jako aparatury roboczej dwóch szaf wielkiej częstotliwości nie związanych ze sobą impulsowo, skoro wszystkie odbiorniki i nadajniki zasadniczo są w porządku. Z tego względu został opracowany specjalny układ kontroli, który z jednej strony umożliwia wskazanie błędnego określenia aparatury roboczej stacji przez obsługę, z drugiej strony pozwala na wykrycie błędnego włączenia urządzeń na stacji końcowej jako urządzeń roboczych. System ten obejmuje na stacji końcowej dwie, a na stacji przekaźnikowej cztery szafy aparatury wielkiej częstotliwości.

3.5. Kontrola działania szaf aparatury wielokrotnej urządzenia RVG 934

Jak wspomniano na wstępie niniejszego artykułu, przyjęto, że aparatura wielokrotna zapewnia nieomal całkowitą pewność pracy. Z tego względu szafy modulatora i demodulatora wielokrotnego nie zostały zaopatrzone w specjalne układy kontrolne. Urządzenia te posiadają jedynie dwie czerwone lampy sygnalizacyjne w celu wykazania przerw w chłodzeniu powietrznym.

3.6. Zdalna kontrola urządzeń RVG 934

Wszystkie układy kontroli i automatycznego przełączania posiadają zaciski wyprowadzone na tablice pomiarowe i mogą być w razie potrzeby dołączone do systemów zdalnej kontroli i sterowania.

4. ROZWIĄZANIE KONSTRUKCYJNE UKŁADU KONTROLI

W aparaturze RVG 903 urządzenie kontroli i automatycznego przełączania zostało rozwiązane konstrukcyjnie w postaci oddzielnej szafy SUG 441, a w urządzeniu RVG 934 układy kontroli i sterowania EU umieszczono w szafach aparatury wielkiej częstotliwości. Elementy układu zostały umieszczone głównie w pobliżu tablicy pomiarowej.

Przełącznik antenowy może być montowany dowolnie na jednej z dwóch szaf przewidzianych dla tej samej anteny. Tablice pomiarowe umieszczono na szczycie szafy, tuż pod lampami kontrolnymi.