

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRACE
INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

ROK VIII

ZESZYT 2(23)



W A R S Z A W A 1 9 6 1

I N S T Y T U T Ł ą c z n o ś c i

SPIS TREŚCI

1. *Sylwester Jarkowski* — Określenie tłumienia trasy linii radiowej przy częstotliwości różnej od pomiarowej 3
2. *Andrzej Kietkiewicz* — Analiza możliwości współpracy sieci telewizji kolorowej wykorzystujących różne odmiany systemu NTSC 35
3. *Jan Kibortt i Jerzy Trechciński* — Przegląd metod konserwacji automatycznych central telefonicznych 57

СОДЕРЖАНИЕ

1. *С. Ярковски* — Определение затухания трассы радиорелейных линий при другой, чем измерительная, частоте 33
2. *А. Келкевич* — Анализ возможностей совместной работы сетей цветного телевидения использующих разные варианты системы NTSC 53
3. *Я. Кибортт и Е. Трехцински* — Обзор методов консервации автоматических телефонных станций 68

CONTENTS

1. *S. Jarkowski* — A method of determining transmission loss of radio-relay links at a frequency different from the measuring frequency 34
2. *A. Kietkiewicz* — An analysis of co-operation possibilities of colour television networks using varieties of the NTSC system 54
3. *J. Kibortt and J. Trechciński* — Methods of maintenance of automatic telephone exchanges 68

SOMMAIRE

1. *J. Jarkowski* — Méthode du calcul de l'affaiblissement de liaisons en faisceaux hertziens à une fréquence différente de la fréquence de mesure 34
2. *Kietkiewicz* — Analyse des possibilités de la coopération des réseaux de télévision en couleurs, contenant les variantes du Système NTSC 54
3. *J. Kibortt et J. Trechciński* — Aperçu des méthodes de maintenance des centraux téléphoniques automatiques 68

INHALTSVERZEICHNIS

1. *J. Jarkowski* — Bestimmung der Dämpfung von Richtfunkstrecken bei einer von der Messfrequenz verschiedenen Frequenz 34
2. *A. Kietkiewicz* — Analyse der Möglichkeit der Zusammenarbeit der die verschiedenen Varianten des NTSC -- Systems benutzenden Netze des Farbfernsehens 55
3. *J. Kibortt und J. Trechciński* — Überblick über die Wartungsmethoden von Selbstanschluss-Fernsprechanlagen 69

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRACE
INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

ROK VIII

ZESZYT 2(23)



W A R S Z A W A 1 9 6 1

I N S T Y T U T Ł Ą C Z N O Ś C I

Komitet Redakcyjny

Redaktor naczelny — *prof. mgr inż. Józef Wójcikiewicz*

Redaktorzy działów:

*inż. Aleksy Brodowski, doc. mgr inż. Sylwester Jarkowski,
doc. mgr inż. Lesław Kędziński*

Sekretarz Redakcji — *Edward Tomkiel*

Adres Redakcji

Instytut Łączności, Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Instytut Łączności. Warszawa 1961 r. Wydanie I. Nakład 520 egz. Ark. wyd. 5,5
Ark. druk. 5,985/A. Format B5. Papier druk. sat. kl. V, 70 gr, 70 × 100/16. Rękopis
oddano do składania 24.4.61 r. Podpisano do druku 9.X.61 r. Druk ukończono
w październiku 1961 r.

Zam. 714/61.

S-82

Cena zł 20.—

Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, Warszawa.

SYLWESTER JARKOWSKI

621.396.65.08

OKREŚLENIE TŁUMIENIA TRASY LINII RADIOWEJ PRZY CZĘSTOTLIWOŚCI RÓŻNEJ OD POMIAROWEJ

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego 26.11.1960 r.

Praca jest przeznaczona dla specjalistów zajmujących się obliczaniem tłumienia tras linii radiowych. Autor podaje analizę parametrów zależnych od częstotliwości nośnej, sposób postępowania przy przeliczaniu tłumienia trasy z jednej częstotliwości na drugą oraz omawia pomiary, które należy wykonać, aby przeliczenie takie można było przeprowadzić.

Ze względu na trudny temat będący przedmiotem pracy omówiono również niektóre podstawowe zjawiska propagacyjne i parametry urządzeń linii radiowych ważne z punktu widzenia tej pracy.

1. WSTĘP

Przy projektowaniu nowych linii radiowych obliczenie tłumienia tras wykonuje się na podstawie wzorów i metod ogólnie znanych, a następnie otrzymane wyniki sprawdza się eksperymentalnie. W niektórych bardzo prostych przypadkach ze względu na ukształtowanie terenu i na warunki meteorologiczne można poprzestać na obliczeniach teoretycznych, dokładność których jest dostatecznie duża dla celów praktycznych.

Posiadając odpowiednie pomiary tłumienia trasy wykonane przy jednej częstotliwości, można w pewnych przypadkach określić tłumienie trasy, jakie wystąpiłoby przy innej częstotliwości. W pracy niniejszej podano sposób postępowania przy tym przeliczaniu oraz dla lepszego jego zrozumienia przeprowadzono analizę parametrów linii radiowej, zależnych od częstotliwości nośnej. Ta metoda postępowania zastosowana w praktyce powinna pozwolić na uniknięcie konieczności wykonywania nowych pomiarów wstępnych, co daje oszczędności w kosztach projektowych jak i w czasie.

Należy tu przypomnieć, że kryterium oceny pracy linii radiowej stanowi rozkład w czasie stosunku sygnału do zakłóceń, który to rozkład z kolei zależy od prawdopodobieństwa występowania tych czy innych warunków propagacyjnych.

Wiadomo że literatura światowa nie rozporządza dostatecznym materiałem statystycznym dotyczącym rozchodzenia się fal w troposferze, szczególnie dla bardzo małych procentów czasu rzędu 0,001% interesujących specjalistów z telegrafii.

Dlatego też w pracy tej poświęcono więcej uwagi zrozumieniu samych zjawisk, pozostawiając projektantowi wolną rękę w praktycznym zastosowaniu proponowanej metody. Droga ta wydaje się raczej słuszna, jeśli chodzi o tak złożone zjawiska jak propagacja troposferyczna, tym bardziej, że gdyby można było opracować ścisły sposób przeliczania tłumienia tras z jednej częstotliwości na drugą, wielu badaczy już dawno niewątpliwie pokusiłoby się o rozwiązanie tego zagadnienia.

Na zakończenie wstępu należy zwrócić uwagę na to, że aczkolwiek tytuł pracy implikuje wykorzystanie istniejących wyników pomiarów, to jednak pomiary te muszą być tak wszechstronne i tak dokładne, aby metoda transpozycji mogła być zastosowana. Dlatego też w pracy poświęcono dużo miejsca również i wykonywaniu pomiarów, rejestracji ich wyników oraz urządzeniom antenowym stanowiącym integralny czynnik w pracy linii radiowych.

2. ROZWAŻANIA OGÓLNE

2.1. Metody określania tłumienia trasy

Obecnie istnieją dwa kierunki badania tłumienia tras linii radiowych, na których z kolei opierają się dwie metody obliczania tłumienia.

Pierwszy kierunek badania polega na studiach zmian parametrów meteorologicznych w czasie i w przestrzeni, a drugi na statystycznym zbieraniu informacji co do zaników fal w przypadku eksploatowanych lub eksperymentalnych linii radiowych przy określonych częstotliwościach.

Za pierwszą metodą opartą o znajomość danych meteorologicznych przemawia fakt, że posiadanie takich danych umożliwi obliczenie tłumienia tras przy różnych częstotliwościach roboczych, oczywiście przy założeniu, że umiemy z rozkładów parametrów meteorologicznych obliczać tłumienie fal. Za drugą metodą opartą o znajomość rozkładów statystycznych tłumienia fal przemawia to, że nie wykonując skomplikowanych pomiarów meteorologicznych, możemy bezpośrednio określić tłumienie danej trasy. Wadą natomiast pierwszej metody są skomplikowane pomiary przestrzenne różnych parametrów meteorologicznych — rzadko zresztą w praktyce wykonywanych w dostatecznym rozmiarze. Wadą zaś drugiej metody jest brak sposobu przeliczenia tłumienia pomierzonego przy jednej częstotliwości na tłumienie odpowiadające innej częstotliwości.

Niniejsza praca jest właśnie próbą znalezienia metody określania tłumienia trasy przy częstotliwości innej od pomierzonej.

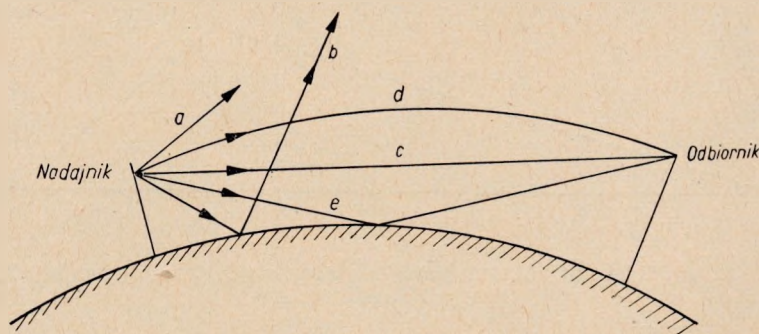
Metoda ta jest pewnym luźnym skojarzeniem obu metod, o których była mowa powyżej. W metodzie tej niektóre pomiary meteorologiczne służą do określenia zakresu jej stosowalności i ewentualnej korekcji obliczeń.

2.2. Mechanizm rozchodzenia się fal w troposferze

Jak wiadomo, natężenie pola w punkcie odbiorczym zależy, z punktu widzenia warunków propagacyjnych, od stopnia odchylenia wypromieniowanej wiązki fal i od przesunięcia fazowego promienia głównego i promieni odbitych, jeśli oczywiście pominąć wpływy deszczu lub pochłaniania molekularnego powietrza, które zresztą przy częstotliwościach 2000 do 7000 MHz są praktycznie do pominięcia.

Sprawa załamania fal w powietrzu jest jednak, z punktu widzenia praktycznego, bardziej skomplikowana niż to by się wydawało na pierwszy rzut oka, ponieważ zdarzają się takie przestrzenne rozkłady współczynnika refrakcji, że fala może być prowadzona na odległość kilkakrotnie przekraczającą zasięg optyczny lub ściślej mówiąc zasięg pseudooptyczny.

Zasięg pseudooptyczny jest to zasięg optyczny wydłużony o około od 15 do 20%, dzięki występowaniu pewnego średniego rozkładu współczynnika refrakcji powodującego załamanie promieni fal w kierunku ziemi.

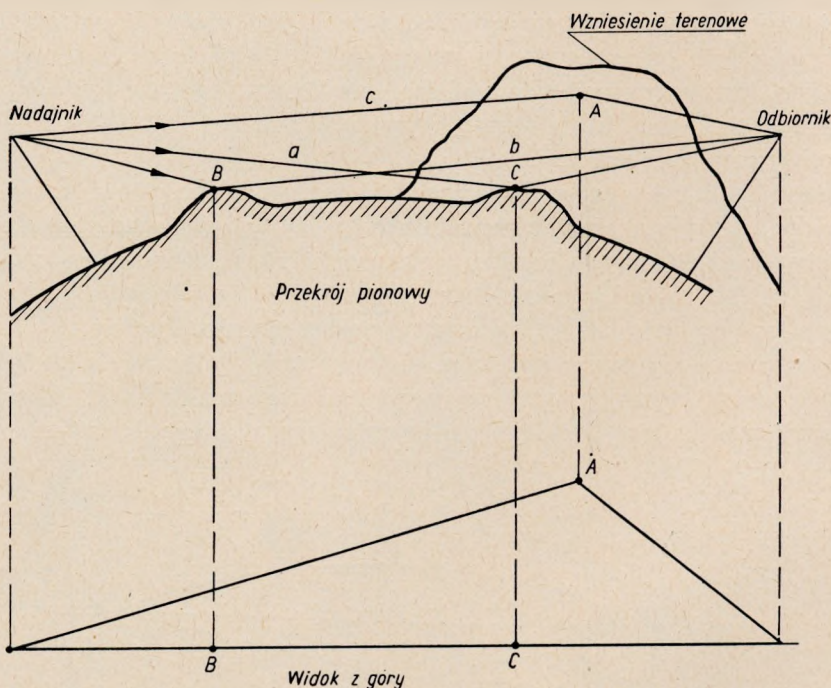


Rys. 1. Drogi promieni fal elektromagnetycznych w troposferze bez uwzględnienia mechanizmu rozpraszania fal w powietrzu

W przypadku prowadzenia energii na znacznie dalsze odległości mamy do czynienia ze zjawiskiem duktowym, tj. prowadzeniem fal jak gdyby w przewodnicy falowej. Bywają przypadki, że odległość taka równa się ośmiokrotnemu zasięgowi widzialnemu. Występuje to jednak stosunkowo rzadko, mniej więcej w ciągu części jednego procentu czasu.

Tak więc zależnie od wartości współczynnika refrakcji i jego rozkładu promień może dochodzić do odbiornika różnymi drogami lub może go mijać. Na rys. 1. promień *a* odchyła się do góry, a promień *b* do dołu, przy czym

obydwa mijają odbiornik. Wreszcie do odbiornika mogą dojść promienie c , d i e . Promień c biegnie po linii prostej, d po krzywej, np. zbliżonej do równoległej do powierzchni ziemi, a e po odbiciu od ziemi dochodzi do odbiornika. W tym ostatnim przypadku faza wektora natężenia pola zależy nie tylko od długości drogi przebytej, ale również od współczynnika odbicia od ziemi. W praktyce zachodzą również przypadki, że do odbiornika energia dochodzi jednocześnie kilkoma drogami. Takie przypadki należy jednak traktować bardzo ostrożnie. Występują one najczęściej w terenie górzystym,



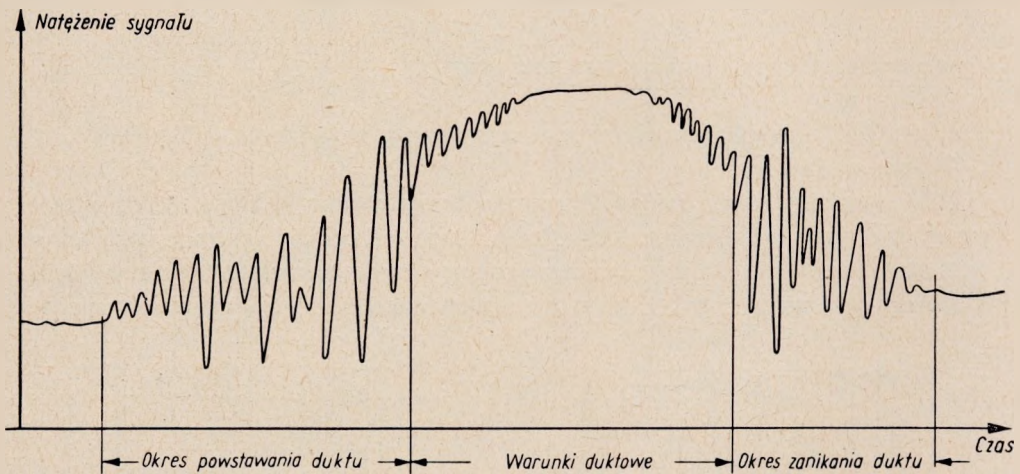
Rys. 2. Przykład odbicia od różnych punktów terenowych trzech promieni fal dochodzących do odbiornika

gdzie między nadajnikiem a odbiornikiem może występować kilka odbić od ziemi oraz od bocznych ścian wzniesień terenowych znajdujących się w stożku fal.

Na rys. 2 pokazano przypadek, gdy do odbiornika dochodzi energia trzema drogami a , b i c . Punkty odbicia oznaczono dużymi literami A , B i C .

Często również w górach występują zjawiska propagacji duktowej, gdy między nadajnikiem a odbiornikiem znajduje się wysoka góra. Na skutek dużych różnic w wartościach parametrów meteorologicznych na drodze fal łatwo tworzą się warunki duktowe, które umożliwiają doprowadzenie energii fal do odbiornika.

Do specjalnych warunków propagacyjnych można również zaliczyć przypadek, gdy trasa biegnie nad wodą. Wtedy na skutek prawie całkowitego odbicia fali od powierzchni wody mogą występować nawet zupełne zaniki fal lub zwiększenie sygnału odbieranego. W okresie tworzenia się duktów, szczególnie dla częstotliwości wyższych, pojawiają się szybkie okresowe zmiany natężenia pola aż do zaników włącznie. Zmiany stanu atmosfery w tym okresie powodują gwałtowne zmiany warunków propagacyjnych od warunków duktowych do zwykłych, na skutek czego promienie fal zostają raptownie pochwycone do duktu lub z niego zwolnione. Warunki takie zresztą łatwo rozpoznać. Na rys. 3 podano zapis odbioru fal w takich warunkach.



Rys. 3. Zapis zmian natężenia sygnału w duktowych warunkach atmosferycznych

W przypadku propagacji nad lądem odbicie fal ze względu na chropowatość powierzchni jest na ogół częściowe, tak że natężenie pola składowej fali odbitej wynosi najczęściej od 0,1—0,5 natężenia fali promienia bezpośredniego.

Zjawisko propagacji duktowej występuje stosunkowo rzadko, jeśli trasa biegnie nad suchym terenem płaskim, gdzie nie ma dużych skoków w wilgotności powietrza w funkcji wysokości. Jeśli jednak trasa biegnie nad terenem, gdzie mogą występować wilgotne powierzchnie, jak np. łąki, bagna, rozlewiska itp., to warunki mogą być podobne do rozchodzenia się fal nad wodą.

Przy rozważaniach warunków propagacyjnych dla linii horyzontalnych, dla których wykonywana jest ta praca, nie bierze się pod uwagę mechanizmu rozchodzenia się fal na skutek zjawiska rozproszenia. Błąd, który popełnia się przy tym założeniu, jest w świetle dotychczasowych poglądów do pominięcia.

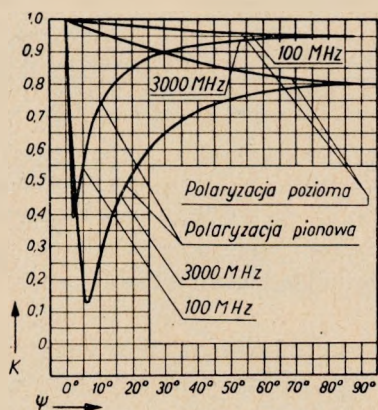
3. METODA OKREŚLENIA TŁUMIENIA TRASY PRZY CZĘSTOTLIWOŚCI RÓŻNEJ OD POMIAROWEJ

3.1. Natężenie pola

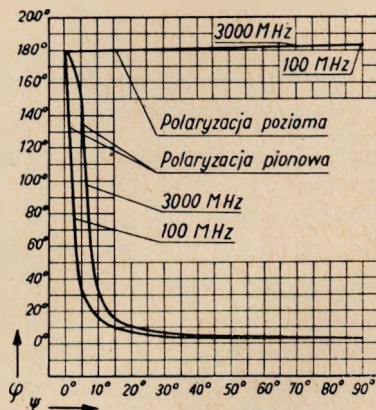
Natężenie pola w dowolnym miejscu leżącym na badanej trasie zależy od charakteru danej trasy jak i danych technicznych urządzeń nadawczych. Wyszczególniając wszystkie parametry można napisać, że na natężenie pola dla linii horyzontalnych mają wpływ następujące czynniki:

- 1) odległość odbiornika od nadajnika,
- 2) liczba promieni dochodzących do odbiornika i ich fazy,
- 3) wartości współczynników odbicia poszczególnych promieni fal i ich fazy,
- 4) stopień rozproszenia energii przy odbiciu,
- 5) atmosfera,
- 6) charakterystyka przestrzenna nadawczego urządzenia antenowego,
- 7) moc nadajnika.

Przy rozpatrywaniu zmian tłumienia trasy można założyć, że odległość stacji jest stała, że istnieje jeden tylko promień odbity, że moc nadajnika jest stała, wreszcie, że natężenia rozpatrywanych promieni fal na wyjściu z anteny są równe. Ostatni ten warunek oznacza, że nie mamy do czynienia



Rys. 4. Moduł współczynnika odbicia od wody morskiej fal, o częstotliwościach 100 MHz i 3000 MHz, w zależności od kąta padania ψ [8]

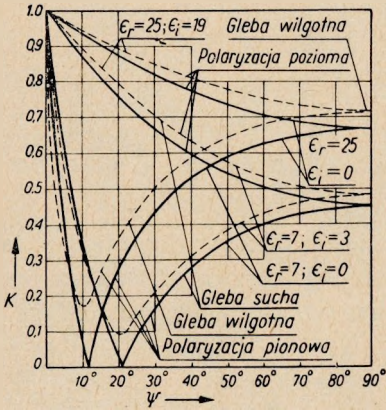


Rys. 5. Faza współczynnika odbicia od wody morskiej fal, o częstotliwościach 100 MHz i 3000 MHz, w zależności od kąta padania ψ [8]

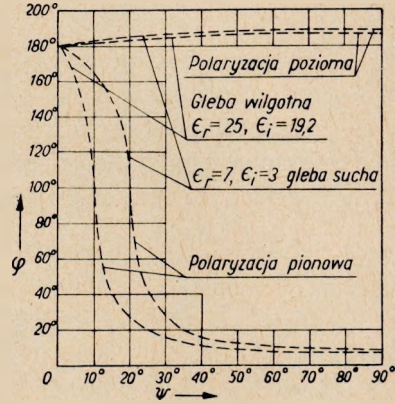
z bardzo dużymi wzniesieniami, na których są umieszczone urządzenia nadawczo-odbiorcze, co dla przeciętnych warunków eksploatacyjnych i technicznych można bez zastrzeżeń przyjąć. W terenach górzystych natomiast, żadna metoda transponowania wyników pomierzonych czy nawet metoda

obliczenia tłumienia tras nie da wyników nawet przybliżonych. W takich przypadkach należy wykonać pomiary eksperymentalne.

Na rysunkach 4, 5, 6 i 7 podano dla różnych przypadków moduł współczynnika odbicia i jego fazę w zależności od kąta padania fali.



Rys. 6. Moduł współczynnika odbicia od suchej i wilgotnej gleby fal, o częstotliwości powyżej 200 MHz, w zależności od kąta padania ψ [8]; ϵ_r i ϵ_i składniki względnej zespolonej przenikalności dielektrycznej



Rys. 7. Faza współczynnika odbicia od suchej i wilgotnej gleby fal, o częstotliwościach powyżej 200 MHz, w zależności od kąta padania ψ [8]; ϵ_r i ϵ_i składniki względnej zespolonej przenikalności dielektrycznej

Jak widać, z przebiegu krzywych dla bardzo małych kątów padania, z którymi w praktyce mamy do czynienia, można przyjąć, że moduł współczynnika równa się jedności, a faza 180° . W przypadku gładkiej ziemi nie zależą one praktycznie od rodzaju gleby, częstotliwości jak i polaryzacji. Kąt padania fali zależy od wysokości umieszczenia anten i od odległości stacji.

Dla przeciętnych warunków terenowych można przyjąć, że wysokość anten wynosi 50 metrów, a odległość stacji 50 km.

Przyjmując ziemię płaską otrzymamy kąt padania w przybliżeniu równy $\frac{50 \cdot 57^\circ}{25000} \cong 0,1^\circ$. Dla ziemi kulistej kąt ten jest jeszcze mniejszy. W wyjątkowych tylko przypadkach należy zwrócić uwagę na ten parametr. Jak widać ze wspomnianych rysunków, dla pewnych kątów znacznie większych, moduł współczynnika jak i jego faza mogą być bliskie nawet wartości zerowej. W wyniku powyższej analizy praktycznie mamy do czynienia tylko z trzema parametrami:

- 1) wartością i fazą fali odbitej na skutek różnicy dróg i wpływu ziemi w punkcie odbicia,
- 2) stopniem rozproszenia fali przy odbiciu od ziemi,
- 3) rozkładem przestrzennym współczynnika refrakcji.

3.2. Wpływ częstotliwości na wartość i fazę fali odbitej oraz stopień rozproszenia

Wychodząc ze wzoru na natężenie fali odbitej E_o

$$E_o = E_b K e^{-j\varphi}$$

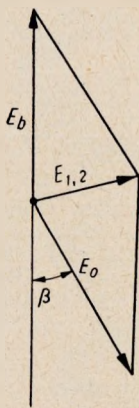
gdzie:

E_b — natężenie fali bezpośredniej,

K — moduł współczynnika odbicia,

φ — przesunięcie fazowe spowodowane glebą.

Jak to było powiedziane w poprzednim punkcie, dla ziemi gładkiej i małych kątów padania otrzymamy $K = 1$ i $\varphi = 180^\circ$.



Rys. 8. Składowe natężenia pola w miejscu odbioru

Jednak na skutek różnicy dróg między falą padającą i bezpośrednią otrzymamy dalsze przesunięcie fazy o kąt β_1 , który wynosi:

$$\beta_1 = \frac{2\pi}{\lambda_1} \Delta l$$

gdzie:

λ_1 — długość fali.

Δl — różnica dróg.

Biorąc powyższe pod uwagę, zgodnie z rys. 8 otrzymamy natężenie fali wypadkowej E_1

$$E_1 = 2E_p \sin \frac{\beta_1}{2}$$

Zakładając w dalszym ciągu, że dla częstotliwości f_2 kąt przesunięcia fazy wynosi β_2

$$\beta_2 = \frac{2\pi}{\lambda_2} \Delta l$$

otrzymamy natężenie fali wypadkowej E_2 :

$$E_2 = 2E_p \sin \frac{\beta_2}{2}$$

Stąd stosunek E_2 do E_1

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sin \frac{\beta_2}{2}}{\sin \frac{\beta_1}{2}}$$

Dla właściwie zbudowanej linii radiowej kąt β_1 powinien wynosić 180°

lub jego wielokrotność, co zgodnie z rys. 8 oznacza, że natężenia pól dodają się arytmetycznie. Przyjmując więc, że to ma miejsce otrzymamy zależność

$$\frac{E_2}{E_1} = \sin \frac{\beta_2}{2} = \sin \frac{\pi}{\lambda_2} \Delta l$$

Jak widać, stosunek ten przy stałej wartości Δl zmienia się sinusoidalnie zależnie od wartości λ_2 . W przypadku gdy zachodzi zależność

$$\frac{\pi}{\lambda_2} \Delta l = 0, \pi, 2\pi \dots$$

stosunek E_2 do E_1 wynosi zero, co oznacza, że przy fali λ_2 ma miejsce kompensacja fali padającej i odbitej.

W przypadku gdy

$$\frac{\pi}{\lambda_2} \Delta l = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2} \dots$$

otrzymujemy $E_2 = E_1$.

Oczywiście, jeśli linia radiowa jest tak zbudowana, że kąt β_1 jest znacznie mniejszy od $180^\circ n$, gdzie $n = 1, 2, 3, \dots$, to przy zmianie częstotliwości możemy otrzymać nawet kilkakrotny wzrost natężenia fali E_2 . Taki wzrost między innymi jest wskaźnikiem, że linia nie była właściwie zbudowana.

Przyczyną tego może być faza współczynnika odbicia różna od 180° , lub że pierwsza strefa Fresnela nie jest wolna. Przy zmianie częstotliwości w zakresie rozpatrywanym, to jest od 2000 MHz do 7000 MHz, i przy założeniu, że linia była właściwie zbudowana, otrzymamy zmianę natężenia pola, którą łatwo możemy obliczyć na podstawie wzorów wyżej podanych

$$E_2 = E_1 \frac{\sin \frac{\beta_2}{2}}{\sin \frac{\beta_1}{2}};$$

Dla częstotliwości 2000 MHz, której odpowiada długość fali $\lambda_1 = 15$ cm, otrzymamy

$$\beta_1 = \frac{2\pi \cdot \Delta l}{\lambda_1} = \pi$$

stąd różnica dróg wynosi

$$\Delta l = \frac{\lambda_1}{2} = \frac{15 \text{ cm}}{2} = 7,5 \text{ cm}$$

Dla częstotliwości 7000 MHz, której odpowiada długość fali $\lambda_2 = \frac{15}{3,5}$ cm, otrzymamy

$$\beta_2 = \frac{2\pi}{\lambda_2} \Delta l = \frac{2\pi \cdot 7,5 \cdot 3,5}{15} = \pi \cdot 3,5$$

stąd

$$E_2 = E_1 \cdot \sin \frac{3,5 \cdot \pi}{2}$$

$$E_2 = E_1 \cdot \sin 45^\circ = E_1 \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Przy zmianie częstotliwości z 2000 MHz na 7000 MHz natężenie fali zmniejszy się 1,4 razy, czyli o 3 dB.

Oczywiście rozważania te są słuszne przy gładkiej ziemi i spokojnej atmosferze. W praktyce powierzchnia gleby jest zmienna zależnie od pory roku i rodzajów opadów. Największy wpływ jednak na stopień rozproszenia fali w miejscu odbicia ma chropowatość ziemi. Według W. A. Smirnowa [10] padająca fala zostaje rozproszona, jeśli wysokość nierówności h spełnia warunek

$$h > \frac{\lambda}{16 \sin \psi}$$

gdzie:

λ — długość fali,

ψ — kąt padania.

Na przykład przy wysokości anten $h_1 = h_2 = 70$ m i odległości stacji 40 km oraz przy $\lambda = 15$ cm otrzymujemy

$$\psi \cong \sin \psi = \frac{70}{20 \cdot 10^3} = 3,5 \cdot 10^{-3}$$

$$h > \frac{0,15}{16 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3}} = 2,7 \text{ m}$$

Jak widać z nierówności, czym fala jest krótsza, tym chropowatość ma większy wpływ.

Szczegółowe dane co do współczynników odbić fal o długości od 10 m do 7 cm i różnych gleb można znaleźć u U. Dołuchanowa [11] na str. 371 do 383.

Gdyby zaszedł w praktyce przypadek, że dla fal krótszych utworzyłaby się druga strefa Fresnela, to należałoby zmienić znak przy sumowaniu pola fali bezpośredniej i odbitej. Gdyby stwierdzono również, że na skutek pewnych warunków promień odbity jest całkowicie rozproszony lub nie dochodzi do odbiornika, pozostaje wtedy oczywiście uwzględnić jedynie refrakcję atmosfery.

Należy również przypomnieć, że przy pionowej polaryzacji fali dla kąta pseudo — Brewstera współczynnik odbicia fal centymetrowych od wody wynosi wartość małą jak to widać z rysunków 4, 5, 6 i 7. Dla gleb suchych kąt ten występuje dla większych kątów padania, a ze względu na chropowatość powierzchni jest bardzo rozmyty.

3.3. Atmosfera

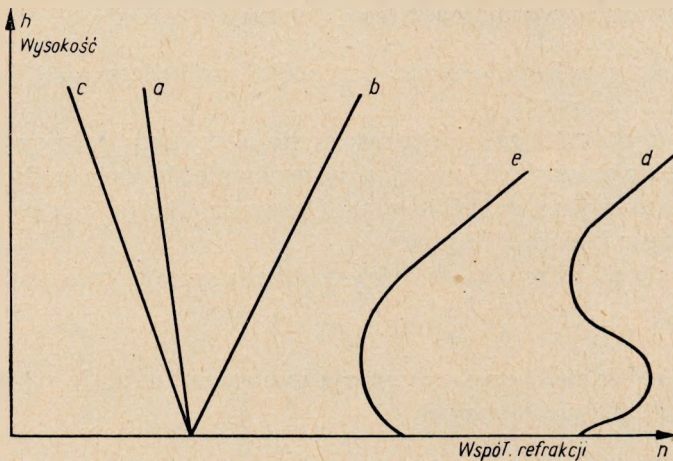
Decydującym więc ostatecznie czynnikiem, który stanowi o zmianach warunków propagacji jest atmosfera, czyli rozkład współczynnika refrakcji wzdłuż trasy.

Dla lepszej interpretacji otrzymanych wyników pomiarowych należy szczegółowo omówić mechanizm propagacji fal w troposferze z punktu widzenia stanów atmosfery.

3.3.1. Atmosfera standardowa

W miarę posuwania się od powierzchni ziemi w górę obserwujemy, że w normalnych warunkach atmosferycznych ciśnienie, temperatura i wilgotność maleją, a więc i współczynnik refrakcji też maleje.

Istnieją jednak niernormalne stany atmosfery, gdzie współczynnik refrakcji rośnie z wysokością lub niewspółmiernie maleje, wreszcie jest zmienny w sposób nieregularny. Na rysunku 9 podano poglądowo typowe przebiegi



Rys. 9. Przykład przebiegu współczynnika refrakcji n w zależności od wysokości

wspomnianych przypadków. Krzywa a przedstawia normalny rozkład, b — rozkład, wg którego współczynnik refrakcji n rośnie z wysokością h i c — gdzie maleje z wysokością w stopniu większym niż dla krzywej a . Krzywe d i e przedstawiają tak zwane stany duktowe.

Normalny rozkład odpowiada tak zwanej normalnej atmosferze, która występuje w ciągu 50% czasu w okresie dostatecznie długim. Normalna atmosfera jest oczywiście różna, zależnie od położenia geograficznego. Należy ją ponadto rozumieć jako średnią danego obszaru geograficznego z wyłączeniem mikroklimatów. Oczywiście w praktyce należy pamiętać, że jakiś

pojedynczy odcinek może leżeć w mikroklimacie i wtedy należy go traktować oddzielnie. Dla warunków polskich atmosfera normalna nie jest jeszcze określona. Jako przykład takiej atmosfery odpowiadającej w przybliżeniu warunkom geograficznym polskim można podać opracowane przez National Advisory Committee on Aeronautics (Naca) dane atmosfery standardowej dla Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej. Atmosfera taka charakteryzuje się następującymi parametrami i ich wartościami:

- ciśnienie powietrza na poziomie morza wynoszące 1013,3 mb,
- ciśnienie pary wodnej na poziomie morza równe 10,0 mb, malejące z wysokością w stosunku 0,3 mb na każde 100 m wzniesienia,
- temperatura na poziomie morza wynosząca 15°C i malejąca z wysokością w stosunku 6,5°C na 1 km aż do wysokości 11 km, gdzie ustala się na — 55°C.

Dane te po przeliczeniu mają zmianę modułu M z wysokością równą 12 jednostkom na 100 m. Atmosfera standardowa daje pozorne zwiększenie promienia ziemskiego równe $4/3$ promienia rzeczywistego.

3.3.2. Atmosfera nienormalna. Stany duktowe

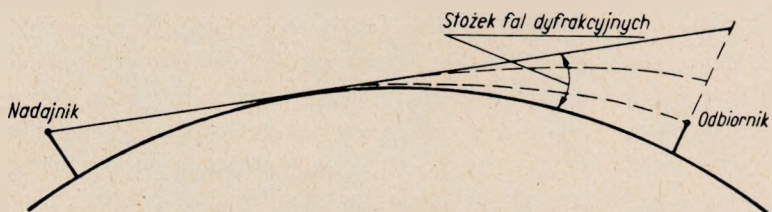
Na rysunku 1 pokazano różne przypadki rozchodzenia się fal przy różnych stanach atmosfery.

Jak widać, promień może być tak silnie odchylony do góry lub do dołu, że nie trafia do anteny odbiorczej, a może również być prowadzony jak gdyby falowodem wprost do odbiornika. Oczywiście istnieje wiele stanów pośrednich często bardzo złożonych.

W rozdziale pt. „Propagacja duktowa” będą szczegółowo omówione stany duktowe.

3.3.3. Przypadek specjalny, gdy stacja odbiorcza znajduje się w cieniu stożka fal dyfrakcyjnych

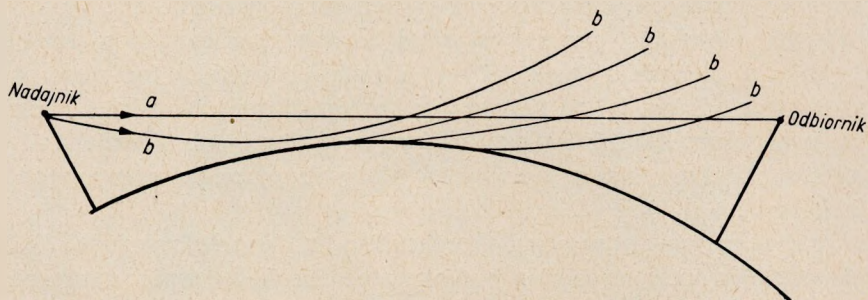
Na rysunku 10 podano przypadek, gdy stacje są umieszczone tak nisko, że komunikacja odbywa się na zasadzie zjawiska dyfrakcji. Przypadek ten może mieć miejsce również, gdy linia łącząca obie stacje przebiega tak blisko ziemi, że gdy wystąpi silne ujemne nachylenie rozkładu współczynnika re-



Rys. 10. Uginanie się promieni fal na przeszkodzie kulistej przy normalnej refrakcji

frakcji w funkcji wysokości, promień fali zostaje odchyłony w dół w kierunku ziemi, a do odbiornika może dojść jedynie składowa dyfrakcyjna.

Na rysunku 11 oznaczono jej przebieg literą *b*. W przypadku tym zachodzi pogorszenie odbioru. Linia *a* przedstawia drogę fali przy refrakcji normalnej.



Rys. 11. Uginanie się promieni fal na przeszkodzie kulistej przy silnej refrakcji

Tłumienie spowodowane tym zjawiskiem na powierzchni kulistej można obliczyć wg znanego wzoru [1]

$$A_d = \frac{0,75}{\sqrt[3]{\lambda}} \left(\frac{R_z}{R_r} \right)^{-2/3} d_0 + 17 \text{ (dB)}$$

gdzie:

A_d — tłumienie fal w dB,

λ — długość fali w metrach,

R_r — rzeczywisty promień ziemi w km,

R_z — zastępczy promień ziemi w km,

d_0 — długość części niewidocznej w km wg rys. 12, przy czym

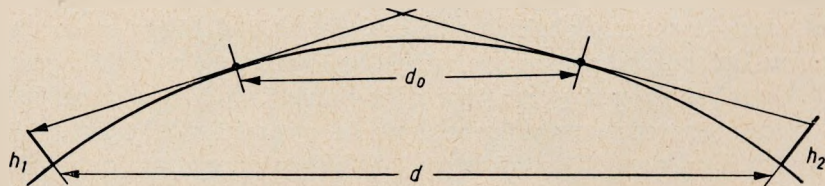
$$d_0 = d - 3,56 \sqrt{\frac{R_z}{R_r} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})}$$

gdzie:

h_1 i h_2 — wysokości umieszczenia anten w m,

d — odległość anten w km.

Jak widać ze wzoru, dla fal krótszych tłumienie rośnie z pierwiastkiem



Rys. 12. Podział odległości między anteną, na części w zasięgu widzialnym i niewidzialnym

trzeciego stopnia. Dla stosunku częstotliwości 7000 MHz i 4000 MHz, tłumienie wzrosło o 1,44 dB, co jest niewielką jego zmianą.

Rozpatrując wpływ atmosfery na zachowanie się fal nie od rzeczy będzie omówić wyniki pomiarów eksperymentalnych tłumienia tras, podane w sprawozdaniach Nr 130 i Nr 132 CCIR [3].

Dla zmniejszenia silnych i krótkotrwałych zaników dokument Nr 130 zaleca, aby na odcinkach, gdzie występują bardzo silne zaniki fal stosować odbiór zbiorczy. Odcinki takie dotyczą długich przelotów lub warunków, gdzie powstaje odbicie fal od powierzchni wody. Należy również podkreślić fakt, że największe zaniki mają miejsce w nocy, kiedy obciążenie linii jest najmniejsze. Wykorzystanie tego faktu zależy od wymagań stawianych danej linii.

Aczkolwiek mowa jest w tym dokumencie o liniach telefonicznych to fakt silnych zaników nocnych można wykorzystać dla złagodzenia wymagań na linii przenoszące i sygnały telewizyjne, ponieważ nadawanie programów rzadko przedłuża się do późnych godzin nocnych.

Pewne dane z obserwacji wskazują, że dla linii dłuższej od 250 km, dla większej części czasu, podstawowe zakłócenia rozkładają się proporcjonalnie do jej długości. Błąd popełniony przy takim założeniu jest niewielki. Jak wynika z różnych dokumentów, można się domyślać, że za podstawowe zakłócenia autorzy różnych zaleceń przyjmują głównie szumy cieplne. Zakłócenia intermodulacyjne natomiast nie rozkładają się proporcjonalnie do długości, rosną szybciej niż proporcjonalnie. Ponieważ jednak błąd i tu wydaje się być niewielki, CCIR proponuje dla linii powyżej 250 km przyjąć liniową zmianę mocy zakłóceń w funkcji długości linii.

Rozważając silne zakłócenia występujące dla bardzo małych procentów czasu można przyjąć, że poniżej 0,1% czasu, a w pewnych przypadkach i poniżej 1% czasu, zakłócenia takie dodają się również proporcjonalnie do długości linii poczynając od 250 km. Błąd, jaki popełnia się przy tych założeniach w obu przypadkach, wynosi wartość maksymalną od 3 do 4 dB w granicach od 0,1% do 10% czasu.

Warto tu również przytoczyć dane amerykańskie ze sprawozdania Nr 130, dotyczące zależności między krótko i długo trwającymi zakłóceniami występującymi w liniach radiowych oraz krzywe rozkładu zakłóceń wg danych angielskich ze sprawozdania Nr 132. Według danych amerykańskich rozkład czasu trwania głębokich zaników dla częstotliwości nośnych używanych w liniach radiowych ma przebieg logarytmu naturalnego, który można scharakteryzować przez jego nachylenie i średnią wartość lub medianę. Według szeregu pomiarów nachylenie wynosi $1g_{10}2.7$ i jest praktycznie niezależne od częstotliwości nośnej. Pomiar przeprowadzono na pojedynczych i wielokrotnych, aż do 68 odcinków linii i przy częstotliwościach od 2000 do 6000 MHz w różnych warunkach propagacyjnych. Odcinkiem

linii w niniejszych rozważaniach nazywamy odległość dwóch kolejnych stacji linii radiowej. Tylko dla linii o małych prześwitach na skutek zaników wynikających z ugięcia fal nachylenie bywa większe.

Średni czas jednego zaniku o określonej głębokości jest odwrotnie proporcjonalny do częstotliwości, chociaż liczba zaników jest proporcjonalna do częstotliwości. To znaczy, że całkowity czas zaników jest prawie stały aż do stosunku częstotliwości 1 : 2.

Przy częstotliwości 400 MHz przeciętny czas trwania zaniku jest rzędu 7 do 9 sekund przy jego głębokości 30 dB, i od 4 do 5 sekund przy głębokości 40 dB. Pomiarów wykonano dla linii składającej się z szeregu odcinków o długości 40 km każdy. Czas trwania zaników jest odwrotnie proporcjonalny do długości odcinków. Znalezione, że przy linii radiowej o odcinkach 40 km i linii o odcinkach 70 km stosunek czasu trwania zaników wynosił 70 : 40.

Na podstawie wyników tych można znaleźć zależność liczby i czasu trwania zaników od całkowitego czasu, w którym zaniki przekraczają daną wartość w okresach np. miesięcznych. Niech na przykład w linii radiowej o częstotliwości 4000 MHz, w miesiącach najgorszych występują w każdym z jej odcinków zaniki o głębokości 40 dB i o całkowitym czasie trwania n sekund. Przy liczbie odcinków N , całkowity czas zaników będzie wynosił nN sekund.

Jeśli przyjmiemy, jak to podano wyżej, że dla 4000 MHz średni czas trwania zaniku wynosi około 4,5 sek przy 40 dB zanikach, to liczba zaników wyniesie

$$\frac{nN}{4,5} = 0,22 nN$$

Oczywiście dla linii o częstotliwości 2000 MHz liczba zaników wynosiłaby

$$\frac{0,22 nN}{2} = 0,11 nN$$

Zaobserwowano również, że zaniki zmieniają się z dnia na dzień i z godziny na godzinę, przy czym współczynnik zmian z dnia na dzień dla linii o długości 450 km złożonej z 8 odcinków wynosił 6, a dla zmian godzinowych aż 60.

Obliczając liczbę zaników w najgorszym dniu i w najgorszym miesiącu dla linii podanej wyżej, pracującej przy częstotliwości 4000 MHz, otrzymamy:

$$\frac{0,22 nN}{30 \text{ dni}} \cdot 6 = 0,044 nN$$

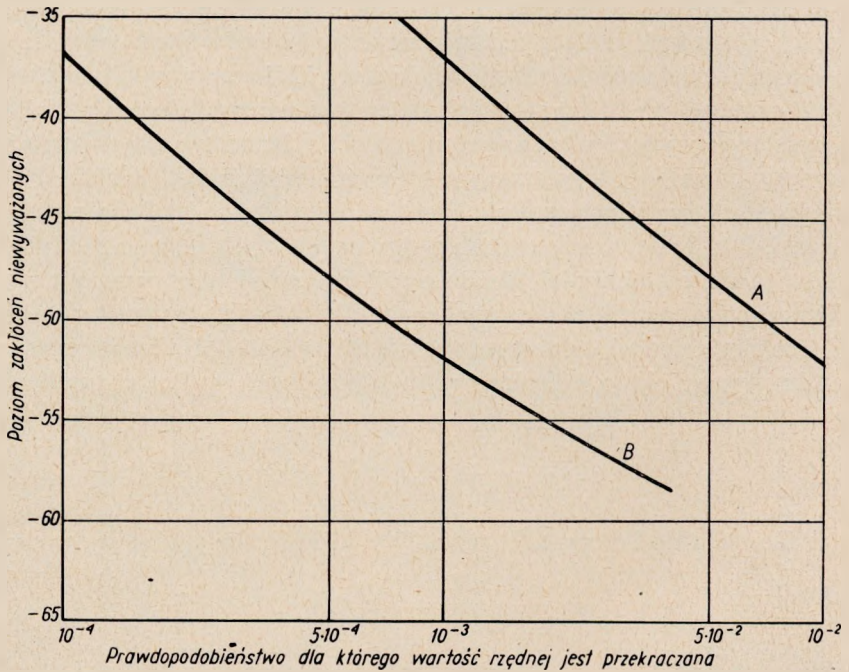
a w najgorszej godzinie i w najgorszym miesiącu

$$\frac{0,22 nN}{30 \text{ dni} \cdot 24 \text{ godz.}} \cdot 60 = 0,018 nN$$

Na zakończenie tych informacji warto jeszcze podać, że można znacznie

zredukować głębokie zaniki przez zastosowanie systemu zbiorczego. Próby wykonane wykazały, że przy użyciu przesuniętej częstotliwości o 100 MHz lub więcej od częstotliwości 4000 MHz lub rozstawienie anten w pionie o około 15 metrów lub więcej, tylko na 5% całkowitego czasu zaników o głębokości powyżej 40 dB nie można wpłynąć drogą odbioru zbiorczego. Również próby wykazały, że pozostałe zaniki trwają krócej o około 50% od zaników bez odbioru zbiorczego.

Na podstawie danych angielskich Komisja IX CCIR opracowała załączone poniżej krzywe rozkładu zakłóceń w czasie, dla łącza odniesienia o dłu-



Rys. 13. Rozkład zakłóceń w najgorszym miesiącu dla 2500 km [3]

gości 2500 km linii horyzontalnej z dostatecznym prześwitem. Do opracowania tych krzywych posłużyły materiały brytyjskie dotyczące pomiarów linii radiowej składającej się z 8 odcinków o łącznej długości 400 km i pracującej na częstotliwości 4000 MHz. Materiały te były zebrane z dwuletnich pomiarów. Opracowane krzywe są zgodne z podanymi w sprawozdaniu Nr 130 wynikami pomiarów amerykańskich.

Podane krzywe na rys. 13 odpowiadają różnym warunkom odbioru. Krzywa A przedstawia zakłócenia ciepłe łącza odniesienia składającego się z 16 odcinków z silnymi zanikami, z 16 odcinków z przeciętnymi zanikami i z 16 odcinków ze słabymi zanikami. Krzywa B przedstawia tę samą linię z zastosowaniem odbioru zbiorczego.

Pomiary wykonano za pomocą przyrządów o stałej czasu 1 sek. Zdaniem autorów różnica między wynikami pomiarów przyrządami o stałej czasu 5 ms i 1 sek jest niewielka, jeśli mamy do czynienia z typowymi zanikami fal, które występują w horyzontalnych liniach radiowych z odpowiednim prześwitem.

Średnią wartość mocy zakłóceń dla jednego odcinka linii, w nieobecności zaników określono na -78 dBmo.

Na podstawie bliższej analizy wyników pomiarów amerykańskich podanych w sprawozdaniu Nr 130 przedstawiono w tablicy 1 zestawienie liczby

Tablica 1

Liczba i czas trwania zakłóceń

Średnia moc zakłóceń w pasmie 3,1 kHz dBmo	Całkowity okres T sek trwania zakłóceń i ich liczba N w podanym przedziale mocy w najgorszym miesiącu			
	Krzywa A		Krzywa B	
	T	N	T	N
-37 do -39	780	195	78	19
-39 do -41	1040	216	104	21
-41 do -43	1560	280	156	28
-43 do -45	2050	320	205	32
-45 do -47	2820	392	282	39
-47 do -49	4160	520	416	52
-49 do -51	6500	738	650	73

całkowitego czasu trwania zakłóceń o charakterze impulsowym dla granic mocy od -37 do -51 dBmo. Jeśli chodzi o moce większe, interesujące specjalistów z telegrafii, to brak jest danych. W każdym razie jest pewne, że przy mocy 10^6 pW (-30 dBmo) całkowity czas będzie mniejszy od 780 sek dla krzywej A i 78 sek dla krzywej B (rys. 13). Przeciętny czas trwania zakłócenia będzie również mniejszy od 4 sek, który był przyjęty dla poziomu -38 dBmo.

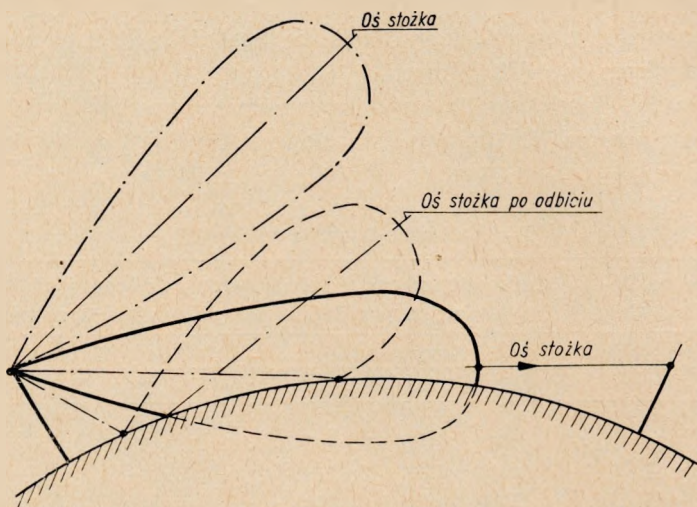
3.3.4. Wpływ szerokości wiązki fal na odbiór

Zjawisko, które jest przedmiotem rozważania, polega na odchyłaniu stożka fal w górę lub w dół zależnie od stanu atmosfery.

Na rysunku 14 pokazano odchylenie całego stożka fal w górę i w dół na skutek refrakcji. Oczywiście jest, że jeśli stożek jest węższy, to jest bardziej prawdopodobne, że wszystkie jego promienie zostaną odchyłone w dół lub w górę od pewnego średniego położenia. Przy odchyleniu stożka w dół otrzymuje się odbicie fal od ziemi ze stratą energii ze względu na rozpraszanie od ziemi.

W zależności od warunków, większa lub mniejsza część energii może do-
trzeć do odbiornika lub też nawet go minąć.

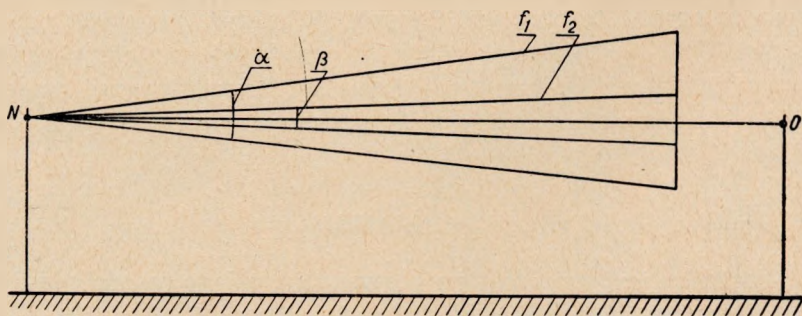
Dla dalszego uproszczenia obrazu naszego zjawiska założmy, że ziemia jest
płaska oraz, że charakterystyki anten są stożkami. Niech stożek o kącie α po-



Rys. 14. Odchylenie stożka fal pod wpływem zmian współczynnika refrakcji

dany na rys. 15 będzie charakterystyką anteny o częstotliwości f_1 , a stożek
o kącie β o częstotliwości $f_2 > f_1$.

Oczywiste jest, że jeśli stożki odpowiednio odchyłają się o kąt większy od
 $1/2\alpha$ lub $1/2\beta$ do odbiornika nie dojdzie energia.



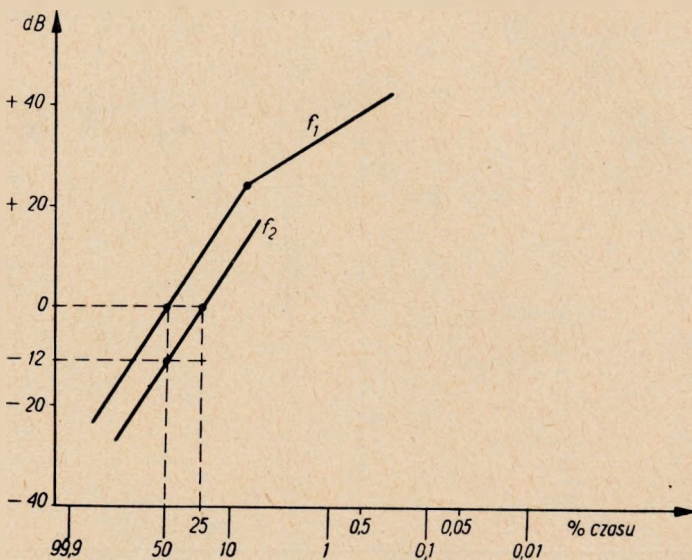
Rys. 15. Szerokości wiązek fal przy różnych częstotliwościach f_1 i f_2

Jeśli więc dla fali f_1 występują zaniki w granicach liniowych zmian rozkładu
współczynnika refrakcji, to dla częstotliwości f_2 zaniki występują częś-
ciej, odwrotnie proporcjonalnie do szerokości wiązki. Można określić czas
występowania zaników posługując się krzywą rozkładu zaników w czasie.

Załóżmy, że na rys. 16 mamy rozkład natężenia pola w czasie dla częstotliwości $f_1 = 2000$ MHz. Dla częstotliwości $f_2 = 7000$ MHz, procent czasu, w którym amplituda przekracza wartości 0 dB, czyli 50% czasu, będzie zmniejszony w stosunku kątów, a więc

$$\frac{50 \cdot \beta}{\alpha} \%_0$$

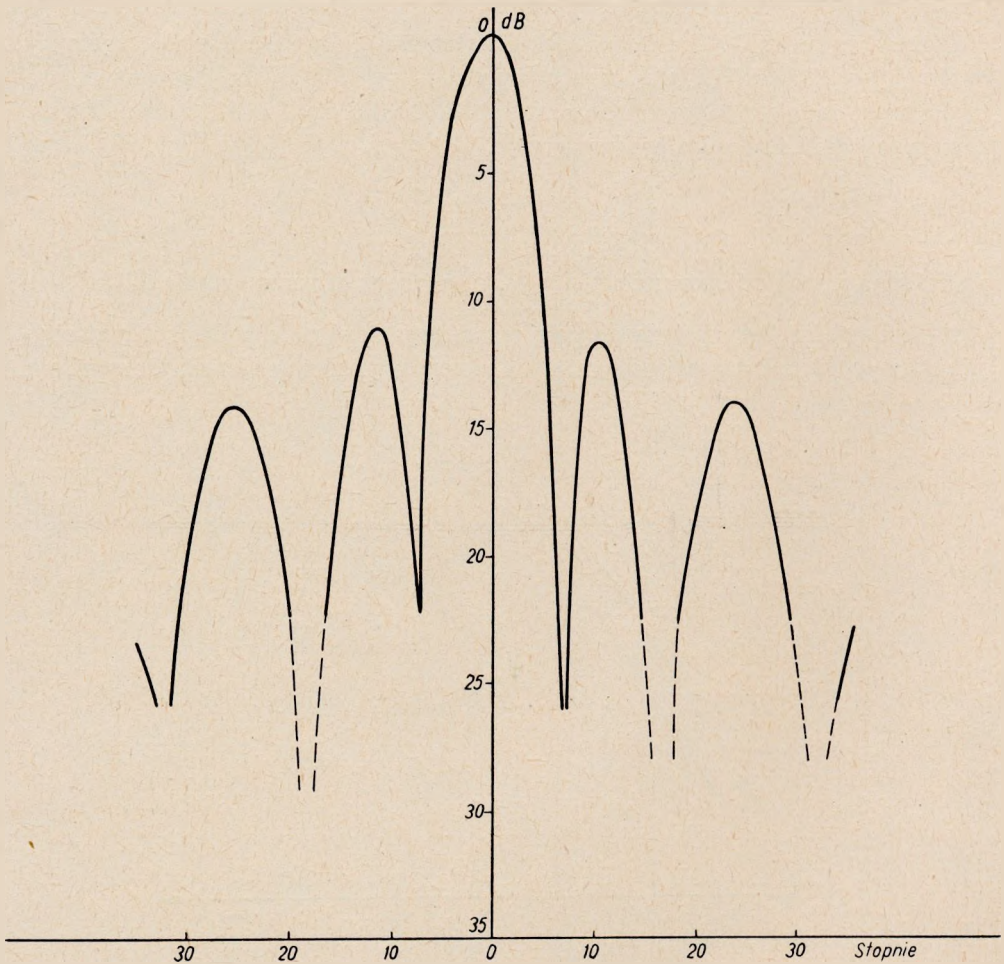
Jeśli na przykład stosunek $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{1}{2}$, to procent czasu wyniesie 25%. Według krzywej należy natężenie pola w miejscu odbioru dla częstotliwości f_2 podnieść o 12 dB dla zachowania tej samej wartości średniej. Oczywiście



Rys. 16. Rozkład natężenia pola w czasie dla częstotliwości f_1 i f_2

zrobiono tu założenie, że wiązka fal jest stożkiem, gdy tymczasem posiada ona kształt cygara z listkami bocznymi, których wartość natężenia pola może wynosić nawet 0,3 wartości wiązki głównej. Na rys. 17 pokazano przykładowo charakterystykę anteny z reflektorem paraboloidalnym, o średnicy aparatury 1,5 m i fali $\lambda = 18$ cm. Jak widać, najbliższe listki są odległe o około 10° od środka wiązki głównej. Dla fal krótszych, np. $\lambda = 4$ cm, kąt ten będzie wynosił około 2° .

Zjawisko to w warunkach propagacji nienormalnej może odegrać bardzo poważną rolę trudną do teoretycznego przewidzenia. Jedno w każdym razie jest niewątpliwe, że dla fal krótszych otrzymamy częstość występowania zaników czy też poprawy natężenia sygnału większe. Przy rozpatrywaniu konkretnych przypadków, znając charakterystyki anten i warunków propagacyjnych, można do obliczeń wprowadzić pewne korekcje.



Rys. 17. Charakterystyka anteny z reflektorem paraboloidalnym dla fal 18 cm

3.3.5. Propagacja duktowa

Pewne dalsze informacje co do warunków superrefrakcji można otrzymać, jeśli są prowadzone pomiary dotyczące czasu trwania duktów i ich wysokości. W każdym razie dla całości zagadnienia niewątpliwie korzystne będzie omówienie ich w tym miejscu.

Wiadomo że maksymalną długość fali prowadzonej w dukcie można określić w przybliżeniu wg wzoru

$$\lambda_{max} = 2,5d \sqrt{\Delta M \cdot 10^{-6}}$$

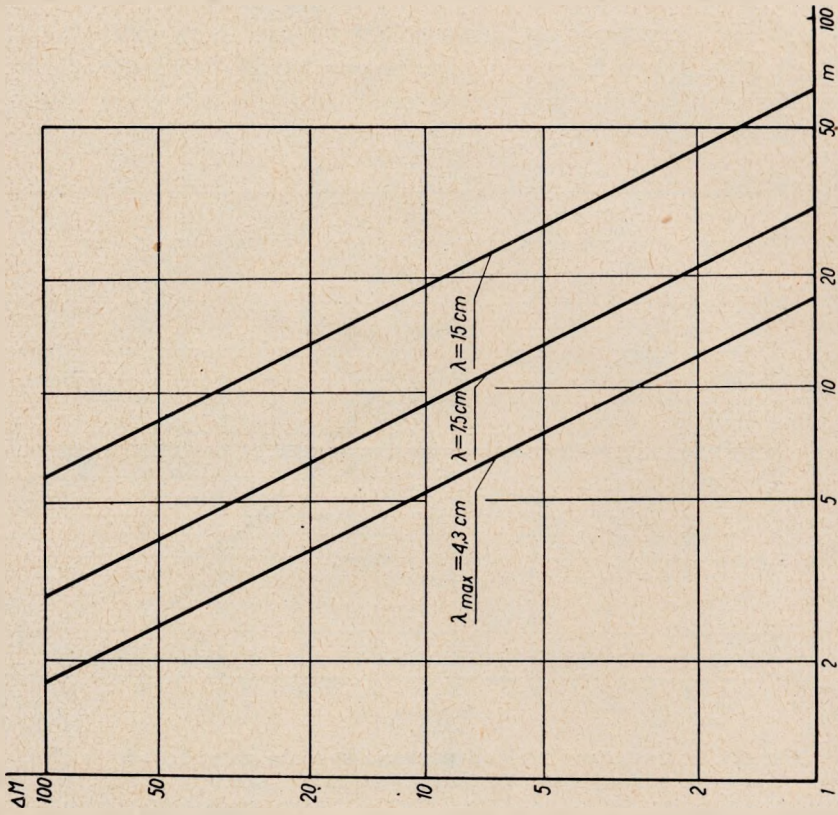
gdzie:

λ_{max} — długość fali w cm,

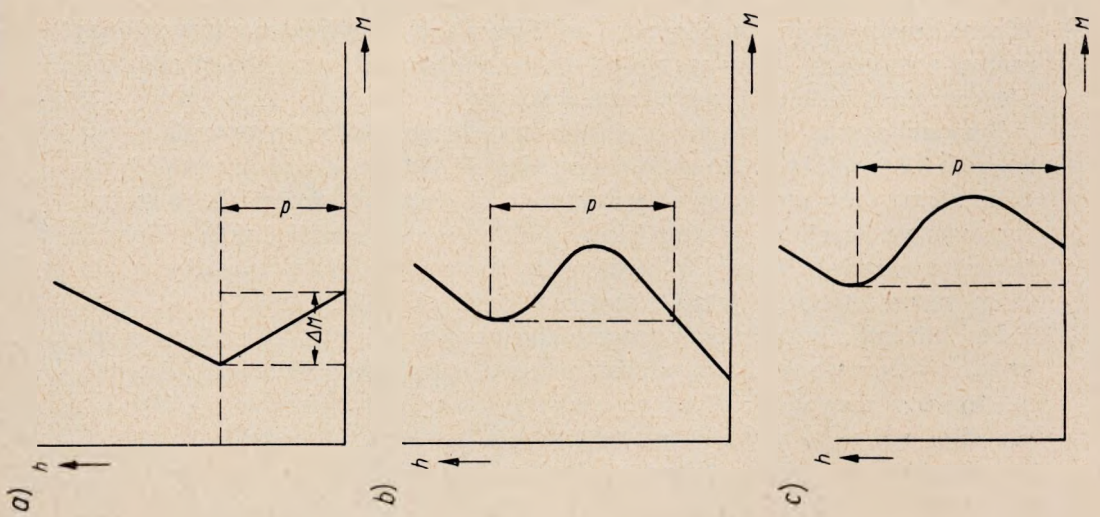
d — wysokość duktu w cm określona wg rys. 18,

ΔM — zmiana modułu współczynnika refrakcji w dukcie.

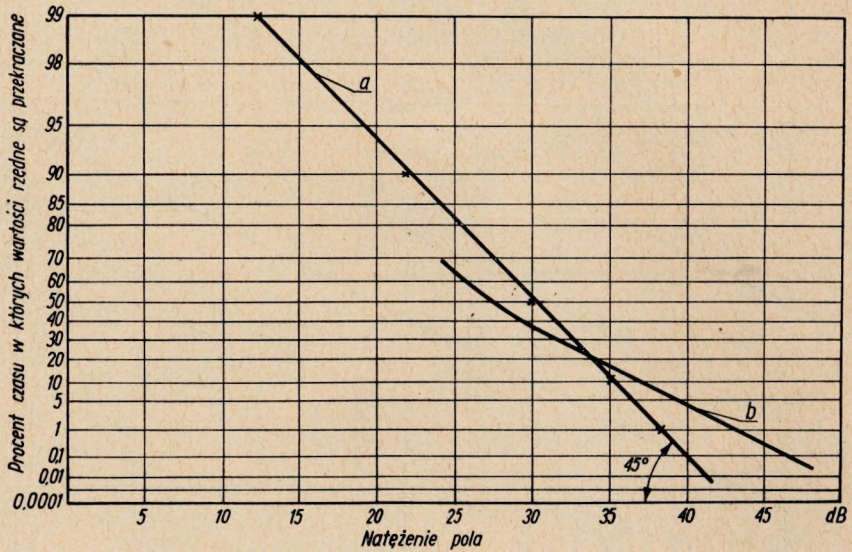
Rys. 18. Określanie wysokości duktu dla różnych przebiegów modułu M w funkcji wysokości [8]



Rys. 19. Wykres zależności $\Delta M = \frac{\lambda^2 \cdot 10^6}{d^2 \cdot 6,25}$ dla różnych fal [8]



Na rys. 19 podano przebieg tej zależności, a na rys. 20 — przykładowo wzięty z praktyki pomiar natężenia pola w funkcji czasu wykreślony na siatce Rayleigh'a. Jak widać z przebiegu na rys. 20, prosta *a* jest nachylona pod kątem 45 stopni i odpowiada rozkładowi Rayleigh'a, a krzywa *b* odpowiada jakiemś innemu rozkładowi i dotyczy warunków propagacji duktowej.



Rys. 20. Statystyczny rozkład poziomu sygnału na siatce Rayleigh'a. Na osi pionowej podany jest % czasu, w ciągu którego sygnał jest większy od wartości podanej na osi poziomej. Prosta *a* odpowiada normalnym warunkom atmosferycznym, a krzywa *b* dotyczy warunków duktowych.

Omawiana metoda w zakresie obliczania natężenia pola dotyczy warunków normalnych, a więc prostej *a*. Krzywa *b* odpowiadająca wszelkim innym warunkom propagacyjnym może obejmować zjawiska propagacji nienormalnej, a więc i propagację duktową.

Przy obliczaniu zmian rozkładu dla innych częstotliwości zgodnie z rozdziałem 3.3.2 należy zachować dużą ostrożność. Gdyby wraz z krzywą *b* były dane histogramy występowania duktów o różnych wysokościach, to można wprowadzić korekcję obliczeń biorąc pod uwagę wysokość duktu i długość fali prowadzonej. Należy tu podkreślić, że w ogólnym przypadku *a* i *b* mogą razem stanowić jakąś bliżej nieokreśloną linię ciągłą.

Dla bliższego wyjaśnienia propagacji duktowej na rys. 18 podano przykład występowania duktu przyziemnego i uniesionego. W praktyce często ma miejsce przypadek długiego czasu trwania stanu przejściowego między silną refrakcją promienia a propagacją duktową. Może to być w okresie tworzenia się duktu lub jego zaniku (rys. 3). Warunki te w efekcie dają silne i szybkie zmiany natężenia sygnału łatwe do rozpoznania.

3.9. Wnioski

Reasumując wyniki omawiania poszczególnych punktów tego rozdziału, można sprowadzić metodę określania tłumienia trasy przy częstotliwości różnej od pomiarowej do następującego postępowania:

1. Mając rozkład statystyczny natężenia pola dla częstotliwości f , określić jego przesunięcie wprowadzając poprawkę ze względu na inną szerokość wiązki fal wypromieniowanych przy częstotliwości f_2 . Stosuje się to oczywiście do urządzeń antenowych odbiorczych, jak i nadawczych. Przy różnych urządzeniach antenowych nadawczych i odbiorczych należy odpowiednio do ich charakterystyk wypośrodkować poprawkę (rozdział 3.3.4.).

2. Sprawdzić charakterystyki urządzeń antenowych pracujących przy częstotliwościach f_1 i f_2 oraz stopień ich sztywności i odpowiednio wprowadzić poprawki do obliczeń lub przeprowadzić odpowiednie zabiegi konserwacyjne.

3. Posiadając wyniki innych pomiarów meteorologicznych i propagacyjnych należy je wykorzystać do określenia korekcji obliczenia podanego w rozdziale 3.9.1.

Na przykład, zmiana punktu odbicia w związku ze zmianą sezonu lub wylewu rzek, występowanie stanów duktowych z tych powodów lub innych, duży wzrost tłumienia w obszarze fal dyfrakcyjnych w związku ze zmianą częstotliwości itp. mogą pociągnąć za sobą konieczność wprowadzenia odpowiedniej korekcji przy zmianie częstotliwości nośnej.

4. Nie należy oczywiście zapominać, że podane powyżej czynności muszą być poprzedzone przeliczeniem trasy wg znanych metod, np. metody podanej w pozycji bibliograficznej [1]. Podana poniżej instrukcja w sposób praktyczny wyjaśnia stosowanie wyżej podanej metody oraz omawia rodzaj i zakres wykonywania pomiarów.

4. INSTRUKCJA WYKONYWANIA POMIARÓW I PRZELICZANIA TŁUMIENIA TRAS

Dla zdobycia dostatecznej ilości informacji koniecznej do określenia warunków propagacyjnych na innej częstotliwości należy wykonać szereg badań trasy i różnych pomiarów.

4.1. Badanie trasy

Badanie trasy polega na wykonaniu przede wszystkim dokładnego przekroju trasy, który należy nanieść na odpowiednią siatkę np. wg podanego opisu obliczenia tras w [1]. Na tę siatkę należy nanieść promienie zastępcze ziemi $R_{z1} = 0,8 R_{rz}$ i $R_{z2} = 10 R_{rz}$,

gdzie:

R_z — promień zastępczy ziemi,

R_{rz} — rzeczywisty promień ziemski 6370 km.

Dla podanych zastępczych promieni ziemskich określić powierzchnie odbić promieni fal.

Zbadać charakter powierzchni gleby i jej parametry elektryczne w miejscu odbić w ciągu roku.

Stwierdzić, czy nie mamy do czynienia z mikroklimatem, który może mieć następujące cechy charakterystyczne:

a) większy lub mniejszy procent opadów w ciągu roku od przeciętnego dla kraju,

b) występujące silne turbulencje termiczne,

c) stopień nasilenia wiatrów w stosunku do warunków przeciętnych,

d) wilgotne tereny powodujące zwiększenie nasycenia powietrza parą wodną lub całkowite odbicie fal od powierzchni wody,

e) wyjątkowo suche, piaszczyste i mocno pofałdowane tereny,

f) występowanie wzniesień naturalnych lub sztucznych powodujących dodatkowe odbicia,

g) mocno zalesione tereny.

4.2. Pomiary charakterystyk anten

Dla analizy zachowania się wiązki fal należy wykonać charakterystyki pionowe i poziome układów antenowych wraz z ich listkami bocznymi.

Ponadto należy stwierdzić odchylenie kątowe, któremu mogą podlegać wiązki fal na skutek poruszania układów antenowych przez wiatry. Sprawa ta jest ważna, ponieważ kąt wiązki fal np. dla częstotliwości $f = 7000$ MHz i przy średnicy reflektora paraboloidalnego ϕ 1,5 m wynosi $2,0^\circ$; przy ϕ 2 m około $1,5^\circ$, a przy ϕ 3 m wynosi tylko $1,0^\circ$. Wahania wiązki wynoszące części stopnia mogą powodować duże fluktuacje sygnału, szczególnie jeżeli odbieramy któryś z promieni leżący dalej od środka wiązki.

4.3. Ustawianie urządzeń antenowych

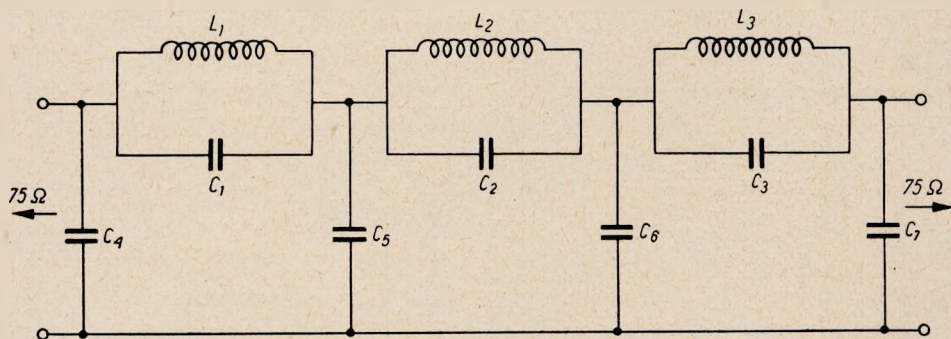
Przed przystąpieniem do pomiarów należy pomierzyć sztywność konstrukcji antenowych, a anteny ustawić tak, aby łączność odbywała się przy pomocy promieni środkowych wiązek głównych. Wymaga to dokładności nastawiania $\pm 10\%$ od kąta rozwartości głównej wiązki. Ustawienie to należy wykonywać przy atmosferze standardowej, najlepiej za pomocą lunet sprzężonych z reflektorami antenowymi. Same reflektory powinny być wyposażone w listwy z podziałkami kątowymi dla odczytów kątów w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

4.4. Zalecenia CCIR

Dla oceny linii radiowej z punktu widzenia zachowania wymagań stawianych przez CCIR należy wykonywać pomiary wg zalecenia Nr 267 CCIR tom I, Los Angeles, co do transmisji sygnałów telewizyjnych i zaleceń Nr Nr 287, 288 i 289 co do telefonii wielokrotnej. Poniżej podano niektóre dane z wyżej podanych zaleceń, ważne dla rozpatrywanych zagadnień.

4.4.1. Zalecenie 267 i 289

1. Dla telewizyjnego łącza odniesienia długości 2500 km stosunek wartości szczytowych sygnału (bez impulsów synchronizacyjnych) do wartości skutecznej zakłóceń ciągłych mierzonych na przyrządzie o stałej czasu równej jednej sekundzie, przy zastosowaniu odpowiedniego filtra dolnoprzepustowego i układu korekcyjnego krzywej ważonej, nie powinien być mniej-



Rys. 21. Filtr dolnoprzepustowy stosowany przy pomiarze zakłóceń ciągłych

szy, od wielkości X , wynoszącej dla standardu 625 linii i częstotliwości nominalnej 5 MHz wartość 52 dB oraz dla częstotliwości 6 MHz i tego samego standardu wartość 57 dB.

Niezależnie od tych wymagań stosunek ten nie powinien być mniejszy od $(X + 4)$ dB w czasie dłuższym od 20% w miesiącu, w którym występują silne zaniki oraz od wartości $(X - 8)$ dB w czasie dłuższym od 0,1% w miesiącu, w którym występują silne zaniki. Wartości te są jeszcze prowizoryczne.

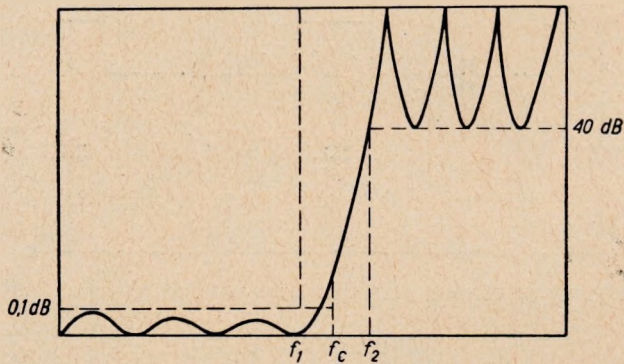
Pasma, w którym ma miejsce pomiar zakłóceń, powinno być zawarte między częstotliwością 10 kHz i częstotliwością nominalną sygnału wizyjnego.

Przy wykonywaniu tych pomiarów należy stosować wyżej wspomniany filtr dolnoprzepustowy, którego układ podano na rys. 21, a wartości poszczególnych indukcyjności i pojemności podano w tabelicy 2. Niezależnie od tych danych na rys. 22 podano przebieg strat filtru w zależności od częstotliwości, odpowiadający poszczególnym punktom podanym w tabelicy 3.

Tablica 2

Dane poszczególnych parametrów filtru

Nr kolejny	Nominalna górna graniczna częstotliwość sygnału wizyjnego f_c MHz		
	L μ H	C pF	f MHz
1	$14,380/f_c$	$497,6/f_c$	$1,8816/f_c$
2	$7,673/f_c$	$2723,0/f_c$	$1,1011/f_c$
3	$8,600/f_c$	$1950,0/f_c$	$1,2290/f_c$
4		$2139,0/f_c$	
5		$2815,0/f_c$	
6		$2315,0/f_c$	
7		$1297,0/f_c$	



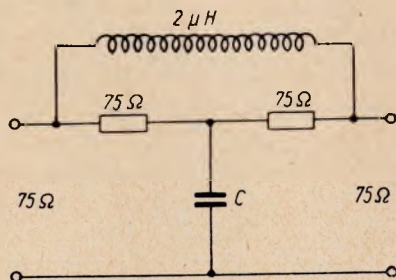
Rys. 22. Straty filtru
 $f_1 = 0,9807 f_c$ $f_2 = 1,0897 f_c$

Tablica 3
 Współrzędne 12 punktów charakterystyki tłumienia filtru

f/f_c	dB	f/f_c	dB
0,98	0,1	1,04	14,8
0,99	0,5	1,05	18,8
1,00	1,8	1,06	23,0
1,01	4,2	1,07	27,7
1,02	7,3	1,08	33,3
1,03	10,9	1,09	41,0

Każda pojemność kondensatora zastosowanego w filtrze powinna być dobrana z dokładnością $\pm 2\%$ włączając w to pojemności rozproszenia, a każda cewka powinna posiadać dobroć Q zawartą w granicach od 80 do 125 i umożliwiać niewielkie dostrojenie wg załączonej krzywej tłumienia.

Wraz z filtrem dolnoprzepustowym należy stosować filtr do pomiaru szumu wg krzywej ważonej, którego układ podano na rys. 23, a w tabelicy 4 podano poprawki, jakie wnosi krzywa ważona dla dwóch rodzajów zakłóceń.



Rys. 23. Układ korekcyjny do pomiaru wg krzywej ważonej

$$L (\mu\text{H}) = 75 \tau (\mu\text{s}) \quad C_{(\text{pF})} = \frac{\tau (\mu\text{s})}{75} \cdot 10^6$$

$$\text{Straty dB} = 10 \log (1 + \omega^2 \tau^2)$$

Tablica 4

Poprawki według krzywej ważonej

625 linii	f_c MHz	τ μs	$f_c \cdot \tau$	poprawki wg krzywej ważonej dB	
				szum „biały“	szum „trójkątny“
	5	0,33	1,66	8,5	16,3
	6	0,33	2,00	9,3	17,8

W odcinku linii radiowej składającej się z jednego albo dwóch odcinków jednorodnych średnia moc zakłóceń, która nie jest przekroczona w ciągu czasu dłuższego od 20% miesiąca może być dzielona proporcjonalnie do ilości odcinków. To samo dotyczy wartości występujących w bardzo krótkich procentach czasu. Zasada w odniesieniu do krótkich procentów czasu jest oparta na założeniu, że zaniki występujące w poszczególnych odcinkach są od siebie niezależne. Natomiast zasada w odniesieniu do pierwszego twierdzenia oparta jest na założeniu, że zakłócenia występujące w ciągu czasu dłuższego od 20% miesiąca nie są spowodowane zanikami atmosferycznymi.

4.4.2. Zalecenie 287

Dla telefonicznego łącza odniesienia moc zakłóceń w zerowym punkcie odniesienia, w każdym kanale fonicznym, nie powinna przekraczać następujących prowizorycznych wartości:

1. 7500 pW mocy średniej psfometrycznej mierzonej w ciągu dowolnej godziny;

2. 7500 pW mocy średniej psfometrycznej mierzonej w ciągu minuty dla okresu czasu dłuższego od 20% miesiąca, w którym występują silne zaniki;

3. 47500 pW mocy średniej psfometrycznej mierzonej w ciągu minuty dla okresu czasu dłuższego od 0,1% miesiąca, w którym występują silne zaniki;

4. 1000000 pW mocy nieważonej mierzonej ze stałą czasu 5 ms dla okresów dłuższych od 0,01% miesiąca, w którym występują silne zaniki.

Bliższe dane podano w tekście omawiającym to zalecenie w Księdze CCIR tom I, Los Angeles 1959, str. 256—258.

W zaleceniu 288 podano sposób obliczania zakłóceń dla telefonicznych rzeczywistych linii radiowych o długości od 250 do 2500 km.

4.5. Technika wykonywania pomiarów natężenia sygnału lub poziomu zakłóceń

Opierając się na wytycznych CCIR należy wykonywać pomiary przedstawiając je na papierze, na którym oś rzędna jest czasem w procentach, a oś odcięta mocą w stosunku do 1 mW. Niezależnie od tego należy dla okresu przynajmniej jednego roku przedstawić miesięczne wykresy natężeń pól w postaci odpowiednich wartości szczytowych mierzonych ze stałą czasu 1 sek (lub 5 ms, jeśli zagadnienie telegrafii jest decydujące) z przeprowadzoną korekcją w odniesieniu do mocy nadajnika. Na wykresie należy nanieść rodzaj i głębokość zaników.

Sposoby wykonywania pomiarów mogą się nieco różnić między sobą zależnie od zaprojektowanej metody w odniesieniu do danego sprzętu. Tym niemniej są pewne wspólne wytyczne, które zapewniają wierność pomiarów. Dotyczą one codziennych rutynowanych pomiarów czułości odbiornika, przebiegu automatycznej regulacji wzmocnienia, kontroli pracy mieszacza (w.c.z., kontroli obwodów antenowych oraz, po stronie nadawczej, pomiarów mocy nadajnika i pracy urządzeń antenowych. Oczywiście nie należy tu zapominać, że od właściwej konserwacji sprzętu zależy dobra praca linii.

4.6. Pomiary meteorologiczne

Jak było powiedziane uprzednio, dla określenia warunków, w których omawiana metoda może być stosowana lub obliczenia mogą być korygowane, należy wykonać również i pewne uproszczone pomiary meteorologiczne. A więc dla określenia warunków meteorologicznych panujących na danej trasie należy wykonywać pomiary określające rozkład współczynnika refrakcji w funkcji wysokości. Otrzymane dane należy zestawić w postaci rozkładów procentowych w czasie.

Pomiary te powinny obejmować następujące parametry:

- 1) temperaturę w skali bezwzględnej — T° ,
- 2) ciśnienie powietrza w mb — p ,
- 3) ciśnienie pary wodnej w mb — e .

Wskaźnik refrakcji N określa się ze wzoru

$$N = (n - 1) \cdot 10^6 = \frac{77,6}{T} p + \frac{4810 e}{T}$$

gdzie n — jest współczynnikiem refrakcji powietrza.

Dla celów praktycznych wygodniej posługiwać się modułem refrakcji, który przyjęto oznaczać dużą literą M .

$$M = (n_{zm} - 1) \cdot 10^6$$

gdzie n_{zm} jest zmodyfikowanym współczynnikiem refrakcji.

Wielkość ta pozwala na operowanie płaską ziemią zamiast sferyczną

$$n_{zm} = n + \frac{h}{R}$$

gdzie:

h — wzniesienie nad ziemią w m,

R — promień ziemi — 6370000 m.

Stąd moduł M zgodnie z podaną zależnością wynosi

$$M = (n - 1) \cdot 10^6 + 0,157 h$$

Na przykład

dla $n = 1,000338$ i wysokości $h = 100$ m

$$M = 338 + 15,7 = 353,7$$

Obliczony w ten sposób moduł wykreśla się w funkcji wysokości.

4.6.1. Sposób prowadzenia pomiarów

W idealnym przypadku lub dla metody opartej o pomiary meteorologiczne, podanej w rozdziale 2, należałoby prowadzić przestrzenne pomiary wszystkich parametrów meteorologicznych w czasie. Takie pomiary, jednak z punktu widzenia praktycznego, są trudne i bardzo kosztowne do wykonania.

Dla metody omawianej interesujące są jedynie takie warunki meteorologiczne, które powodują znaczne zmiany stosunku sygnału do szumu. Dotyczy to przede wszystkim specjalnie niekorzystnych warunków meteorologicznych. Dlatego wystarczy przeprowadzać trzy razy dziennie wyżej wymienione pomiary wykonując je na końcach i w środku badanego odcinka, tuż nad ziemią i na wysokości umieszczenia anten, zwracając przy tym specjalną uwagę na warunki odbiegające od przeciętnych.

W przypadku linii telewizyjnej ze względu na praktycznie ten sam czas nadawania programu w ciągu dnia można ograniczyć pomiary do okresów pracy linii.

4.7. Kolejność postępowania przy wykonywaniu pomiarów i przeliczenia

Ponizej podane jest zestawienie wszystkich prac i materiałów koniecznych do wykonania przeliczenia.

1. Skorygowane teoretyczne obliczenia istniejącej linii radiowej wraz z przekrojami terenowymi, charakterystykami anten i przyjętymi do obliczeń warunkami meteorologicznymi i terenowymi w miejscu odbicia.

2. Krzywe rozkładu zakłóceń lub stosunku sygnału do zakłóceń z okresu jednego roku lub sezonu najmniej uprzywilejowanego z punktu widzenia propagacji wykonanymi zgodnie z zaleceniami CCIR. Dla linii telewizyjnych można uwzględnić efekt dzienny. Krzywe te powinny być wykreślone na siatce Rayleigh'a. Krzywe te powinny być skorygowane w stosunku do zmian mocy nadajnika, czułości odbiornika, zmian współczynnika szumu i krzywej automatycznej regulacji wzmocnienia.

Do krzywych dołączyć krzywe obwiedni wartości natężenia pola z naniesionymi rodzajami zaników oraz przykładami automatycznych zapisów charakterystycznych zaników.

3. Krzywe rozkładu modułu M w funkcji wysokości nad ziemią wykonanymi zgodnie z rozdziałem 4.6.1.

4. Roczne zestawienia: temperatury powietrza nad ziemią i na wysokości anten, ciśnienia, wilgotności bezwzględnej, opadów atmosferycznych, kierunków i siły wiatru oraz zmian powierzchni gleby w miejscu odbicia.

5. Zaobserwować i zbadać wszelkie odchylenia związane z mikroklimatami, jeśli one występują na badanych liniach.

6. Podać analizę otrzymanych powyżej wyników pomiarowych wraz z odpowiednimi wnioskami.

7. Dla obu linii radiowych należy przeprowadzić obliczenia tłumienia trasy posługując się tą samą metodą, np. podaną w [1].

8. Podać charakterystyki sprzętu, który ma być zastosowany ze specjalnym uwzględnieniem urządzeń antenowych.

9. W myśl podanej metody przeprowadzić przeliczenia tłumienia z jednej częstotliwości na drugą.

5. WNIOSKI

Jak widać z przebiegu analizy zjawisk i trudności związanych z zagadnieniem transponowania wyników tłumienia linii z jednej częstotliwości na inną, sprawa jest trudna. Ze względu na dużą ilość parametrów niemożliwe jest opracowanie prostego przepisu przeliczenia, który by umożliwił w sposób mechaniczny dokonanie przeliczenia. Dlatego też praca daje możliwie wyczerpującą analizę zjawisk konieczną dla przeprowadzenia przeliczenia

lub ewentualnie tylko oceny szacunkowej różnic tłumienia. Wskazuje ona również na istotne warunki instalowania linii i wykonywania pomiarów. Należy podkreślić, że warunkiem koniecznym do właściwego przeprowadzenia wszelkiego rodzaju pomiarów jest wysoka jakość urządzeń linii radiowej i wysokie kwalifikacje personelu obsługującego, jak również posiadanie odpowiedniego wyposażenia pomiarowego. Bez tych warunków właściwa praca tak złożonego środka łączności, jakim jest linia radiowa, będzie nie do zrealizowania.

WYKAZ LITERATURY

1. *Jarkowski S.*: Obliczanie linii radiowych. Prace Instytutu Łączności Rok V, zeszyt 2—3, 1958.
2. CCIR: Tom I, Lon Angeles 1959.
3. CCIR: Tom II, Los Angeles 1959.
4. CCIR: Tom III, Los Angeles 1959.
5. CMTT: Dok. 31 ze zjazdu w Monte Carlo w 1958 r.
6. *Megla G.*: Nachrichtenübertragung mittels sehr hoher Frequenzen, Leipzig 1954.
7. *Kalinin A. I.*: Dalnee rasprostranienie ultrakrotkich wołn, za szczet rassiejaniija w troposfere. Elektroswiaż, nr 5, 1956.
8. Academic Press nc. Publishers, New York, N. V.: Radio wave propagation. Consolidated summary technical report of the Committee on propagation of the National Defense Research Committee 1949.
9. *Dawidenko J. I., Nieczajew H. T.*: Osobiennosti rasprostranienia metrowych radiowołn. Moskwa 1960. Wojennoje Izdatielstwo Ministerstwa Oborony Sojuza SSR.
10. *Smirnow W. A.*: Osnowy radioswiazii na ultrakrotkich wołnach. Swiazizdat. Moskwa 1957.
11. *Dołuchanow M. P.*: Rasprostranienie radiowołn. Gos. Izdat. Litier. po Wopr. Swiazii i Radio. Moskwa 1951.

C. Ярковски

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТУХАНИЯ ТРАССЫ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ДРУГОЙ, ЧЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ, ЧАСТОТЕ

Резюме

Работа предназначена для специалистов рассчитывающих затухание трасс радиорелейных линий. Автор приводит анализ параметров зависящих от несущей частоты, методику пересчёта затухания трассы с одной частоты к другой, а также описывает те измерения, которые следует произвести для выполнения вышеуказанных пересчётов.

Учитывая значительную трудность темы, являющейся предметом настоящей работы — обсуждены также некоторые основные явления происходящие при распространении радиоволн, а также параметры аппаратуры радиорелейных линий, важные из точки зрения этой работы.

S. Jarkowski

A METHOD OF DETERMINING TRANSMISSION LOSS OF RADIO-RELAY LINKS
AT A FREQUENCY DIFFERENT FROM THE MEASURING FREQUENCY

S u m m a r y

This paper is intended for specialists concerned with the calculation of transmission loss of radio-relay links. The author gives an analysis of parameters depending on the carrier frequency, describes the procedure of computing transmission loss when changing the frequency to some other frequency and discusses the measurements which are necessary for such calculations.

In view of the intricacy of this problem some fundamental propagation phenomena and parameters of radio-relay links, essential for the problem under consideration, have been also discussed.

S. Jarkowski

MÉTHODE DU CALCUL DE L'AFFAIBLISSEMENT DES LIAISONS EN
FAISCEAUX HERTZIENS À UNE FRÉQUENCE DIFFÉRENTE DE LA
FRÉQUENCE DE MESURE

R e s u m é

L'article est destiné aux spécialistes qui s'occupent du calcul de l'affaiblissement des liaisons en faisceaux hertziens. L'auteur présente une analyse des paramètres dépendant de la fréquence porteuse, décrit une méthode du calcul de l'affaiblissement d'une liaison pour une fréquence différente de la considérée et indique les mesures à effectuer, nécessaires pour les calculs ci-mentionnés.

Compte tenu de la difficulté du problème l'auteur explique aussi quelques phénomènes fondamentaux de la propagation, ainsi que certains paramètres des lignes à faisceaux hertziens, présentant de l'intérêt du point de vue du problème traité.

S. Jarkowski

BESTIMMUNG DER DÄMPFUNG VON RICHTFUNKSTRECKEN BEI EINER VON
DER MESSFREQUENZ VERSCHIEDENEN FREQUENZ

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Arbeit ist für die sich mit der Berechnung der Streckendämpfung von Richtfunkverbindungen befassenden Spezialisten bestimmt. Der Verfasser gibt an: die Analyse der von der Trägerfrequenz abhängigen Parameter, die Handlungsweise bei den Umrechnungen der Streckendämpfung von einer Frequenz auf eine andere, und bespricht die Messungen, die auszuführen sind, um eine solche Umrechnung durchführen zu können.

Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit des Problems werden auch die vom Standpunkt der vorliegenden Arbeit wesentlichen Erscheinungen der Wellenausbreitung und Parameter der Richtfunksysteme besprochen.

ANDRZEJ KIEŁKIEWICZ

621.397.132

ANALIZA MOŻLIWOŚCI WSPÓŁPRACY SIECI TELEWIZJI KOLOROWEJ WYKORZYSTUJĄCYCH RÓŻNE ODMIANY SYSTEMU NTSC

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego 19.11.1960 r.

Zagadnienie współpracy sieci telewizyjnych o kanałach 8 MHz i 7 MHz standardu 625-liniowego jest bardziej skomplikowane w przypadku telewizji kolorowej niż dla telewizji monochromatycznej. W oparciu o właściwości systemu telewizji kolorowej z jedną częstotliwością podnośną i modulacją kwadraturową omówiono zagadnienie wzajemnego odbioru programów telewizji kolorowej różnych systemów, uwzględniając takie czynniki, jak: wybór częstotliwości podnośnej i rodzaju sygnałów chrominancji I i Q względnie $R - Y$ i $B - Y$, możliwość występowania wzajemnych interferencji i wpływ szerokości kanału telewizyjnego.

W wyniku tych rozważań autor dochodzi ostatecznie do następujących wniosków:

1. Najkorzystniejsze warunki rozwoju sieci telewizji kolorowej w Europie można osiągnąć przez przyjęcie do eksploatacji systemu spełniającego warunek odpowiedniości, przy czym należy przyjąć jednakową dla całej Europy wartość częstotliwości podnośnej (np. 4,43 MHz).
2. Należy przeprowadzić pomiary wzajemnych interferencji dla sygnałów telewizji monochromatycznej i kolorowej różnych wariantów systemu NTSC i na tej podstawie określić współczynniki protekcji dla właściwego zaprojektowania sieci nadajników.
3. Należy przeprowadzić badania możliwości wzajemnego odbioru sygnałów telewizji kolorowej systemu NTSC odmiany I/Q oraz $R - Y/B - Y$.

1. WSTĘP

Wraz z szybkim rozwojem sieci nadawczych stacji telewizji monochromatycznej i stopniowym nasycaniem się sieci odbiorczej przez wzrastającą liczbę odbiorników sprawa przewidywanego wprowadzenia do eksploatacji telewizji kolorowej zaczyna nabierać coraz większego znaczenia. Pomimo różniących się opinii na temat, czy telewizja kolorowa daje więcej

wrażeń przeciętnemu widzowi niż telewizja monochromatyczna, wydaje się jednak bezsporne, że w ciągu najbliższych kilku lat należy liczyć się z wprowadzeniem telewizji kolorowej w Europie do eksploatacji. Oczywiście, pociągnie to za sobą szereg poważnych konsekwencji zarówno natury technicznej jak i ekonomicznej. Wydaje się więc słuszne, aby już obecnie zająć się tym zagadnieniem możliwie wszechstronnie i zbadać je na tyle dokładnie, aby zapewnić telewizji kolorowej prawidłowy rozwój zarówno z punktu widzenia technicznego jak i ekonomicznego.

Europa jest obecnie raczej w tym szczęśliwym położeniu, że może korzystać z doświadczeń technicznych i eksploatacyjnych USA, gdzie telewizja kolorowa znajduje się już od kilku lat w eksploatacji i na tej podstawie wyciągnąć właściwe wnioski. Opierając się na tym doświadczeniu można stwierdzić, że względy ekonomiczne mają obecnie decydujący wpływ na kierunek technicznego rozwoju telewizji kolorowej, której koszty inwestycyjne jak i eksploatacyjne są znacznie wyższe niż telewizji monochromatycznej.

Rozpatrując zagadnienie wprowadzenia telewizji kolorowej do eksploatacji należy przede wszystkim wziąć pod uwagę, że mamy w Europie wiele już pracujących stacji telewizji monochromatycznej oraz wielomilionowy park odbiornikowy. Niewątpliwie, liczba ta znacznie jeszcze wzrośnie do chwili wprowadzenia do eksploatacji telewizji kolorowej. Wydaje się więc, że należałoby przyjąć taki system telewizji kolorowej, który umożliwi posiadaczom odbiorników telewizji monochromatycznej odbiór programów nadawanych przez nowe stacje telewizyjne, nadające już program kolorowy i odwrotnie, umożliwi posiadaczom odbiorników telewizji kolorowej odbiór programu nadawanego przez stacje telewizji monochromatycznej ¹⁾. Przy takim rozwiązaniu rozwijająca się telewizja kolorowa zyska szerokie rzesze odbiorców (posiadaczy odbiorników telewizji monochromatycznej), co da jej ekonomiczne podstawy szybszego rozwoju. W ciągu następnych lat liczba odbiorników telewizji monochromatycznej będzie stopniowo malała wskutek wycofywania ich z eksploatacji drogą normalnego zużycia, natomiast liczba odbiorników telewizji kolorowej będzie wzrastała. Jednocześnie, powinien następować wzrost liczby stacji telewizyjnych nadających program kolorowy. Wydaje się, że w chwili obecnej jest to jedyna racjonalna metoda wprowadzenia telewizji kolorowej do eksploatacji.

Innym zagadnieniem, wymagającym rozpatrzenia i mającym również pierwszorzędne znaczenie, jest możliwość międzynarodowej współpracy w dziedzinie telewizji kolorowej przez wzajemną wymianę programów pomiędzy różnymi krajami.

¹⁾ Dla porządku należy zaznaczyć, że nie wszyscy fachowcy reprezentują ten pogląd, który prowadzi do znacznego skomplikowania systemu i w ogólności do pogorszenia jakości obrazu.

Ponieważ zarówno koszty produkcyjne programu jak i koszty eksploatacyjne oraz inwestycyjne aparatury są znacznie wyższe w telewizji kolorowej niż w telewizji monochromatycznej, więc zagadnienie międzynarodowej wymiany programów ma w tym przypadku podstawowe znaczenie.

Biorąc to pod uwagę należałoby drogą umów międzynarodowych przyjąć taki system, czy takie systemy telewizji kolorowej, aby międzynarodowa wymiana programów była nie tylko możliwa pod względem technicznym ale jednocześnie i najbardziej opłacalna ekonomicznie.

Stosowany obecnie w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej system telewizji kolorowej (zwany NTSC) spełnia podstawowy warunek odpowiedności, tzn. umożliwia odbiór sygnału telewizji kolorowej na odbiorniku monochromatycznym w postaci obrazu biało-czarnego, oraz odwrotnie — odbiór sygnału telewizji monochromatycznej na odbiorniku kolorowym również w postaci obrazu biało-czarnego. W obu przypadkach, przynajmniej teoretycznie, jest zapewniona osiągalna dla danego standardu jakość obrazu. Rozumie się, że tak ujęte warunki odpowiedności systemu telewizji kolorowej i monochromatycznej zakładają zgodność szerokości kanału telewizyjnego w obu przypadkach oraz jednakowe rozmieszczenie w kanale częstotliwości nośnych zarówno wizji jak i fonii. Te cechy systemu NTSC odpowiadają więc warunkom, jakie przyjęliśmy za niezbędne do wprowadzenia telewizji kolorowej w Europie.

W wielu krajach Europy, a w największym zakresie w Związku Radzieckim, Wielkiej Brytanii i Francji, prowadzi się obecnie badanie laboratoryjne oraz próby eksperymentalne, mające na celu dokładne zbadanie właściwości systemu NTSC lub jego wariantów, jak również możliwości dostosowania go do standardów używanych w Europie. Prowadzi się również badania nad innymi systemami telewizji kolorowej. Badania mają głównie charakter porównawczy w celu ustalenia, który z tych systemów i ich odmian posiada najkorzystniejsze właściwości i ma największe szanse do przyjęcia w Europie.

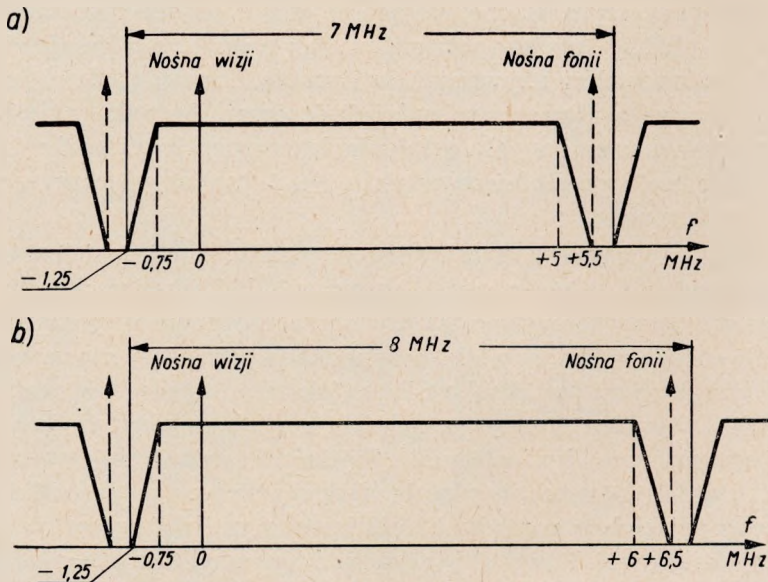
Jak wynika z ostatnich badań, większość państw europejskich skłania się raczej ku przyjęciu jednej z wersji systemu NTSC. Ponieważ jednak, jak wiadomo, standardy telewizyjne, obowiązujące obecnie w poszczególnych państwach europejskich, w wielu przypadkach różnią się znacznie pomiędzy sobą (przykładem jest Anglia i Francja), więc zagadnienie znacznie się komplikuje i wymaga szeregu uzgodnień w skali międzynarodowej, jeśli takie porozumienie ma być osiągnięte. Wydaje się jednak, że jest to w pełni możliwe, gdyż istnieje obecnie silna tendencja przyjęcia we wszystkich państwach europejskich standardu 625-liniowego w celu wykorzystania go w telewizji kolorowej. Również i w Anglii, która użytkuje obecnie standard 405-liniowy, poważnie rozważa się możliwość przyjęcia standardu 625-liniowego dla telewizji kolorowej.

Pozostaje więc do bliższego rozpatrzenia zagadnienie różnic, jakie występują pomiędzy standardem 625-liniowym o szerokości kanału 7 MHz, wprowadzonym przez państwa zachodnio-europejskie, i standardem również 625-liniowym o szerokości kanału 8 MHz, przyjętym przez większość państw bloku socjalistycznego — członków międzynarodowej organizacji OIRT. Zagadnienie to jest szczególnie interesujące dla Polski, która znajduje się na granicy stosowania kanału 8 MHz, ponieważ NRD pomimo należenia do OIRT używa kanału 7 MHz. Sprawę tę należy więc rozpatrzyć z dwóch punktów widzenia możliwości wzajemnych interferencji stacji pracujących na różnych szerokościach kanału oraz wpływu częstotliwości podnośnej chrominancji na możliwości wymiany programów telewizyjnej kolorowej.

2. PORÓWNANIE CHARAKTERYSTYCZNYCH CECH KANAŁÓW TELEWIZYJNYCH O SZEROKOŚCIACH 7 MHz I 8 MHz

Zasadnicza różnica pomiędzy standardem telewizji 625-liniowym przyjętym w państwach zachodnio-europejskich a standardem 625-liniowym stosowanym w państwach wschodnio-europejskich polega na szerokości kanału radiowego, który w pierwszym przypadku wynosi 7 MHz, w drugim zaś 8 MHz.

W kanale o szerokości 7 MHz (rys. 1a) częstotliwość nośna sygnału wizyjnego jest umieszczona w odstępnie 1,25 MHz od dolnego krańca kanału. Syg-

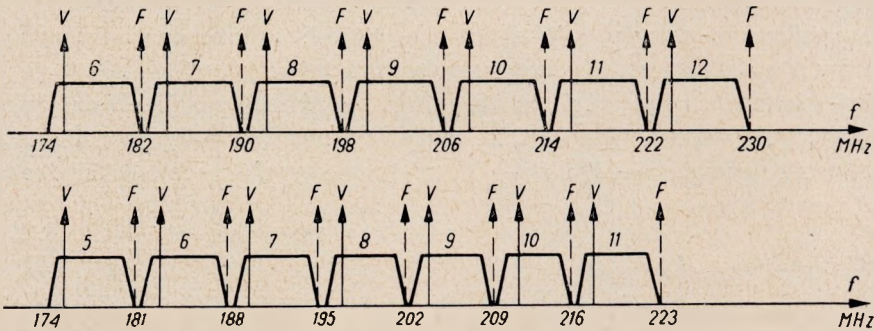


Rys. 1. Charakterystyki kanałów w.c.z. stacji telewizyjnych standardu 625-liniowego: a) kanału o szerokości 7 MHz, b) kanału o szerokości 8 MHz

nał wizyjny jest nadawany z dolną wstęgą boczną modulacji częściowo stłumioną w taki sposób, że w zakresie częstotliwości od 0,75 do 1,25 MHz poniżej częstotliwości nośnej wizji tłumienie wzrasta od 0 do 20 dB. Górna wstęga boczna modulacji jest natomiast przenoszona bez tłumienia aż do częstotliwości 5 MHz, po czym tłumienie wzrasta do 20 dB przy częstotliwości 5,5 MHz. Odstęp między częstotliwościami fal nośnych sygnału wizyjnego i fonicznego wynosi 5,5 MHz. Częstotliwość nośna fonii jest umieszczona w odstępnie 0,25 MHz od górnego krańca kanału.

W kanale o szerokości 8 MHz (rys. 1b) umieszczenie fali nośnej wizji oraz tłumienia dolnej wstęgi bocznej modulacji jest identyczne jak w kanale 7 MHz. Różnica polega na tym, że górna wstęga boczna modulacji jest szersza (6 MHz), w związku z czym większy jest również odstęp pomiędzy częstotliwościami fal nośnych sygnałów wizyjnego i fonicznego, wynoszący w tym przypadku 6,5 MHz.

Różnice nie są więc na pierwszy rzut oka zbyt zasadnicze, jednakże wzajemny odbiór emisji stacji jednego standardu na odbiornikach drugiego nie jest możliwy bez odpowiedniego przystosowania odbiornika. Podział bo-



Rys. 2. Podział III zakresu częstotliwości na kanały o szerokościach 7 MHz i 8 MHz
V — cz. nośna wizji, F — cz. nośna fonii

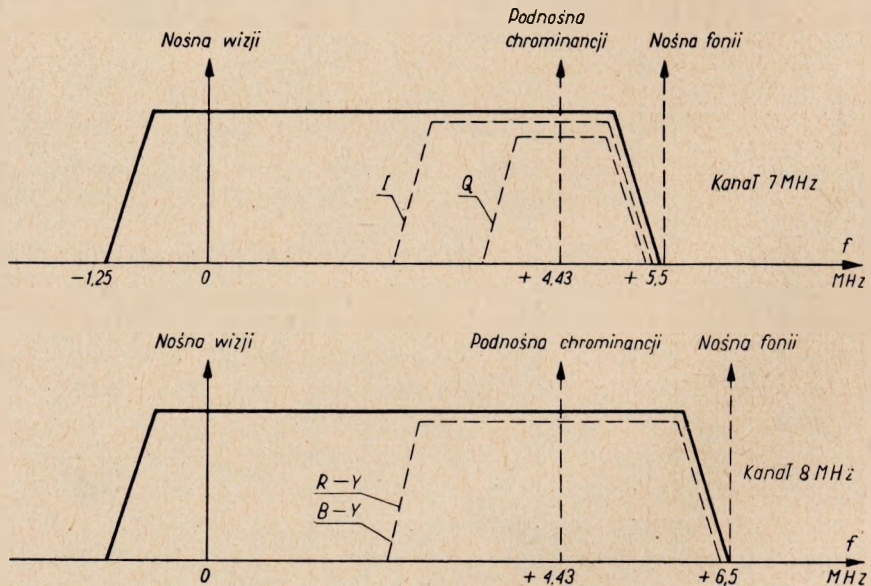
wiem zakresów częstotliwości przyznanych dla służby telewizyjnej na kanały o szerokości 7 MHz z jednej strony i na kanały o szerokości 8 MHz z drugiej powoduje, że częstotliwości fal nośnych sygnałów wizyjnych, w poszczególnych kanałach, są różne w obu standardach, a kanały nawzajem na siebie zachodzą (rys. 2). Odbiór stacji telewizyjnej standardu 7 MHz na odbiorniku standardu 8 MHz i odwrotnie jest więc możliwy dopiero po odpowiednim przestrojeniu obwodów w.cz. odbiornika. Częściowe zachodzenie na siebie kanałów obu standardów zwiększa poza tym możliwość występowania interferencji, co należy uwzględniać przy projektowaniu sieci.

Trudności te nie występują przy wzajemnej wymianie programów, ponieważ kształty całkowitego sygnału wizyjnego w standardzie 7 MHz i 8 MHz są prawie identyczne i różnią się jedynie w niewielu, mało istot-

nych szczegółach. Możliwe jest w ogólności bezpośrednio nadawanie przez stację jednego standardu programu nadawanego wg drugiego standardu i przekazywanego drogą linii radiowych lub kablowych. Przy wymianie programów dźwięk towarzyszący jest z reguły przekazywany osobno, nie występuje więc tu zagadnienie odstępu obu fal nośnych danej stacji telewizyjnej.

Porównanie standardu 625-liniowego przy szerokościach kanału 7 MHz i 8 MHz przeprowadzano dotychczas w odniesieniu do systemów telewizji monochromatycznej. W telewizji kolorowej należy uwzględnić dodatkowe czynniki, spowodowane wprowadzeniem do sygnału telewizyjnego informacji o kolorze, co znacznie komplikuje całe zagadnienie. W systemie NTSC, lub ogólniej mówiąc, w systemie telewizji kolorowej z jedną podnośną chrominancji, informacje o kolorze zostają przesyłane na fali nośnej umieszczonej wewnątrz kanału telewizyjnego. Częstotliwość podnośnej jest nieparzystą wielokrotnością połowy częstotliwości linii, dzięki czemu widoczność jej na obrazie sprowadza się do minimum, dając efekt kropkowej struktury obrazu.

Podnośna chrominancji jest modulowana kwadraturowo dwoma składnikami sygnału chrominancji. W obecnie badanych w Europie systemach istnieją dwie podstawowe odmiany rozwiązania tej sprawy. W jednej wykorzystuje się tzw. sygnały I i Q , o różnych szerokościach pasma częstotliwości modulujących (wstęga sygnału Q z reguły węższa), w drugiej natomiast tzw. sygnały różnicowe $R - Y$ i $B - Y$, o jednakowych szerokościach pasma



Rys. 3. Charakterystyka kanałów w.cz. stacji telewizji kolorowej dla dwu wariantów systemu NTSC

częstotliwości modulujących. Jak już wspomniano, podnośna chrominancji oraz jej boczne wstęgi modulacji mieszczą się wewnątrz kanału telewizyjnego (rys. 3). Częstotliwość podnośnej nie jest jednak ostatecznie ustalona i obecnie jest przedmiotem badań laboratoryjnych. W urządzeniach eksperymentalnych telewizji kolorowej najczęściej spotyka się częstotliwości 4,10 MHz, 4,43 MHz oraz 5,17 MHz.

Przy wymianie programów telewizji kolorowej wartość częstotliwości tej podnośnej ma oczywiście zasadnicze znaczenie i dlatego powinna być ustalona drogą międzynarodowego porozumienia.

3. ZAGADNIENIE WYMIANY PROGRAMÓW TELEWIZJI KOLOROWEJ

W dalszych rozważaniach pominiemy sprawę wymiany programów telewizji kolorowej w przypadku, gdy standardy telewizyjne są różne. O ile bowiem w tych przypadkach już w telewizji monochromatycznej wymiana programów nastrocza wiele trudności i zmusza do stosowania tzw. przetworników standardu, o tyle w telewizji kolorowej trudności techniczne wzrosłyby tak znacznie, że szereg krajów rozważa raczej sprawę zmiany standardu, aby uzyskać możliwości bezpośredniej wymiany programów. Stąd więc istnieje obecnie w Europie silna tendencja ustalenia dla telewizji kolorowej wspólnego standardu.

Pozostaje więc do rozpatrzenia zagadnienie wymiany programów telewizji kolorowej standardu 625-liniowego w dwóch przypadkach:

- 1) gdy częstotliwości podnośne chrominancji są różne,
- 2) gdy częstotliwości podnośne chrominancji są jednakowe.

Pominiemy tymczasem sprawę dodatkowych zjawisk występujących wskutek podziału na kanały 7 MHz i 8 MHz oraz różnicy w odstępach pomiędzy częstotliwościami nośnymi sygnałów wizji i fonii w obu rodzajach kanałów. Zagadnienia te będą omówione w dalszej części.

Jeśli częstotliwości podnośne chrominancji w dwóch sieciach telewizji kolorowej są różne, wówczas bezpośrednia wymiana jest oczywiście niemożliwa. Konieczne jest bowiem zastosowanie w tym celu specjalnych urządzeń do przemiany częstotliwości podnośnej z zachowaniem prawidłowości jej modulacji sygnałami chrominancji, co jest technicznie bardzo trudne. Przykładowe rozwiązanie takiego urządzenia opisano w dokumencie Nr 97 CCIR (Los Angeles 1959). Urządzenie to służyło do przemiany częstotliwości podnośnej z 4,10 MHz na 4,43 MHz i zdaniem autorów dawało zadowalające wyniki. Pomimo jednak technicznej możliwości wymiany programów w tych warunkach rozwiązanie takie nie może być raczej uznane za technicznie celowe i uzasadnione.

W strefach przygranicznych, gdzie występują możliwości odbioru stacji innego systemu ze względu na poziom przychodzącego sygnału, odbiór obrazu kolorowego nie byłby możliwy bez dokonania znacznych przeróbek w torze chrominancji odbiornika.

Możliwości wymiany programów telewizji kolorowej stają się natomiast bardzo duże z chwilą przyjęcia tej samej częstotliwości podnośnej. Możliwy jest również w tym przypadku i bezpośredni odbiór programu telewizyjnego w strefach przygranicznych.

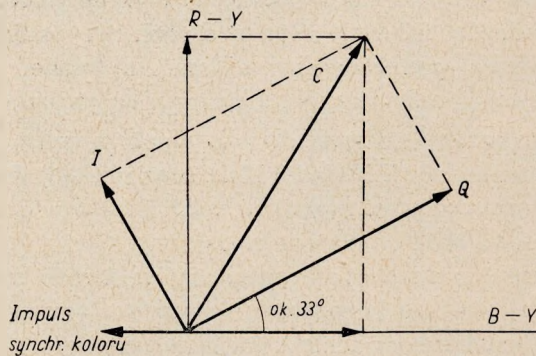
Ponieważ w eksperymentowanych obecnie systemach telewizji kolorowej mamy dwie zasadnicze odmiany systemu NTSC: jedną opartą na sygnałach I i Q , a drugą na sygnałach $R - Y$ i $B - Y$, należy więc rozpatrzyć, jakie są możliwości wzajemnego odbioru w założeniu tej samej częstotliwości podnośnej. Można się tu oprzeć na wypowiedzi R. Genève [1]. Porównane systemy odpowiadały poniższym danym technicznym.

System 1: (odpowiadający standardowi 625-liniowemu o kanale 7 MHz):

— pasmo częstotliwości wizyjnych	5,5 MHz
— częstotliwość podnośna	4,1 MHz
— pasmo częstotliwości sygnału I	1,9 MHz
— pasmo częstotliwości sygnału Q	0,8 MHz

System 2: (odpowiadający standardowi 625-liniowemu o kanale 8 MHz):

— pasmo częstotliwości wizyjnych	6,5 MHz
— częstotliwość podnośna	4,1 MHz
— pasmo częstotliwości sygnałów $R - Y$ i $B - Y$	1,9 MHz



Rys. 4. Osie kolorymetryczne dwu wariantów systemu NTSC

W obu systemach osie kolorymetryczne powinny być zgodne, co uzyskuje się przez wspólną podstawę odniesienia fazy impulsów synchronizacji koloru (rys. 4). Wielkość kąta pomiędzy obu układami osi zależy od wyboru stosowanych kolorów podstawowych.

Badania przeprowadzono w ten sposób, że nadawano sygnały telewizji kolorowej kodowane według każdego z systemów i odbierano na odbiorni-

kach przystosowanych do danego systemu. Następnie obserwowano odbiór sygnałów kodowanych według systemu 1 na odbiornikach systemu 2 i odwrotnie.

Badania wykazały, że odbiornik przewidziany normalnie do pracy z sygnałami kodowanymi według jednej odmiany standardu może odbierać sygnały kodowane według drugiej odmiany praktycznie bez wyraźnego pogorszenia jakości obrazu. Obserwowano bowiem jedynie pewne zmiany barwy i luminancji w obszarach przejścia z jednego koloru na inny i to tylko w przypadku kolorów nasyconych dostarczanych przez generator pasów kolorowych. W transmisjach z natury podobne zniekształcenia nie byłyby z pewnością zauważalne. Dokładniejsze dane, dotyczące zniekształceń powstających przy używaniu różnych sygnałów chrominancji (I i Q oraz $R - Y$ i $B - Y$) są zawarte w Dok. Nr 143 CCIR (Los Angeles 1959).

Praktyczna możliwość odbioru sygnałów kodowanych wg odmiennego systemu wynika stąd, że w demodulatorze sygnału chrominancji następuje detekcja składowych wektora chrominancji C w taki sposób, że wytwarzają się sygnały chrominancji będące rzutami wektora C na własne osie kolorymetryczne. Tak więc demodulator przewidziany do demodulacji sygnałów I i Q dostarcza składowych wektora C względem osi I i Q nawet wówczas gdy sygnał całkowity został wytworzony w oparciu o sygnały $R - Y$ i $B - Y$ oraz odwrotnie.

Z powyższych rozważań wynika, że przyjęcie w obu sieciach wspólnej częstotliwości podnośnej oraz wspólnej podstawy odniesienia fazy impulsów synchronizacji koloru może być wystarczające do wymiany programów i może stanowić rozwiązanie problemu. Pozwala to bowiem zarówno na wymianę programów bez większych trudności technicznych jak i na bezpośredni odbiór sygnałów odmiennego systemu.

4. WSPÓLCZYNNIKI PROTEKCJI PRZY TELEWIZJI KOLOROWEJ

Równoległe z pracami laboratoryjnymi nad badaniem własności różnych systemów telewizji kolorowej przeprowadza się również statystyczne pomiary zakłóceń odbioru telewizji kolorowej, pochodzących od sygnałów niepożądanych jak również określa się dopuszczalne granice natężeń tych zakłóceń (tzw. współczynniki protekcji). Wiele danych na ten temat zawiera Dok. Nr 240 CCIR (Warszawa, 1956) opublikowany przez Niemiecką Republikę Federalną oraz Dok. Nr XI/5 CCIR (1956—1959) opublikowany przez Holandię. W tym ostatnim dokumencie podano wyniki pomiarów zakłóceń występujących w kanale telewizji kolorowej przy systemie NTSC o następujących danych:

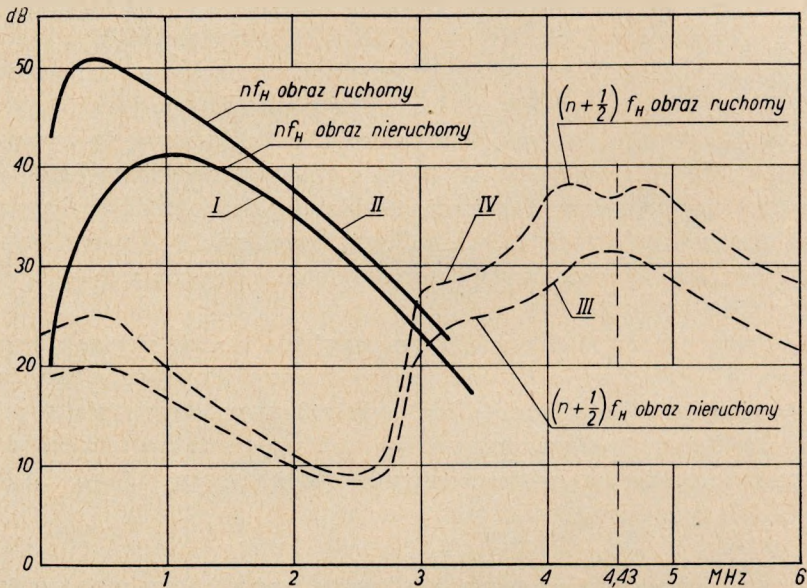
— pasmo częstotliwości wizyjnych	5 MHz
— częstotliwość podnośna	4,43 MHz

- pasmo częstotliwości sygnału I 1,3 MHz
- pasmo częstotliwości sygnału Q 0,5 MHz

Wykonano 4 serie pomiarów, przy których częstotliwość zakłócającą tak dobierano, aby była:

- 1) całkowitą wielokrotnością częstotliwości linii;
- 2) różna o około 10 Hz od częstotliwości przyjętej w przypadku 1;
- 3) nieparzystą wielokrotną połowy częstotliwości w linii;
- 4) różna o około 10 Hz od częstotliwości przyjętej w przypadku 3.

Pomiary wykonano na częstotliwości wizyjnej, aby można było łatwiej dokładnie dobrać częstotliwość zakłócającą. Z każdej serii pomiarów używano pewną krzywą, których zestawienie podaje rys. 5.



Rys. 5. Współczynniki protekcji w kanale telewizji kolorowej wg dok. XI/5 CCIR (1956—1959)

W przypadku 1 powstają nieruchome pasy pionowe dające zmiany luminancji.

W przypadku 2 powstaje ruchomy wzór paskowy.

W przypadku 3 mniejsze częstotliwości zakłócające wywołują efekt struktury punktowej obrazu, wrażenie której częściowo się znosi dzięki międzyliniowości; natomiast jeśli częstotliwość zakłócająca znajduje się w pasmie częstotliwości chrominancji, wówczas powstają interferencje z podnośną o częstotliwości będącej wielokrotnością częstotliwości linii, wskutek czego na obrazie występują nieruchome kolorowe prążki pionowe.

Przypadek 4 różni się od 3 tylko tym, że obraz kolorowych prążków jest ruchomy.

Analiza przebiegu krzywych protekcji wykazuje, że w zakresie mniejszych częstotliwości zakłócających charakter krzywej jest podobny do krzywych uzyskanych w telewizji monochromatycznej.

Krzywa *I* osiąga maksimum wynoszące ok. 42 dB w okolicy 1 MHz od częstotliwości nośnej sygnału wizyjnego i następnie przy wzroście częstotliwości stopniowo opada. Krzywa *II* natomiast, reprezentująca zakłócenia ruchome bardziej nieprzyjemne dla widza, przebiega wyżej, osiągając maksimum równe 52 dB w pobliżu częstotliwości nośnej sygnału wizyjnego. Krzywe *III* i *IV* o podobnym charakterze i niewiele różniące się pomiędzy sobą przebiegają o ok. 23—25 dB niżej niż krzywe *I* i *II*.

Jest to zrozumiałe, gdyż krzywe *III* i *IV* reprezentują zakłócenia typu punktowego, mniej widoczne na obrazie i odpowiadające efektom zakłócającym uzyskiwanym przy stosowaniu metody przesuniętych fal nośnych (off-set).

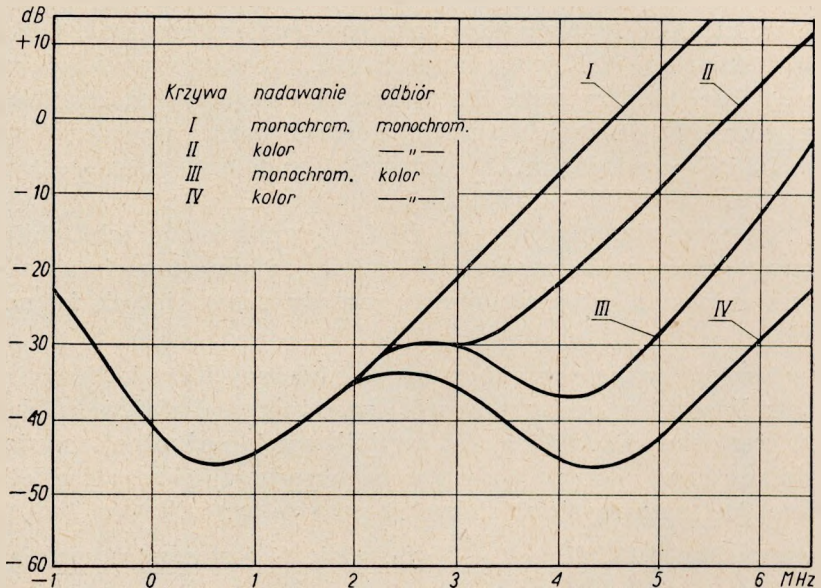
Inaczej przedstawia się sprawa w zakresie większych częstotliwości pasma wizyjnego leżących w obszarze kanału chrominancji. Tutaj, wskutek interferencji częstotliwości zakłócającej częstotliwością podnośnej powstaje zakłócenie prążkowe, dobrze widoczne na obrazie. Ponieważ częstotliwość podnośnej jest nieparzystą wielokrotną połowy częstotliwości linii (w danym przypadku: $4,43 \text{ MHz} = \frac{567}{2} \cdot f_H$, gdzie f_H jest częstotliwością linii), a więc interferencja z częstotliwością, która jest również nieparzystą wielokrotną połowy częstotliwości linii daje w wyniku częstotliwości stanowiące parzyste wielokrotności, co objawia się w postaci prążków na obrazie. Z tego powodu krzywe protekcji *III* i *IV* w obszarze kanału chrominancji przebiegają znacznie wyżej, osiągając w pobliżu częstotliwości podnośnej najwyższe wartości wynoszące odpowiednio ok. 38 i 31 dB.

Sygnały interferujące, których częstotliwości są parzystymi wielokrotnościami połowy częstotliwości linii, praktycznie nie odgrywają roli w obszarze kanału chrominancji.

Pomiary dokonane w NRF (Dok. Nr 240 CCIR) dały w rezultacie wyniki podobne do wyżej omówionych. Dokonywane one były jednak w innych warunkach, a mianowicie na częstotliwości radiowej. Krzywe protekcji uwidocznione na rys. 6 ilustrują różne przypadki wzajemnych interferencji sygnałów telewizji monochromatycznej i kolorowej.

Dla określenia rzędu wielkości amplitudy sygnału podnośnej chrominancji, jaka może występować w warunkach praktycznych, należy się oprzeć na wykresie kolorowości. Z danych praktycznych wynika, że przy nadawaniu obrazu z natury amplituda fali podnośnej nie przekracza 0,4 szczytowej wartości sygnału luminancji. Jest więc od niej mniejsza co najmniej o 8 dB. Ponieważ amplituda sygnału wizyjnego pomiędzy bielą i czernią wynosi 0,65 amplitudy odpowiadającej szczytom impulsów synchronizacji, co

odpowiada poziomowi 3,7 dB, więc spodziewany maksymalny poziom amplitudy podnośnej będzie o $3,7 + 8 = 11,7$ dB niższy od poziomu nośnej sygnału wizyjnego.



Rys. 6. Współczynniki protekcji w kanale telewizji kolorowej wg dok. 240 CCIR (W-wa 1956)

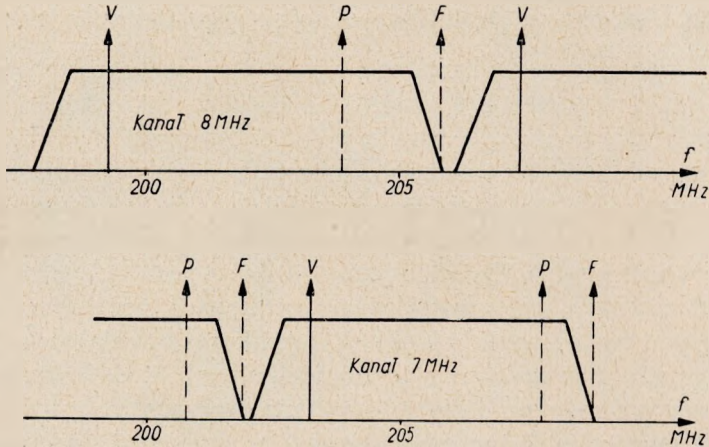
Z analizy krzywych protekcji wymaganych w telewizji kolorowej wynika, że w tym przypadku należy uwzględnić wzrost współczynnika protekcji w stosunku do sygnału niepożądanego, pojawiającego się w pobliżu częstotliwości podnośnej.

5. MOŻLIWOŚCI WSPÓŁPRACY SIECI TELEWIZJI KOLOROWEJ STANDARDU 625-LINIOWEGO PRZY PODZIALE NA KANAŁY 7 MHz i 8 MHz

5.1. Różne częstotliwości nośne sygnałów wizyjnych

Rozpatrzmy najogólniejszy przypadek, gdy częstotliwości nośne sygnałów wizyjnych dwóch stacji telewizyjnych, z których jedna należy do systemu o kanale 7 MHz, a druga do systemu o kanale 8 MHz, są różne (rys. 7). W takich warunkach współpraca obu systemów jest wysoce utrudniona. Należy zwrócić uwagę, że takie rozmieszczenie kanałów w widmie częstotliwości bardzo sprzyja wzajemnym zakłóceniom szczególnie w przypadku telewizji kolorowej. Mogą tu bowiem wystąpić nie tylko wzajemne zakłócenia pomiędzy częstotliwościami nośnymi sygnałów wizyjnych, lecz także

interferencje pochodzące od wzajemnych oddziaływań częstotliwości nośnej sygnału wizyjnego jednej ze stacji na podnośną drugiej, częstotliwości nośnej fonii jednej ze stacji na podnośną drugiej itd. Do tego mogą jeszcze dojść interferencje pochodzące od częstotliwości nośnych fonii niższego kanału względnie od częstotliwości nośnych wizyjnych wyższego kanału. Jednym słowem, obraz możliwych zakłóceń staje się w tym przypadku niesłychanie zagmatwany. Współczynnik protekcji wymagany do zapewnienia nie



Rys. 7. Rozkład kanałów o szerokościach 7 MHz i 8 MHz, przy różnych częstotliwościach. *V* — cz. nośna wizji, *P* — cz. podnośna chrominancji, *F* — cz. nośna fonii

zakłóconego odbioru musi być w tej sytuacji największy (co najmniej 45 dB), przy czym należy uwzględnić również wpływ sąsiednich kanałów. Należy jeszcze zwrócić uwagę, że zalety stosowania metody przesuniętych nośnych nie będą tu mogły być wykorzystane, gdyż jak wiadomo interferencje z częstotliwością podnośną sygnału, którego częstotliwość jest nieparzystą wielokrotną połową częstotliwości linii dają na obrazie efekt kolorowych prążków, bardzo nieprzyjemny dla oka. W tym przypadku współczynnik protekcji znacznie wzrasta (do 45 dB).

Z drugiej strony, badając możliwości odbioru stacji o kanale 7 MHz na odbiorniku przystosowanym do kanału 8 MHz lub odwrotnie, dochodzimy do wniosku, że w przypadku wzajemnego zachodzenia na siebie kanałów 7 MHz i 8 MHz odbiór będzie bardzo utrudniony. Oczywiście należy założyć, że częstotliwość podnośnej w odbiorniku jest taka sama, jaką emituje odbierana stacja, gdyż tylko w tym przypadku istnieje możliwość bezpośredniego odbioru obrazu kolorowego. Dla umożliwienia odbioru należałoby więc przestroić obwody w.cz. lub nawet i obwody p.cz. odbiornika oraz obwody dyskryminatora dźwięku. Byłaby to, jak widać, przeróbka bardzo kłopotliwa. W praktyce więc należałoby odbiorniki pracujące w obszarze, gdzie jest możliwy odbiór stacji jednego i drugiego systemu, wyposażyć w podwójne

komplety obwodów w.cz. i p.cz. oraz podwójne obwody do odbioru dźwięku, przystosowane do obu szerokości kanałów. Byłoby to oczywiście bardzo nieekonomiczne.

Reasumując powyższe można stwierdzić, że w przypadku telewizji kolorowej wzajemne zachodzenie na siebie kanałów 7 MHz i 8 MHz stwarza o wiele większe trudności wzajemnej współpracy obu sieci niż ma to miejsce przy telewizji monochromatycznej.

5.2. Jednakowe częstotliwości nośne sygnałów wizyjnych

Sytuacja opisana powyżej znacznie się uprości, jeśli częstotliwości nośne sygnałów wizyjnych sieci o kanałach 7 MHz będą takie same, jak w sieci o kanałach 8 MHz (rys. 3). W tym przypadku, zarówno z punktu widzenia wzajemnych zakłóceń jak i możliwości bezpośredniego odbioru warunki są znacznie korzystniejsze. Oczywiście, również i w tym przypadku należy założyć, że częstotliwości podnośnych w obu systemach są jednakowe. W przeciwnym bowiem przypadku niweczymy zarówno korzyści, jakie się osiąga przez ustalenie wspólnej częstotliwości podnośnej (brak możliwości wymiany programów telewizji kolorowej), jak i korzyści osiągnięte przez zrównanie częstotliwości nośnych sygnałów wizyjnych (dodatkowe interferencje pomiędzy podnośnymi o różnych częstotliwościach).

Równość częstotliwości nośnych sygnałów wizyjnych pociąga za sobą równość wartości częstotliwości podnośnych. Dzięki temu, jeśli na częstotliwości nośnych sygnałów wizyjnych będzie zachowany współczynnik protekcji równy 45 dB, to taki sam współczynnik protekcji będzie również zachowany i dla częstotliwości podnośnych, wobec czego zakłócenia nie wystąpią. Taka sama sytuacja będzie w przypadku stosowania metody przesuniętych nośnych (off-set), gdyż i podnośne będą w takim samym stosunku przesunięte względem siebie z uwagi na to, że każda z nich jest synchronizowana względem własnej częstotliwości nośnej sygnału wizyjnego. W tym przypadku można więc osiągnąć takie same korzyści ze stosowania metody przesuniętych nośnych jak w przypadku telewizji monochromatycznej. Można więc zmniejszyć współczynnik protekcji do 30 dB.

Ewentualnym źródłem zakłóceń w odbiorniku przystosowanym do kanału 8 MHz mogłaby być częstotliwość nośna fonii kanału 7 MHz. Jest ona oddalona od częstotliwości nośnej sygnału wizyjnego o 5,5 MHz, znajduje się więc w pasmie częstotliwości wizyjnych odbieranych przez odbiornik. Częstotliwość nośna fonii może w tym przypadku powodować powstawanie interferencji z podnośną. Częstotliwość różnicowa wyniesie wówczas 1,07 MHz (w założeniu częstotliwości podnośnej równej 4,43 MHz). Ponieważ poziom sygnału fonicznego jest niższy o 7 dB od poziomu sygnału wizyjnego (wg norm CCIR stosunek mocy nadajnika fonii do mocy nadajnika wizji wynosi 1 : 5), natomiast poziom sygnału podnośnej jest niższy od poziomu sy-

gnału wizyjnego o 12 dB (patrz rozdz. 4), dla zakłócenia więc pożądanego sygnału podnośnej przez niepożądany sygnał foniczny otrzymamy stosunek o 5 dB gorszy niż dla obu interferujących sygnałów nośnych wizyjnych. Ponieważ jednak częstotliwość nośna fonii jest synchronizowana z częstotliwością nośną wizji w taki sposób, że częstotliwość jej dudnień z częstotliwością podnośną jest nieparzystą wielokrotnością połowy częstotliwości linii, jest więc mało widoczna na obrazie.

Przy ustaleniu jednakowych częstotliwości nośnych sygnałów wizyjnych zarówno w kanałach 7 MHz jak i 8 MHz zagadnienie bezpośredniego odbioru również znacznie się upraszcza.

Jak wykazały demonstracje przeprowadzone w Moskwie w roku 1958 [1], na częstotliwościach wizyjnych nie ma istotnych przeszkód w odbiorze sygnałów kodowanych według jednej odmiany systemu za pomocą odbiorników przystosowanych do drugiej odmiany. Rozpatrzmy więc teraz, jak przedstawia się to zagadnienie przy odbiorze na częstotliwościach radiowych.

Przypadek 1: odbiór sygnałów kodowanych według odmiany 1 na odbiorniku odmiany 2.

W tym przypadku dla umożliwienia prawidłowego odbioru należy przebudować obwody dyskryminatora dźwięku w celu przystosowania go do odbioru częstotliwości różnicowej 5,5 MHz (w przypadku odbioru dźwięku metodą różnicową) oraz włączyć w tor luminancji filtr eliminujący sygnał częstotliwości nośnej dźwięku względnie filtr ograniczający pasmo częstotliwości wizyjnych do 5,5 MHz. Obie te manipulacje można zresztą przeprowadzić w prosty sposób przez wprowadzenie odpowiedniego przełącznika obwodów.

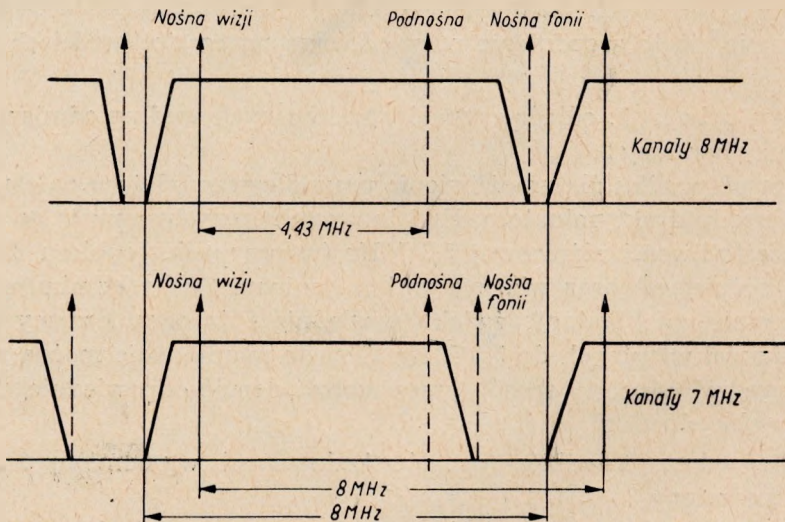
Przypadek 2: odbiór sygnałów kodowanych wg odmiany 2 na odbiorniku odmiany 1.

W tym przypadku sytuacja jest nieco odmienna, chociaż również niezbyt skomplikowana. Należy uczynić, aby obwody w.cz. odbiornika pozwoliły na przeniesienie częstotliwości nośnej sygnału fonicznego, oddalonej od częstotliwości nośnej sygnału wizyjnego o 6,5 MHz. W tym celu odpowiednie obwody powinny przenosić takie pasma częstotliwości, jakie są wymagane w systemie o kanale 8 MHz. Wydaje się, że będzie możliwe ustalenie w skali międzynarodowej jednakowej szerokości pasma częstotliwości przenoszonych przez obwody w.cz. i p.cz. odbiorników przystosowanych do obu systemów. Drugą zmianą, jaką należałoby przeprowadzić w odbiorniku systemu 1, byłoby przestrojenie obwodów dyskryminatora dźwięku na częstotliwość 6,5 MHz, co daje się uzyskać bardzo łatwo. W tym przypadku filtr w torze luminancji nie jest już potrzebny, gdyż obwody tego toru ograniczają pasmo częstotliwości wizyjnych do granicy przewidzianej w systemie o kanale 7 MHz.

5.3. Odstęp częstotliwości nośnych sygnałów wizyjnych co 8 MHz

Nie ulega wątpliwości, że ustalenie jednakowych częstotliwości nośnych systemów wizyjnych zarówno w systemach o kanałach 7 MHz jak i 8 MHz jest wysoce korzystne, gdyż znacznie zmniejsza możliwości występowania wzajemnych zakłóceń w pogranicznych strefach sieci w obu systemach.

Uzyskanie jednakowych częstotliwości nośnych sygnałów wizyjnych przy jednoczesnym podziale na kanały o szerokościach 7 MHz i 8 MHz jest możliwe jedynie przy ustaleniu odstępów pomiędzy częstotliwościami nośnymi sygnałów wizyjnych w sąsiednich kanałach co 8 MHz. Przez taki podział uzyska się kanały o szerokości 8 MHz oraz kanały o szerokości 7 MHz z nie zajętej zakresami częstotliwości o szerokości 1 MHz, w górnej części każdego kanału (rys. 8).



Rys. 8. Rozkład kanałów o szerokościach 7 MHz i 8 MHz przy odstępie między nośnymi wizyj co 8 MHz

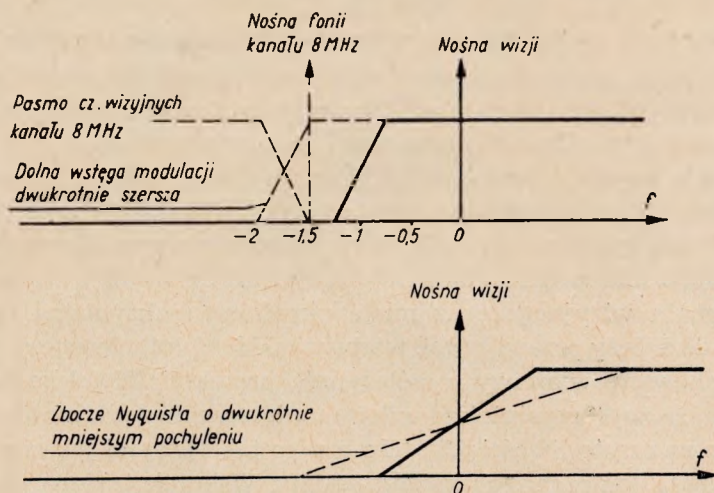
Wstępne porozumienie w odniesieniu do podziału zakresów częstotliwości IV i V osiągnięto już w czasie sesji XI Komisji Studiów CCIR w Moskwie w 1958 r. Obecnie jest już szereg autorytatywnych wypowiedzi, z których wynika, że większość państw europejskich jest skłonna przyjąć podział zakresów częstotliwości IV i V z odstępem co 8 MHz pomiędzy częstotliwościami nośnymi sygnałów wizyjnych oraz przyjąć dla telewizji kolorowej częstotliwość podnośną równą 4,43 MHz.

Ponieważ przy nowym podziale i przy wykorzystaniu kanałów o szerokości 7 MHz pozostaje nie wykorzystana część widma częstotliwości o szerokości 1 MHz, powstaje więc pytanie, w jaki sposób można ją wykorzystać. Zagadnieniu temu poświęcono wiele uwagi podczas odbytej w Genewie

w październiku ub.r. konferencji, tzw. Podgrupy Espinga XI Komisji Studiów CCIR.

Jak wynika z ogłoszonych dokumentów oraz wypowiedzi delegatów, przeprowadzono liczne badania (Holandia, Szwajcaria, ZSRR) mające na celu stwierdzenie, jaki wpływ na jakość telewizyjnego obrazu kolorowego ma poszerzenie dolnej, częściowo tłumionej, wstęgi modulacji fali nośnej sygnału wizyjnego oraz poszerzanie pasma częstotliwości sygnałów wizyjnych. Badania te przeprowadzono w trzech przypadkach, a mianowicie gdy:

- dolna wstęga boczna modulacji jest poszerzona o 1 MHz,
- górną wstęgą boczną modulacji jest poszerzona o 1 MHz,
- obie wstęgi boczne modulacji są poszerzone o 0,5 MHz każda.



Rys. 9. Dwukrotne poszerzenie dolnej bocznej wstęgi modulacji dla zmniejszenia pochyleń z boczna Nyquist'a

Przy szerszej dolnej bocznej wstędze modulacji uzyskuje się mniejsze nachylenie z boczna Nyquist'a, co teoretycznie powoduje zmniejszenie opóźnienia grupowego. W tym przypadku należałoby się więc spodziewać znacznej poprawy jakości obrazu wskutek zmniejszenia zniekształceń fazowych. Jednak jak wynika z porównawczych obserwacji obrazów przeprowadzanych metodą statystyczną, poprawa jakości obrazu jest znacznie mniejsza, niż to wynika z przesłanek teoretycznych i różnice w jakości obrazu dla wszystkich trzech przebadanych przypadków są raczej słabo dostrzegalne, przy czym najkorzystniejszy okazał się przypadek c). Poszerzanie dolnej bocznej wstęgi modulacji ma tę zaletę, że zmniejsza wymagania co do dokładności dostrajania odbiornika. Jest to szczególnie ważne w IV i V zakresie częstotliwości.

Na podstawie wyników badań nad poszerzaniem dolnej bocznej wstęgi modulacji można sądzić, że osiągnięte tą drogą korzyści (stosunkowo nie-

wielka poprawa jakości obrazu oraz mniej krytyczne warunki dostrojenia odbiornika) nie będą mogły zrównoważyć ujemnych skutków takiego rozwiązania. Poszerzanie dolnej wstęgi modulacji, bez zmiany częstotliwości nośnych sygnałów wizyjnych, spowoduje bowiem częściowe zachodzenie dolnej bocznej wstęgi modulacji górnego kanału na górną część dolnego kanału w systemie o szerokości kanałów 8 MHz. Zachodzenie sąsiednich kanałów na siebie wywoła niewątpliwie zjawiska interferencji. Wydaje się jednak, że nie będzie to zbyt groźne, gdyż mamy tu do czynienia z granicznymi częstotliwościami produktów modulacji, których moc jest niewielka i które oddziałują w okolicy górnych granicznych częstotliwości wizyjnych oraz częstotliwości nośnej sygnału fonicznego w systemie o kanale 8 MHz.

Inna koncepcja wykorzystania wolnej części pasma częstotliwości polega na umieszczeniu tu drugiej częstotliwości nośnej fonii dla nadania np. drugiej wersji językowej lub też dla celów sfereofonicznego nadawania dźwięku.

Dodatkowa częstotliwość nośna fonii może oczywiście wywołać pewne zakłócenia w kanale o szerokości 8 MHz, ponieważ pojawi się w zakresie częstotliwości 5,5—6,5 MHz, a więc w pasmie częstotliwości wizyjnych. Jeśli jednak będą spełnione warunki, jakie stawia się normalnie częstotliwości nośnej fonii, a mianowicie, aby była ona synchronizowana z częstotliwością nośną sygnału wizyjnego oraz miała określoną maksymalną amplitudę, wówczas nie należy przewidywać wzrostu zakłóceń interferencyjnych, gdyż będzie zachowany właściwy współczynnik protekcji. W takim przypadku wydaje się, że najkorzystniejsze byłoby umieszczenie dodatkowego sygnału fonicznego na częstotliwości 6,5 MHz, a więc takiej samej jak częstotliwość nośna sygnału fonicznego w kanale 8 MHz. Wskutek takiego rozwiązania osiągnie się podwójną korzyść: po pierwsze nie wystąpią interferencje z częstotliwością podnośną, ponieważ różnica tych częstotliwości wynosząca 2,07 MHz będzie leżała już poza pasmem częstotliwości sygnałów chrominancji, a po wtóre ułatwi to odbiór dodatkowego dźwięku na odbiorniku przystosowanym do kanału 8 MHz.

6. WNIOSKI

Jak wynika z powyższych rozważań, wprowadzenie w Europie telewizji kolorowej do eksploatacji nie jest sprawą prostą. W obecnej sytuacji wydaje się najkorzystniejsze przyjęcie jednego z wariantów systemu NTSC, pod warunkiem podziału zakresów częstotliwości IV i V (które mają być przede wszystkim wykorzystane do telewizji kolorowej) na kanały z rozmieszczeniem częstotliwości nośnych wizji co 8 MHz, oraz przyjęcie jednolitej częstotliwości podnośnej przez wszystkie kraje europejskie. Natomiast, ustalenie szczegółowych parametrów standardu telewizji kolorowej powinno

być poprzedzone badaniami mającymi na celu uzyskanie możliwie najlepszych warunków odbioru niezależnie od wybranej odmiany standardu. Badania te powinny dotyczyć: optymalnej szerokości pasma częstotliwości wizyjnych, szerokości dolnej bocznej wstęgi modulacji i szerokości pasma częstotliwości sygnałów chrominancji. Poza tym badania powinny również dotyczyć określenia wzajemnych interferencji występujących pomiędzy różnymi odmianami systemu NTSC oraz pomiędzy emisjami telewizji kolorowej i monochromatycznej, ustalenia współczynników protekcji dla telewizji kolorowej i monochromatycznej, i wreszcie ustalenia dopuszczalnego stosunku mocy promieniowanych sygnałów wizji i fonii.

Ostatnio, zarysowuje się również tendencja do wzmożonego poszukiwania innego rozwiązania systemu telewizji kolorowej nie związanego z systemem NTSC, który jest bardzo skomplikowany technicznie i zbyt kłopotliwy w eksploatacji.

Polska, znajdująca się na granicy stosowania różnych standardów telewizyjnych, jest krajem jednym z najbardziej zainteresowanych w uzyskaniu międzynarodowego porozumienia co do wyboru standardu telewizji kolorowej.

WYKAZ LITERATURY

1. R. Genève — Wymiana programów telewizji kolorowej i odpowiedniość pomiędzy dwoma wersjami systemu NTSC. (L'Onde Electrique, nr 379, październik 1958).
2. Dokumenty CCIR — Warszawa 1956: 240,
1956—1959: XI/5, XI/26, XI/28, XI/46
Los Angeles 1959: 87, 97, 98, 143, 155, 160, 161
Genewa 1959 (Sub Group Esping): 2, 3, 7, 8, 9, 10

A. Келкевич

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ СЕТЕЙ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЮЩИХ РАЗНЫЕ ВАРИАНТЫ СИСТЕМЫ NTSC

Резюме

Вопрос сотрудничества телевизионных сетей с каналами в 8 мГц и 7 мГц и стандартами в 625 строк является более сложным в случае цветного, чем в случае чёрно-белого телевидения. На основании свойств системы цветного телевидения с одной поднесущей частотой и квадратурной модуляцией обсуждён вопрос взаимного приёма программ цветного телевидения разных систем, учитывая такие факторы как: выбор поднесущей частоты и рода сигналов цветности I и Q или же R — Y и B — Y , возможность выступления взаимных интерференционных помех, а также влияние ширины телевизионного канала.

В результате этих рассуждений автор приходит к следующим заключительным выводам:

1. Наиболее выгодные условия развития сети цветного телевидения в Европе можно получить путём внедрения в эксплуатацию системы соблюдающей условие совместимости, при чём следует принять унифицированное во всей Европе значение поднесущей частоты (нп. 4,43 мГц).

2. Следует произвести измерения взаимных интерференционных помех сигналов чёрно-белого и цветного телевидения разных вариантов системы NTSC и на основании этих измерений определить защитные коэффициенты с целью соответственного проектирования сети передатчиков.

3. Следует произвести исследования возможности взаимного приёма сигналов цветного телевидения варианта I/Q , а также $R - Y/B - Y$.

A. Kielkiewicz

AN ANALYSIS OF CO-OPERATION POSSIBILITIES OF COLOUR TELEVISION NETWORKS, USING VARIETIES OF THE NTSC SYSTEM

Summary

The problem of co-operation of colour television networks with 8 Mc/s and 7 Mc/s systems of the 625-line standard is much more complicated in the case of colour television, than in the monochrome case.

Considering colour television system characteristics with one subcarrier frequency and quadrature-modulation, the problem of mutual exchange and reception of colour television programs are discussed, taking into account such factors as:

the choice of subcarrier frequency and the kind of chrominance signals I and Q or $R - Y$ and $B - Y$, the possibility of interference, as well the bandwidth of the television channel.

As a result of these considerations, the author comes finally to the following conclusions:

1. The best conditions for the development of colour television network in Europe can be obtained by accepting a system fulfilling the condition of compatibility with one standard subcarrier frequency for the whole of Europe (e.g. 4,43 Mc/s).

2. Measurement of mutual interference for signals of monochrome and colour television of different varieties of the NTSC system should be made in order to define suitable protection coefficients for network planning purposes.

3. Possibilities of mutual reception signals I/Q and $R - Y/B - Y$ of NTSC colour television system should be investigated.

A. Kielkiewicz

ANALYSE DES POSSIBILITÉS DE LA COOPÉRATION DES RÉSEAUX DE TÉLÉVISION EN COULEURS, CONTENANT LES VARIANTES DU SYSTÈME NTSC

Resumé

Le problème de la coopération des réseaux de télévision en couleurs à systèmes à bande de 8 MHz et de 7 MHz, du standard de 625 lignes est beaucoup plus compliqué, que celui relatif à la télévision monochrome. En se basant sur les caractéristiques du système de télévision en couleurs à une seule fréquence sous-porteuse et à modulation en quadrature, l'auteur traite les problèmes des échanges et de la réception des pro-

grammes de télévision en couleurs des différents systèmes, en tenant compte de tels facteurs que:

le choix de la fréquence sous-porteuse et des signaux de chrominance I et Q ou $R - Y$ et $B - Y$, la possibilité des interférences mutuelles et l'effet de la largeur de bande de la voie de télévision.

Après ces considérations, l'auteur arrive finalement aux conclusions suivantes:

1. Les conditions optimum pour le développement du réseau de télévision en couleurs peuvent être obtenues si l'on accepte un système satisfaisant à la condition de compatibilité; dans ce cas-là il est nécessaire d'accepter pour toute l'Europe une valeur unique de la fréquence sous-porteuse (p.ex. 4,43 MHz).

2. Pour projeter judicieusement le réseau des stations émettrices il est nécessaire de déterminer les coefficients de protection contre les interférences, qui se produisent dans le cas de systèmes de télévision monochrome et de celle en couleurs des diverses variantes du système NTSC. Dans ce but il est nécessaire d'effectuer les mesures indispensables.

3. Il est nécessaire d'étudier la possibilité des réceptions mutuelles des signaux de télévision en couleurs du système NTSC, et notamment I/Q ou $R - Y/B - Y$.

A. Kietkiewicz

ANALYSE DER MÖGLICHKEIT DER ZUSAMMENARBEIT DER DIE VERSCHIEDENEN VARIANTEN DES NTSC -- SYSTEMS BENUTZENDEN NETZE DES FARBFERNSEHENS

Z u s a m m e n f a s s u n g

Das Problem der Zusammenarbeit der Fernsehnetze mit 8 MHz — und 7 MHz — Kanälen des 625-zeiligen Standardes ist mehr kompliziert im Falle des Farbfernsehens als im Falle des Schwarz-Weiss-Fernsehens. In Anlehnung an die Eigenschaften des Farbfernseh-Systems mit einem Farbträger und der Quadratur-Modulation wird das Problem des gegenseitigen Empfanges der Programme von verschiedenen Systemen untersucht, unter Berücksichtigung solcher Faktoren wie die Wahl der Farbträgerfrequenz, die Wahl der Art der Chrominanzsignale I und Q bzw. $R - Y$ und $B - Y$, die Möglichkeit des Auftretens von gegenseitigen Interferenzen und der Einfluss der Bandbreite des Fernseh-Kanals.

Als Ergebnis dieser Erwägungen kommt der Verfasser endlich zu folgenden Schlüssen:

1. Die günstigsten Bedingungen für die Entwicklung der europäischen Farbfernsehnetze kann man durch die Annahme eines die Bedingung der Kompatibilität erfüllenden Systems erzielen, wobei für das ganze Europa ein gleicher Wert der Farbträgerfrequenz (z. B. 4,43 MHz) anzunehmen ist.

2. Es sind die Messungen der gegenseitigen Störung der Signale des Schwarz-Weiss-Fernsehens und des Farbfernsehens verschiedener Varianten des NTSC-Systems durchzuführen und auf deren Grund die Störabstände für das richtige Entwerfen der Sender-Netze zu bestimmen.

3. Es sind die Untersuchungen der Möglichkeit des gegenseitigen Empfanges von Signalen des NTSC-Systems der I/Q und $R - Y/B - Y$ — Varianten durchzuführen.

JAN KIBORTT
JERZY TRECHCIŃSKI

621.395.722.004.5

PRZEGLĄD METOD KONSERWACJI AUTOMATYCZNYCH CENTRAL TELEFONICZNYCH

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego 27.4.1960 r.

Wybór właściwej metody konserwacji central telefonicznych i kontroli pracy tych central w okresie ich eksploatacji jest zagadnieniem ważnym zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym.

W dotychczasowej polskiej literaturze fachowej zagadnieniu temu poświęcono bardzo mało uwagi.

Autorzy artykułu dają przegląd zarówno metod szeroko stosowanych jak też i tych, które znalazły się obecnie na warsztacie studiów teoretycznych i prób eksploatacyjnych w krajach zaawansowanych w technice automatycznych central telefonicznych.

Szczególny nacisk został położony na porównanie metod profilaktycznej i korektywnej, dające możliwości wyciągnięcia pewnych ogólnych wniosków, które mogą być pomocne przy wyborze właściwej metody konserwacji i kontroli w eksploatacji central telefonicznych w Polsce.

1. WSTĘP

Szybki wzrost liczby central i aparatów telefonicznych oraz szeroko postępująca automatyzacja ruchu telefonicznego pociągają za sobą konieczność wypracowania coraz to doskonalszych metod konserwacji urządzeń telefonicznych tak pod względem technicznym, jak i ekonomicznym. Właściwa bowiem konserwacja pozwala z jednej strony uniknąć przykrych dla użytkowników nieprawidłowości funkcjonowania urządzeń, z drugiej strony przedłuża okres użytkowania kosztownego sprzętu.

Niniejszy artykuł opisuje i porównuje ze sobą stosowane metody konserwacji central telefonicznych, szerzej zajmując się nowymi tendencjami, jakie w tej dziedzinie się przejawiają. Artykuł ten nie daje recepty na najwłaściwszą metodę konserwacji, gdyż zależy ona od wielu czynników, jak system centrali, jakość produkcji i materiałów, kwalifikacje personelu

i inne. Opracowanie takich recept wymaga wieloletnich studiów przez specjalistów z różnych dziedzin wiedzy: techniki, ekonomii i matematyki.

2. METODY KONSERWACJI CENTRAL

W ostatnich czasach wyodrębniły się zasadniczo przeciwstawne sobie metody konserwacji badań central automatycznych.

Pierwsza starsza, tzw. profilaktyczna, polega na okresowym systematycznym sprawdzaniu pracy wszystkich elementów składowych centrali i natychmiastowym usuwaniu znalezionych przy tym badaniu usterek.

Druga metoda nowsza polega na stałej obserwacji ogólnego stopnia drobnoci, tzn. sprawności usługowej centrali i zaleca sprawdzanie elementów i wyszukiwanie usterek dopiero wówczas, gdy stopień sprawności usługowej centrali okaże się niższy od wymaganego.

Metoda profilaktyczna opiera się na założeniu, które przyjmuje, że ogólna jakość pracy central jest funkcją jakości pracy wszystkich jej elementów składowych i wobec tego idealne funkcjonowanie centrali osiągnie się przez utrzymywanie tych elementów w należytym stanie.

Metoda ta zmierza zatem do wykrycia możliwie wszystkich usterek i nieprawidłowości w poszczególnych elementach przez podejmowanie w ustalonych odstępach czasu badań poszczególnych mechanizmów, zespołów i podzespołów.

W klasycznej odmianie tej metody jedynym kryterium dla osądu czy element jest dobry, czy wadliwy stanowią (przepisane dla konserwatora) warunki regulacji jego mechanizmów. Warunki regulacji przepisują, jak wiadomo, pewne granice, w których powinna być utrzymana regulacja mechaniczna i elektryczna poszczególnych elementów i zespołów. Zgodnie z przepisami tej metody każde odchylenie poza przepisane tolerancją kwalifikuje zespół jako wadliwy i wymaga jego ponownego wyregulowania.

W rezultacie regulacja ta jest ciągle poprawiana, co prowadzi do znacznie szybszego zużycia elementów regulowanych. Tłumaczy się to tym, że po każdej regulacji powierzchnie trące się lub też zderzające się z sobą w dość krótkim czasie docierają się lub dobijają do takiego stanu, w którym dalsze zmiany są już bardzo powolne, wobec czego pomimo pewnego przekroczenia warunków regulacji elementy te mogą w normalnych warunkach pracować wystarczająco poprawnie przez bardzo długi czas.

Stwierdzenie tych drobnych odchyłek zmusza obsługę do ponownego podregulowania zespołu lub elementu, co pociąga za sobą nowy okres docierania i dobijania, w którym podzespoły szybko się zużywają.

Sam proces regulacji, polegający zresztą przeważnie na odpowiednim wyginaniu i doginaniu części metalowych, gdy jest często powtarzany, pro-

wadzi do zmęczenia materiału, w wyniku czego materiał traci potrzebną sprężystość i element wymaga ponownej regulacji.

Biorąc pod uwagę jeszcze doświadczalnie stwierdzony fakt, że specjalista od regulacji znajduje usterki regulacji nawet w mechanizmie, o którym nie wie, że przed chwilą sam go wyregulował, dochodzimy do wniosku, że posiłkując się tą metodą powodujemy nadmierne zużycie centrali i to bardzo dużym kosztem.

Bardziej nowoczesna odmiana tej metody polega na systematycznym sprawdzaniu poszczególnych organów centrali „na działanie”, przy założeniu, że tylko taki organ może być uznany za dobry, który poprawnie pracuje nawet przy skrajnie utrudnionych warunkach, np. przy obniżonym lub podwyższonym do dopuszczalnych granic napięciu zasilającym, przy skrajnie dopuszczalnych szybkościach i skrajnie dopuszczalnym stosunku czasu przerwy do czasu zwarcia tarczy numerowej itp. Jeżeli organ nie wytrzymuje takich prób, zostaje poddany sprawdzeniu regulacji i ewentualnie przeregulowany. Ta metoda nieco mniej „męczy” zespoły niż metoda klasyczna.

Dla zmniejszenia pracochłonności operacji potrzebnych przy badaniu zostały opracowane początkowo przyrządy przeznaczone do badania poszczególnych organów połączeniowych, przeważnie w postaci wózków badawczych, a w następnym etapie urządzenia automatyczne, tzw. rutinery, które cyklicznie badają poszczególne organy centrali i przywołują obsługę w przypadku natrafienia na organ niedotrzymujący narzuconych mu warunków pracy.

Jeżeli przy stosowaniu tej metody często natrafia się na organy, które wymagają naprawy czy podregulowania, wówczas obsługa zdobywa przekonanie o swej użyteczności i pracuje bardziej starannie i wydajnie. W konsekwencji centrala uzyskuje dość wysoki stopień sprawności, ale niestety szybko się zużywa i poszczególne jej elementy muszą być często wymieniane na nowe. W sumie koszt tej metody konserwacyjnej jest stosunkowo bardzo wysoki.

Metoda nowsza, zwana korektywną, oparta jest na następujących założeniach:

Centrala telefoniczna jest urządzeniem służącym do wykonywania połączeń między aparatami abonenckimi. Skoro jedne centrale wykonują to swoje zadanie lepiej, a inne gorzej, to należy określić pewien wskaźnik dobroci pracy central, aby móc je między sobą porównywać.

Nie istnieją centrale, które nie mają żadnych usterek i pracują zupełnie bezbłędnie. W każdej centrali pewien procent zainicjowanych połączeń nie dochodzi do skutku z powodu różnych przyczyn.

W niektórych systemach i przy określonej dobroci wykonania sprzętu ten procent jest większy, w innych mniejszy. Zarówno wytwórcy, jak i za-

rządy łączności dążą do zmniejszenia tego procentu do minimum, ale tym niemniej istnieje on zawsze i z doświadczenia wiadomo zwykle, jaką wartość może on wynosić.

Obeonie określa się jakość pracy central przez tak zwaną jej sprawność usługową, która wyraża się stosunkiem poprawnie dokonanych połączeń do całkowitej liczby zainicjowanych przez abonentów połączeń w ciągu określonego czasu. Jeżeli centrala pracuje z lepszą sprawnością usługową niż sprawność wymagana, nie ma wówczas najmniejszej potrzeby męczyć ją przez badanie systematyczne i nie ma potrzeby „beznadziejnie” szukać tych usterek, które w niej są, gdyż i koszt takich poszukiwań jest wysoki i personel, który ciągle szuka a rzadko znajduje usterki, demoralizuje się i traci potrzebną czujność.

Jeżeli natomiast sprawność usługowa centrali okazuje się niższa od dopuszczalnej, wówczas należy szukać przyczyn tego stanu rzeczy, a znalazłszy, przyczyny te usunąć. Zatem badania i sprawdzania rozpoczynane być muszą tylko wtedy, gdy stwierdzone zostanie pogorszenie się ogólnej sprawności usługowej centrali poniżej wartości dopuszczalnej.

Metoda profilaktycznych badań elementów central wykształciła się w sposób zupełnie naturalny na tle tych systemów central automatycznych, w których zasadniczymi elementami składowymi były wybieraki ruchowe o mniej lub więcej złożonych mechanizmach. Mechaniczny charakter tych elementów narzucił konserwatorom sposób podejścia do ich konserwacji właściwy mechanikom. Każdy mechanizm wymaga bowiem precyzyjnej regulacji wszystkich zazębiających się we wzajemnej zależności funkcjonalnej części.

Oprócz tego sposób zestawiania połączeń przez bezpośrednie sterowanie organami łączeniowymi, będący głównym sposobem praktykowanym w większości systemów central automatycznych, nie dawał możliwości łatwego zrealizowania kontroli pracy poszczególnych organów przez centralny organ kontrolny.

W tych warunkach nie pozostawało nic innego, jak permanentnie i cyklicznie sprawdzać poszczególne organy i możliwie szybko naprawiać te, które nasuwały choćby pewne podejrzenia, że w czasie normalnego ruchu w centrali mogą zawieść. Ponieważ metoda ta wymagała dużej liczby wysokokwalifikowanego personelu, głównym dążeniem konstruktorów i eksploatorów było opracowanie urządzeń automatycznych, które by przynajmniej podczas pracochłonnych badań centrali wyeliminowały element ludzki.

Dopiero wprowadzenie systemów central opartych na rejestrze, względnie jeszcze nowszych z rejestrkami i cechownikami, jako organami skupiającymi w sobie całość funkcji sterowania zestawianiem połączeń, umożliwia lepszy wgląd w pracę centrali jako całości. Systemy te, np. system z wybie-

rakami krzyżowymi, odznaczają się bardzo dużym stopniem sprawności usługowej i dla nich to zostały wypracowane nowe metody konserwacji korektywnej, oszczędzające poważne sumy na personelu i nie „męczące” urzędników. Dążenie do zastosowania metod korektywnych w konserwacji central dawnych systemów o bezpośrednim sterowaniu i z wybierakami ruchowymi jest historycznie późniejsze.

Ponieważ metody korektywne opierają się na pomiarze ogólnej sprawności usługowej centrali, w następnym rozdziale będziemy się starali przedstawić sposoby, jakie są stosowane na razie w skali laboratoryjnej (za granicą), za pomocą których można w stosunkowo krótkim czasie określać stopień sprawności usługowej centrali lub sprawdzać, czy centrala pracuje lepiej czy gorzej niż się tego po niej spodziewamy.

3. SPOSOBY OKREŚLANIA SPRAWNOŚCI USŁUGOWEJ CENTRALI

Najpewniejszy wynik niewątpliwie otrzymalibyśmy zliczając wszystkie dokonane przez centralę połączenia oraz osobno wszystkie nieudane połączenia. Nieudane połączenia można by podzielić ze względu na przyczynę, np. a) PAb zajęty, b) brak wyjść na poszczególnych stopniach łączenia, c) wadliwa praca organów.

Oczywiście należałoby centralę zaopatrzyć w odpowiednie urządzenia rejestrujące, z których odczytywałoby się wyniki co jakiś określony czas.

Urządzenia statystyczne całkowicie zautomatyzowane i dające natychmiast gotowe wyniki byłyby bardzo kosztowne. Urządzenia rejestrujące tylko odpowiednie dane byłyby niedrogie, jednakże wymagałyby dalszego opracowywania wyników, co pociągnęłoby za sobą z kolei konieczność zatrudnienia liczego personelu, a wyniki badań byłyby mniej lub więcej spóźnione. Należy zatem znaleźć wyjście pośrednie dające szybki efekt przy zachowaniu daleko idącej ekonomii nakładów.

Jeśli centralę telefoniczną uznać za rodzaj fabryki, która produkuje połączenia telefoniczne, wówczas z powodzeniem można do niej odnieść wszystkie metody kontroli jakości produkcji, jakie są stosowane w fabrykach produkujących masowo określone wyroby.

Jedną z tych metod jest ta, która rozwinęła się szczególnie w czasie ostatniej wojny światowej w zakładach zbrojeniowych, a potem zapanowała wszędzie, gdzie odbywa się masowa produkcja.

Polega ona na spostrzeżeniu, że jeżeli z całej masy wyprodukowanych przedmiotów pobierzemy pewną ich liczbę, to znaleziona w tej próbce ilość braków określa nam wg teorii prawdopodobieństwa procent braków w całej masie wyprodukowanych przedmiotów. Oczywiście takie wnioskowanie nie jest całkowicie pewne, jednakże stopień pewności również daje się wyliczyć z teorii prawdopodobieństwa. Jeżeli przy tym skutki nieprawidłowe-

go wnioskowania są mniej groźne czy też mniej kosztują niż czas i energia zaoszczędzone na kontrolowaniu tylko małej próbki, zamiast całej masy wyrobu, wówczas sposób ten jest opłacalny. Próbka musi być pobierana losowo i to w taki sposób, aby jak najprawdziwiej reprezentowała całość masy wyrobu. Stopień pewności wnioskowania w tej metodzie zależy od liczności próbki, od stopnia wadliwości produkcji i od wielkości całej ocenianej partii wyrobu.

W przeniesieniu tej metody, zwanej statystyczną kontrolą jakości, na „wytwórnę”, jaką jest centrala telefoniczna, nie potrzebujemy obserwować każdego połączenia, jakie zostało zaimcjowane, lecz tylko pewien ułamek tych połączeń i na podstawie obserwacji tej „próbnej” liczby połączeń wnioskować o stopniu dobroci centrali.

Sposób pobierania „próbki” może być przy tym różny: można mianowicie objąć obserwacją i rejestrowaniem wyników tej obserwacji pewną liczbę połączeń przebiegających w ramach normalnego, rzeczywistego ruchu centrali, albo też powodować sztuczny, „próbny” ruch i obserwować jego przebieg.

Sądząc z publikacji zarówno angielskich, jak i szwedzkich ten drugi sposób okazał się dla dużych central wygodniejszy i ekonomiczniejszy. Wprowadzono tam tytułem próby urządzenia zwane próbnikami dróg połączeniowych. Próbniki te wytwarzają sztuczny ruch w postaci narzucanych centrali próbnych połączeń, które są przez te urządzenia obserwowane, a wyniki obserwacji rejestrowane ewentualnie z jednoczesnym segregowaniem na rodzaje zaobserwowanych usterek.

W oparciu o teorię prawdopodobieństwa i statystycznej kontroli jakości, wypracowano dla central telefonicznych pewien, zdaniem Szwedów najbardziej ekonomiczny, sposób analizowania wyników pracy próbnika dróg połączeniowych.

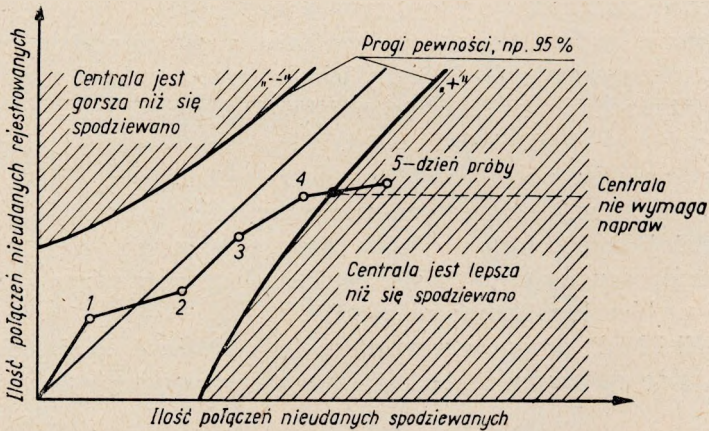
Zasada tego sposobu zwanego analizą sekwencyjną jest następująca. Na podstawie znajomości systemu i możliwości wytwórni osiągnięcia określonego stopnia jakości w produkcji sprzętu oraz zebranego doświadczenia z centralami tegoż systemu zostaje określony spodziewany stopień dobroci centrali lub dopuszczalna „wadliwość” tejże centrali. Wówczas przestaje być istotne określanie tych wartości w pracującej centrali, lecz raczej stwierdzenie, czy centrala pracuje lepiej czy gorzej niż się zasadniczo spodziewamy.

Takie stwierdzenie na podstawie obserwacji pewnej liczby próbnych połączeń może być dokonane z takim czy innym współczynnikiem pewności.

Jeżeli założyć określony stopień pewności takiego stwierdzenia, wówczas im bardziej sprawność czy wadliwość centrali odbiega od spodziewanych wartości, tym mniej trzeba wykonać próbnych połączeń, aby dojść do określonego wniosku. Odnosi się to zarówno do przypadków, gdy centrala pracuje lepiej jak też do przypadków, gdy pracuje gorzej niż się spodziewamy.

Praktycznie sprawę tę rozwiązuje się następująco: Przypuśćmy, że próbnik dróg połączeniowych wykonuje dziennie około 1000 połączeń próbnych. Na przygotowanej siatce wykresu, którego rzędna przedstawia sumę zarejestrowanych nieudanych połączeń, zostają naniesione określone na drodze matematycznej tzw. progi pewności, odpowiadające potrzebnemu stopniowi pewności wnioskowania.

Po każdym dniu pracy próbnika wyznacza się na przygotowanej siatce nowy punkt. Z tych punktów powstaje krzywa łamana, która po kilku pierwszych dniach prób mieści się między dodatnim i ujemnym progiem pewności. Próby ciągną się tak długo, aż krzywa przetnie jeden z progów pewności (rysunek poniżej).



Wykreślne przedstawienie wyników badań przy pomocy próbnika dróg połączeniowych [7]

Zależnie od tego jak przebiega krzywa następuje powzięcie decyzji, czy należy przystąpić do szczegółowych badań centrali w celu wyszukania i usunięcia nadmiaru usterek, czy też należy centralę pozostawić w spokoju.

Kreślona na siatce krzywa wyników pomiaru może mieć przebieg trójkąkiego rodzaju.

1. Po kilku dniach przetnie górny próg pewności wchodząc w obszar, gdzie należy uznać, że centrala ma gorszą sprawność usługową niż założona dopuszczalna.

2. Po wielu dniach krzywa pozostaje między dwoma progami pewności, czyli, że sprawność usługowa centrali jest taka, jaka została uznana za dopuszczalną.

3. Po kilku dniach krzywa przecina dolny próg pewności, co dowodzi, że sprawność usługowa centrali jest lepsza od wymaganej.

Tylko w przypadku 1 należy zacząć poszukiwania usterek i starać się je usunąć. W przypadku 2 i 3 należy zostawić centralę w takim stanie, w jakim się znajduje.

Oczywiście w przypadku 2 należy kontynuować próbę jeszcze w ciągu pewnego czasu, po czym ją przerwać, a następnie wznowić po pewnym czasie. Czas ten powinno narzucić doświadczenie.

Powzięcie tej czy innej błędnej decyzji pociąga za sobą konsekwencje różnorodnej natury (ekonomicznej, propagandowej, psychologicznej itd). W związku z tym stopień pewności decydowania musi być bardzo starannie i rozsądnie dobrany, co wyraża się w odpowiednio wyznaczonych progach pewności na wykresie. Dobieranie bardzo wysokich stopni pewności przy decydowaniu powoduje koszt powiększonej ilości potrzebnych prób.

Teoretyczne znalezienie właściwego stopnia pewności decyzji jest dla normalnie wykształconego inżyniera zagadnieniem bardzo trudnym, jeżeli nawet nie niemożliwym do rozwiązania.

Takie same trudności nastrocza znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy wzmiankowany wyżej sposób oceny jakości pracy centrali w oparciu o metody statystyczne jest najlepszy z możliwych i czy nie można by było znaleźć sposobu prostszego, tańszego i dającego pewniejsze i szybsze wyniki.

Opisany powyżej sposób jest stosowany w Szwecji głównie do central Crossbar, jak również do całych zespołów tych central. (Jest to kwestia odpowiedniej konstrukcji próbnika dróg połączeniowych i odpowiednio z nim współpracującego w innych centralach zespołu przystawek z ewentualnymi wybierakami pomocniczymi).

W Anglii i NRD powstają również metody zbliżone do szwedzkiej w zastosowaniu do systemów central używanych w tych krajach.

4. PRÓBNIK DRÓG POŁĄCZENIOWYCH

Próbnik stanowi pewien mniej lub więcej bogato wyposażony zespół badawczy, który posiada określoną liczbę wyjść (strona nadawcza) oraz pewną liczbę wejść (strona odbiorcza, kontrolna). Zazwyczaj wyjścia z próbnika zostają połączone z wejściami do centrali, czyli odgrywają rolę abonentów centrali. Aby sprawdzić pracę organów możliwie całej centrali, należy jako wejścia wykorzystać nie obsadzone przez abonentów numery, przynajmniej po jednym w każdej podstawowej grupie abonenckiej. Te same nie obsadzone przez abonentów numery po stronie wyjścia z centrali (strona WL) zostają połączone z wejściami do próbnika.

Zespół badawczy próbnika kolejno przyłącza się automatycznie do coraz nowych wejść do centrali, a na każdym wejściu kolejno wybiera wszystkie pozostałe numery abonenckie, których wyjścia po stronie WL są połączone z próbnikiem po jego stronie kontrolnej.

W toku każdego z połączeń próbnik korzysta ze wszelkich możliwych kryteriów, aby sprawdzić prawidłowość działania centrali na tej drodze połączeniowej, jaka zupełnie przypadkowo zostaje w swobodnym wybieraniu

stworzona przez organy centrali. Ewentualne usterki w pracy zostają rejestrowane na licznikach lub na specjalnym przyrządzie rejestrującym wielopunktowym, zwanym centralografem, który współpracuje z próbnikiem. W ostatnim etapie połączenia zostaje sprawdzona zgodność wysterowanego przez centralę połączenia z nadanym przez próbnik numerem. Abonentem żądanym jest tu znów sam próbnik, który kontroluje prawidłowość wysyłki dzwonienia, urwanie dzwonienia, jakość transmisji i wreszcie prawidłowość przebiegu rozłączenia. Po sprawdzeniu jednej takiej drogi połączeniowej próbnik przestawia się na nadanie następnego numeru itd., aż do wyczerpania numerów wyjść. Wówczas przestawia się na następne wejście do centrali i znów powtarza nadawanie kolejno tych samych numerów wyjść. Po przejściu w ten sposób wszystkich wejść wraca znów na pierwsze i cykl badań powtarza się od początku.

W czasie swej pracy próbnik nie zatrzymuje się w chwili stwierdzenia uszkodzenia, lecz tylko je rejestruje. Jest to zasadniczy sposób pracy próbniaka.

Ten sposób pracy jest stosowany dla określania ogólnej sprawności usługowej centrali. W tym przypadku praca próbniaka powinna odbywać się jak najprędzej, aby możliwie szybko otrzymać zasadniczy rezultat potrzebny do decyzji, czy centrala wymaga szczegółowych badań i napraw czy też nie. W związku z tym w czasie tej pracy próbnik wykorzystuje tylko najniezbędniejsze kryteria określające jakość pracy centrali, w rezultacie czego zarejestrowane zostają przez próbnik tylko zasadnicze usterki, co umożliwia łatwiejsze ich posegregowanie i zlokalizowanie.

Z chwilą jednak, gdy zostanie powzięta decyzja, że centrala wymaga naprawy, wówczas próbnik może być znów użyty, spełniając tym razem rolę rutinera, tzn. że przy natrafieniu na jakąkolwiek usterkę zatrzymuje się on i powoduje alarm dla obsługi. Przy tym sposobie pracy próbnik jest nastawiony na większy asortyment kryteriów i rejestruje znacznie większy wachlarz usterek. Pracuje on wtedy oczywiście wolniej, ale też daje obsłudze większą ilość wskazówek przy wyszukiwaniu aktualnie spostrzeżonej usterki.

Próbnik pracujący jako urządzenie tylko rejestrujące usterki może być uruchamiany w różnych porach doby. Jeśli będzie pracował w godzinie największego ruchu, zarejestruje sporą liczbę nieudanych połączeń z przyczyny braku dróg połączeniowych. Pracując w godzinach małego obciążenia rejestrować będzie połączenia nieudane na skutek usterek technicznych organów centrali.

Wyniki pracy próbniaka w połączeniu z notowaniami mierników ruchu telefonicznego załatwionego przez centralę (rekorderów) stanowią bogaty materiał statystyczny do wykorzystania przez umiejętnego eksploatatora.

Wydaje się godne specjalnego podkreślenia, że próbniki dróg połączenio-

wych lub, jak je ogólnie nazwano — urządzenia do wytwarzania sztucznego ruchu, zostały opracowane przede wszystkim jako narzędzia do szybkiej oceny ogólnej sprawności usługowej centrali lub zespołów central, a nie jako przyrządy do wyszukiwania usterek w elementach składowych centrali, czyli jako urządzenia zastępujące rutynery.

Ta zdolność próbników dróg połączeniowych wychwytywania w swej pracy niektórych usterek, mianowicie tych, na które natrafiają one przypadkowo w czasie przepuszczania przez centralę sztucznego, próbnego ruchu po drogach powstałych przypadkowo może okazać się bardzo cenna i pomocna w pracy wyszukiwania błędów w centralach automatycznych. Jednakże nie wydaje się możliwe zawyrokować, że próbniki dróg połączeniowych w najbliższym czasie całkowicie wyprą z użycia rutynery.

5. WNIOSKI

Wydaje się, że techniczna strona zagadnienia, tzn. zaprojektowanie i rozwiązanie schematowe urządzeń badawczych, jak np. próbników dróg połączeniowych, nie powinny nastroczać trudności. Lecz nie w tym leży istota sprawy. Nie należy myśleć o urządzeniach zanim nie będziemy mieli sprecyzowanych pojęć o właściwym celu badań i zanim nie będzie opracowany szczegółowy plan statystycznej kontroli pracy central, bowiem tylko na podstawie takiego planu można będzie określić, co należałoby w centrali rejestrować i liczyć.

Wybór najwłaściwszej metody konserwacji i badania zależy przede wszystkim od jakości produkcji central.

Centrale o bardzo dużym stopniu wadliwości powinny być konserwowane raczej metodą systematycznych sprawdzeń wszystkich elementów, gdyż metody statystyczne z użyciem np. próbnika dróg połączeniowych dawałyby w rezultacie ten sam wynik: ciągłe stwierdzenie niedopuszczalnie złej jakości pracy centrali, z którego wynika konieczność wyszukiwania błędów i ich usuwanie.

Centrale o bardzo dobrej jakości pracy mogą być konserwowane ekonomiczniej przy użyciu próbników dróg połączeniowych, które w swej pracy automatycznie rejestrowałyby napotykaną w centrali usterki ze szczegółowym rozbięciem ich na rodzaje wraz z ich lokalizacją. Konstruktorzy central systemów z wybierakami krzyżowymi chcąc ułatwić obsłudze wyszukiwanie błędów w pracy bardzo skomplikowanych schematów zespołów sterujących (cechowników), włączają do tych schematów specjalne układy kontrolne, które śledzą prawidłowość pracy cechowników przy każdym wykonywanym połączeniu i sygnalizują szczegółowo rodzaj i miejsce usterek.

Dla zmniejszenia liczby nadzorującego centralę personelu zostały skonstruowane urządzenia samodrukujące zwane „centralografami”, które korzystając z wyżej wymienionej sygnalizacji drukują za pomocą odpowiedniej symboliki wszystkie dane, które mogą później służyć obsłudze do łatwego wyszukania i usunięcia usterek.

Ciekawą jest rzeczą, że systemy z wybierakami krzyżowymi w ostatnich czasach osiągnęły tak wielką sprawność pracy, a więc usterki zdarzają się w nich tak rzadko, że instalowanie w nich centralografów przestaje być opłacalne, gdy nie są to centrale bezobsługowe. Wystarczy zainstalowanie tablic alarmowych, na których lokalizacja i rodzaj usterki wykazywane są za pomocą lampek sygnalizacyjnych. Z tablicy takiej korzystać może bez trudności i pośpiechu nawet jednoosobowa obsługa.

W przypadku jakości central, co do których wątpliwe jest do jakiej kategorii wadliwości należy je zaliczyć, wybór metody badań i konserwacji musi być każdorazowo starannie przekalkulowany z uwzględnieniem wszystkich przesłanek technicznych, eksploatacyjnych i ekonomicznych.

Nie istnieją zatem — naszym zdaniem — gotowe recepty na najodpowiedniejszy system obserwacji, statystyki i konserwacji. W każdym szczególnym przypadku recepta taka musi być wypracowana indywidualnie i będzie ona zależała od systemu centrali, jakości jej produkcji i materiałów użytych do jej budowy, kwalifikacji personelu obsługującego, a może nawet kształtowania się plac — może okazać się bowiem, że stosowanie skomplikowanych i drogich urządzeń jest ekonomiczne — i wreszcie także od kultury technicznej osób korzystających z urządzeń telefonicznych.

WYKAZ LITERATURY

1. *Preist* — Nowe podejście do konserwacji central telefonicznych. Tłumaczenie inż. inż. Naimskiego i Stefańskiego. Gospodarka Łączności Nr 10 i 11/57.
2. *Sloane* — Artificial traffic equipment. ATE Journal V13 Nr 4/1957.
3. *Ohrling* — Über den Umfang der Instandhaltungsarbeiten und die Betriebssicherheit von W-Fernsprechämtern mit LM Ericssons 500-er Wähler in Stockholm.
4. *Hansson* — Voraussetzungen für die rationelle Instandhaltung von LM Ericssons Selbstwählämtern. Ericsson Review 4/55.
5. *Andersson* — Betriebsüberwachung und Betriebstatistik in Fernsprechverwaltungen mit automatisierten Netzen. Ericsson Review 2/56.
6. *Hansson* — Der Verkehrswegprüfer — ein neues Hilfsmittel bei der Betriebskontrolle von Selbstwählämtern. Ericsson Review 1/58.
7. *Eldin i Linel* — Statistical Methods for supervision of telephone Exchanges and Networks. Ericsson Technics 1/56.
8. *Obalski* — statystyczna kontrola jakości w czasie produkcji.

*Я. Кибортт
Е. Трехциньски*

ОБЗОР МЕТОДОВ КОНСЕРВАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТЕЛЕФОННЫХ СТАНЦИЙ

Резюме

Выбор соответственного метода консервации АТС, а также контроля за их работой, во время эксплуатации, является важным вопросом так по техническим, как и по экономическим соображениям.

В польской технической печати до сих пор этому вопросу уделено очень мало внимания.

Авторы статьи приводят обзор методов широко применяемых, наравне с теми методами, которые находятся теперь в процессе теоретического изучения и эксплуатационных испытаний в странах с хорошо развитой, передовой техникой АТС.

Особое внимание уделено сравнению профилактического и коррекционного методов, дающему возможность извлечения некоторых общих выводов, полезных при выборе соответственного метода консервации и контроля во-время эксплуатации АТС в Польше.

*J. Kibortt
J. Trechciński*

METHODS OF MAINTENANCE OF AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGES

Summary

The choice of suitable method of maintenance of telephone exchanges as well as their control during operation constitute an important problem from both technical and economical point of view.

In Polish technical literature this problem has been given until now very little consideration.

The authors give a review of methods now in general use and also of those which became recently the subject of theoretical studies and maintenance tests in countries advanced in automatic switching techniques.

A particular attention is drawn to the comparison between protective and corrective methods which leads to some conclusions, helpful in the choice of appropriate maintenance and control methods for telephone exchanges in Poland.

*J. Kibortt
J. Trechciński*

APERÇU DES METHODES DE MAINTENANCE DES CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES AUTOMATIQUES

Résumé

Le choix judicieux de la méthode de maintenance des centraux téléphoniques et de surveillance de leur fonctionnement au cours d'exploitation présente un problème important, tant du point de vue technique, qu'économique.

Dans la littérature polonaise jusqu'à présent ce problème n'a reçu que très peu d'attention.

Les auteurs de l'article passent en revue tant des méthodes largement utilisées que des méthodes, qui font actuellement l'objet des études théoriques et des essais d'exploitation aux pays avancés dans le domaine de la commutation téléphonique.

Une importance particulière est attachée à la comparaison entre les méthodes de protection et celles de restitution, ce qui permet d'arriver aux conclusions, qui peuvent être utiles au choix d'une méthode appropriée de maintenance et de contrôle pour l'exploitation des centraux téléphoniques en Pologne.

J. Kibortt

J. Trechciński

ÜBERBLICK ÜBER DIE WARTUNGSMETHODEN VON SELBSTANSCHLUSS-FERNSPRECHANLAGEN

Zusammenfassung

Die Wahl der richtigen Methode zur Wartung und Betriebsüberwachung von Fernsprech-Selbstanschlussanlagen ist ein wichtiges Problem sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht.

Im bisherigen polnischen Schrifttum ist dieses Problem nur sehr geringfügig vertreten.

Die Verfasser dieses Aufsatzes geben einen Überblick sowohl über die allgemein im Betrieb angewandten diejenigen Methoden, als auch über die jetzt in den auf dem Gebiet der Selbstanschlusstechnik fortgeschrittenen Ländern theoretisch und praktisch untersucht werden.

Insbesondere ist ein Vergleich zwischen den Vorbeugungs- und Entstörungsmethoden durchgeführt worden als Unterlage für allgemeine Richtlinien für die Wahl der richtigen Methode zur Wartung und Betriebsüberwachung der Selbstanschluss-Fernsprechämtern in Polen.

ZESZYT 3(20)

PRAC INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

zawiera
następujące artykuły:

- 1) *J. Dudziewicz* — Zwiększenie stałości częstotliwości generatorów przez zastosowanie ujemnego sprzężenia zwrotnego
- 2) *K. Pakoca* i *O. Skiba-Rogalska* — Agresywność gruntów i wód gruntowych w stosunku do ołowiu

ZESZYT 4(21)

PRAC INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

zawiera
następujące artykuły:

- 1) *Zb. Kcwalski* — Analiza porównawcza własności głośnikowych aparatów telefonicznych
- 2) *W. Moroń* i *R. G. Strużak* — Warunki przeprowadzania pomiarów przemysłowych zakłóceń odbioru radiowego
- 3) *H. Żolncwska* — Sposób redukcji jonogramów z wysokości pozornych na wysokości rzeczywiste metodą Schmerlinga

ZESZYT 1(22)

PRAC INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

zawiera
następujące artykuły:

- 1) *J. Dudziewicz* — Korektory tłumieniowe o układach dualnych. Część I: Analiza układów korekcyjnych
- 2) *R. G. Strużak* i *W. Moroń* — Prosta metoda badania skuteczności ekranowania i filtrów

ZESZYT 3(24)

PRAC INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

zawierać będzie
następujące artykuły:

- 1) *J. Wójcikiewicz* — Dalekosiężna transmisja falowodowa
- 2) *J. Artman* — Przybliżona metoda analizy dwustabilnego
przerzutnika tranzystorowego
- 3) *H. Konczyński* — Ekonomiczne uziomy w gruntach o sto-
sunkowo dużej oporności

ZESZYT 4(25)

PRAC INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

zawierać będzie
następujące artykuły:

- 1) *T. Tomankiewicz, L. Stasiński i I. Krysiński* — Przestrzen-
ne charakterystyki promieniowania szerokopasmowych na-
dawczych anten ultrakrótkofalowych (telewizyjnych)
- 2) *W. Barjasz i Zb. Bolszakow* — Odtłumik mostkowy jako ele-
ment toru odtłumianego



Cena zł 20.—