

1 9 6 2
Nr 2 (5)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PRZEGLĄD ZAGADNIENI ŁĄCZNOŚCI

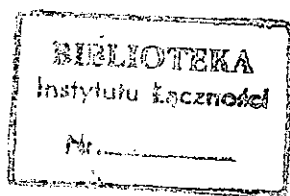
BIBLIOTEKA
Instytutu Łączności
Nr _____





MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI



ROK 2

WARSZAWA 1962

NR 5

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Ośrodek Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Kolegium Redakcyjne:

Przewodniczący - mgr inż. Zenon Szpigler

Członkowie:

mgr inż. Władysław Cetner, inż. Edmund Janowski,
doc. Stefan Jasiński, mgr Kazimierz Kotowski,
mgr inż. Adam Moniuszko, mgr inż. Józef Możejko

Sekretarz Redakcji - Irena Kulko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Ośrodek

Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

Na prawach rękopisu - do użytku służbowego

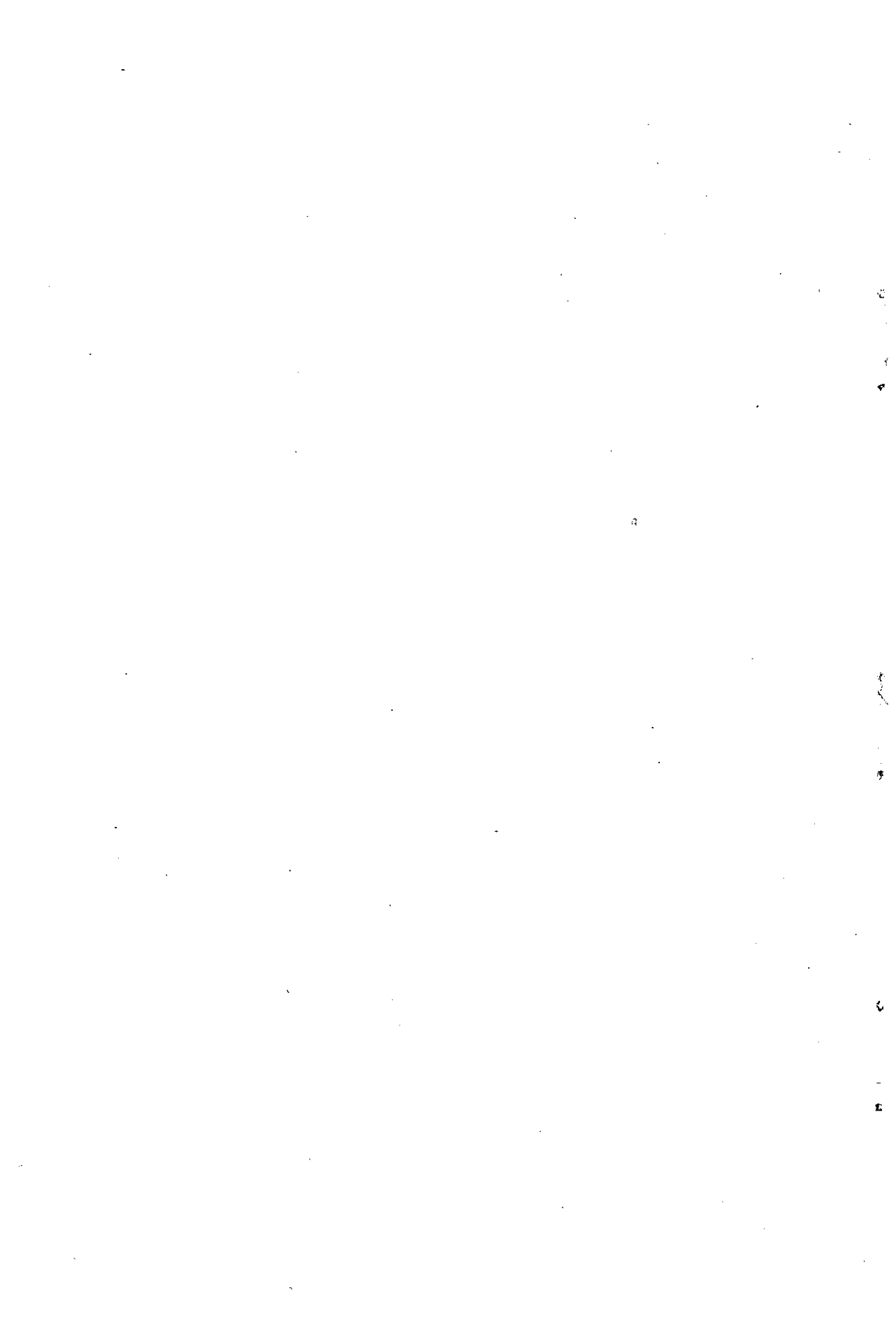
Dział Wydawniczy OKW Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 350. Druk ukończono
w maju 1962 r

PRZEGLĄD
ZAGADNIENÍ ŁĄCZNOŚCI

Z a k ł ó c e n i a

SPIS TREŚCI

	Str.
1. R. Dombrowsky.- Niskoczęstotliwościowe zakłócenia przy połączeniach kablem współosiowym i różne metody ich usuwania - Opracował W. Gajda	1
2. R. Dombrowsky - Nowa metoda zmniejszania zakłóceń akustycznych w łączach kablowych niesymetrycznych - Opracował W. Gajda	11
3. D.W.R. Cobbe, B.R. Horsfield - Oddziaływanie trakcji elektrycznej na tory telekomunikacyjne - Opracował J. Dudek	17
4. S.J. Little - Elektryczne zabezpieczenia od przepięć telekomunikacyjnych - Opracował J. Staniszewski	39
5. H. Lorke, H. Stockmann- Wyniki badania uszkodzeń spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne w liniach międzymiastowych niemieckiej poczty - Opracował J. Staniszewski	49
6. W. Griesinger, R. Riedel - Ochrona kabli telekomunikacyjnych od szkód spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi - Opracował J. Staniszewski	59



621.315.212

621.391.82

NISKOCZĘSTOTLIWOSCIOWE ZAKŁÓCENIA PRZY POŁĄCZENIACH
KABLEM WSPÓŁOSIOWYM I RÓŻNE METODY ICH USUWANIA ^{1/}

R. Dombrowsky. Niederfrequente Störbeeinflussung von koaxialen Kabelverbindungen und verschiedene Verfahren zu ihrer Beseitigung. Fernmelde Praxis, tom. 38, zesz. 1, styczeń 1961.

Żyłka zewnętrzna kabla współosiowego ma połączenie z ziemią na kolejnych stacjach wzmacniakowych. Uziemienia mogą mieć różne potencjały i wskutek tego w żyłce zewnętrznej mogą płynąć prądy wyrównawcze. Prądy te powodują zakłócenia obniżające jakość przesyłanego sygnału użytecznego. W wielu przypadkach, a szczególnie wtedy, gdy prądy zakłócające pochodzą z sieci elektroenergetycznej, transmisja jest prawie niemożliwa bez zastosowania specjalnych środków zaradczych.

Ma to szczególne znaczenie w transmisji sygnałów telewizyjnych, ponieważ zakres częstotliwości zakłócających mieści się w zakresie częstotliwości sygnału użytecznego. Nie ma więc możliwości rozdzielania sygnału użytecznego i zakłócającego za pomocą układów selektywnych.

Galwaniczne oddzielenie żyłki zewnętrznej kabla współosiowego od uziemień jest środkiem niedozwolonym, ponie-

^{1/} Na podstawie oryginału opracował W. Gajda.

waż stanowi to niebezpieczeństwo dla personelu obsługującego urządzenie.

Poniżej zostaną opisane metody mające na celu zmniejszenie zakłóceń w kablu współosiowym.

1. ZMNIEJSZENIE ZAKŁÓCEŃ ZA POMOCĄ DODATKOWYCH POŁĄCZEŃ UZIEMIENI

Zmniejszenie zakłóceń można osiągnąć przez zbocznikowanie żyły zewnętrznej kabla współosiowego, tj. przez równoległe ułożenie dodatkowego przewodu. W ten sposób zmniejszy się prąd płynący w żyły zewnętrznej kabla.

Wymagany przekrój dodatkowego przewodu nie zawsze da się z góry określić, ponieważ często istnieją jeszcze inne dodatkowe połączenia pomiędzy grupami urządzeń o różnych potencjałach względem ziemi, jak również oporności uzziemień nie zawsze są dokładnie znane.

Aby działanie takiego bocznika było wystarczające, niejednokrotnie wymagany przekrój jego nie mógłby być zrealizowany ze względów praktycznych.

Skuteczność działania tej metody da się określić jedynie w drodze doświadczalnej.

2. ZMNIEJSZANIE ZAKŁÓCEŃ PRZEZ ZASTOSOWANIE UKŁADÓW STABILIZACJI POZIOMU CZERNI "KLAMPÓW"

Przez zastosowanie układów stabilizacji poziomu można zmniejszyć zakłócenia, które są przenoszone razem z sygnałami telewizyjnymi. Układy te stosuje się po stronie odbiorczej kabla współosiowego. Metoda ta pozwala

zmniejszyć zakłócenia do wielkości sygnału użytecznego. Ujemną cechą tej metody jest to, że następuje modulacja napięciem zakłócającym sygnału użytecznego na początku kabla i wtedy już żadnymi środkami zaradczymi nie da się rozdzielić tych sygnałów. Wadą tej metody jest koszt klampów i o ile ich stosowanie nie jest konieczne ze względu na przenoszenie sygnałów, należy ich unikać.

3. TŁUMIENIE ZAKŁÓCEŃ PRZEZ GALWANICZNE ROZDZIELENIE UZIEMIENŃ O RÓŻNYCH POTENCJAŁACH ZA POMOCĄ TRANSFOR- MATORA SZEROKOPASMEGO O ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI WIZYJNYCH

Galwaniczne oddzielenie uzemień o różnych potencjałach za pomocą transformatora o zakresie częstotliwości wizyjnych można zastosować jedynie w wyjątkowych przypadkach bez dodatkowych wzmacniaków i układów kompensujących.

Transformatory wnoszą bowiem dodatkową tłumienność oraz powodują zniekształcenie sygnału telewizyjnego.

4. ZMNIEJSZENIE ZAKŁÓCEŃ M.CZ. PRZEZ PRZENOSZENIE SYGNAŁÓW UŻYTECZNYCH NA CZĘSTOTLIWOŚCI NOŚNE

Metody tej nie stosuje się szczególnie w krótkich połączeniach kablem współosiowym /do 300 m/. Koszt aparatury /modulator i demodulator/ jest niewspółmiernie duży w porównaniu z korzyścią, jaką ta metoda daje.

5. ZMNIEJSZENIE ZAKŁÓCEŃ PRZEZ NIEDOPASOWANIE KABLA NA POCZĄTKU

Oporności zamykające kabel na obu końcach są z reguły równe oporności falowej kabla. Jeśli więc na żyłę zewnętrznej kabla powstanie SEM wzdłużna jako źródło zakłóceń, wtedy połowa napięcia zakłócającego pojawi się na oporniku zamykającym kabel na jego początku i druga połowa napięcia zakłócającego na oporniku zamykającym kabel na końcu.

W celu zmniejszenia zakłóceń po stronie odbiorczej, a więc na jego końcu, należy zwiększyć opór zamykający kabel na jego początku, gdyż, jak wiadomo, wielkości napięć będą proporcjonalne do wielkości oporności.

W praktyce uzyskuje się to przez użycie na początku kabla stopnia anodowego jako źródła zasilającego, zamiast stopnia katodowego. Tego rodzaju niedopasowanie kabla powoduje odbicia obrazu telewizyjnego. Aby uniknąć odbić, należy jednak zastosować dodatkowe układy w urządzeniach transmisyjnych na początku kabla.

Zastosowanie tej metody pozwala na zwiększenie odstępu od zakłóceń o około 26 dB.

Korzyścią tej metody jest to, że żyła zewnętrzna kabla może być uziemiana wielokrotnie w dowolnych punktach.

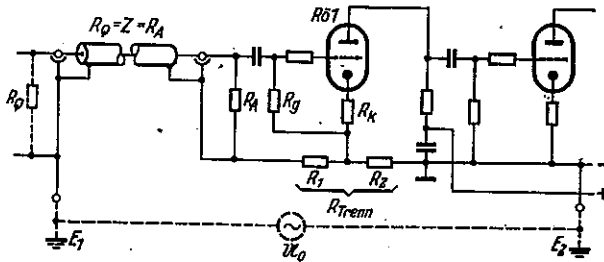
6. ZMNIEJSZENIE ZAKŁÓCEŃ ZA POMOCĄ UKŁADÓW KOMPENSUJĄCYCH

Układy kompensujące znajdują zastosowanie tylko w sporadycznych przypadkach, ze względu na to, że są dro-

gie, a ich skuteczność działania nie zawsze jest zadowalająca.

7. ZMNIEJSZENIE ZAKŁÓCEŃ WE WZMACNIACZU TELEWIZYJNYM
ZA POMOCĄ OPORU ROZDZIELAJĄCEGO I KATODY NA PODWYŻSZO-
NYM NAPIĘCIU WZGLĘDEM MASY

Nowy i praktyczny sposób zmniejszania zakłóceń przedstawiono na rysunku 1. Sposób ten wymaga minimalnych kosztów i może być zastosowany w dowolnym wzmacniaczu telewizyjnym, a także może być zastosowany we wzmacniaczu wizyjnym już po jego zainstalowaniu.



Rys. 1. Układ wejścia wzmacniacza wizyjnego z oporem rozdzielającym i katodą na podwyższonym napięciu względem masy

Sposób ten polega na tym, że do układu wzmacniacza po stronie odbiorczej wprowadza się opór rozdzielający, a katoda otrzymuje podwyższone napięcie względem masy. Wytworzone na oporze rozdzielającym napięcie zakłócające zostaje stłumione w pierwszej lampie wzmacniacza.

Działanie układu jest następujące:

Kabel współosiowy na obu końcach jest zamknięty oporami R_Q i R_A , równymi oporności falowej kabla $Z/R_Q = Z = R_A$.

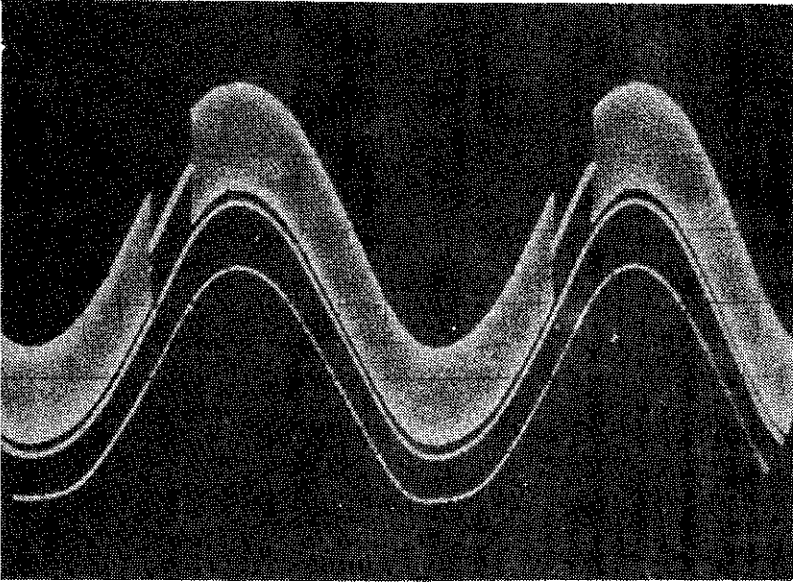
Żyłka zewnętrzna kabla na początku jest bezpośrednio uziemiona /przyłączona do uziemienia E_1 /. Żyłka zewnętrzna kabla na jego końcu, a więc po stronie odbiorczej jest przyłączona do uziemienia E_2 poprzez oporniki R_1 i R_2 , stanowiące łącznie oporność rozdzielającą R_{Trenn} . Opornik katodowy pierwszej lampy R_k jest dołączony do punktu łączącego oporniki R_1 i R_2 . Oporność obu oporników powinna być znacznie większa od oporności żyłki zewnętrznej kabla współosiowego, tak aby napięcie zakłócające praktycznie w całości na nich się odkładało. W ten sposób część napięcia zakłócającego znajduje się w obwodzie siatki, a część w obwodzie anodowym. Napięcie zakłócające odkładające się na R_1 zostaje wzmocnione przez lampę i w jej obwodzie ma fazę odwróconą. Przy odpowiednim doborze wartości R_1 i R_2 , stosownie do wzmocnienia lampy, następuje prawie całkowite stłumienie zakłóceń.

Za pomocą tej metody można zwiększyć odstęp od zakłóceń o około 60 dB.

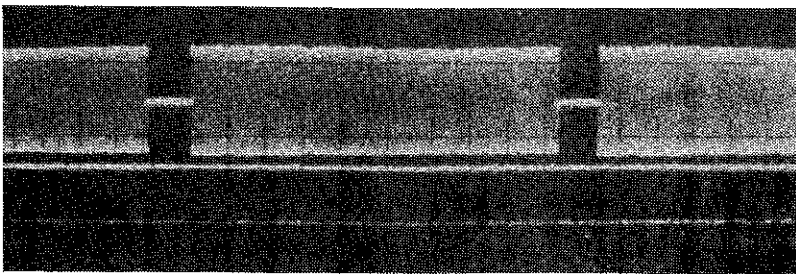
Zwiększenie odstępu od zakłóceń oblicza się za pomocą następującego wzoru

$$A = 20 \lg \frac{R_1 + R_2 + \text{oporność żyłki zewnętrznej}}{\text{oporność żyłki zewnętrznej}} \text{ [dB]}$$

Skuteczność działania opisanej metody przedstawionow sposób obrazowy na rysunkach 2 i 3.



Rys. 2. Oscylogram sygnału telewizyjnego zniekształconego sygnałem zakłócającym niskiej częstotliwości. Sygnał zakłócający jest prawie dwa razy większy od sygnału telewizyjnego

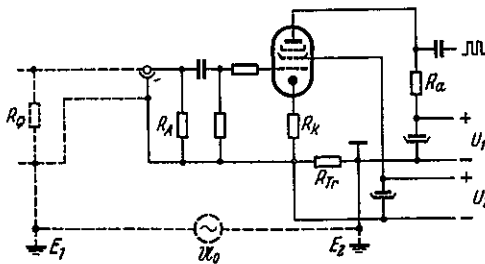


Rys. 3. Sygnał telewizyjny z rys. 2 po stłumieniu sygnału zakłócającego za pomocą oporu rozdzielającego i katody o podwyższonym napięciu względem masy

8. ZMNIEJSZANIE ZAKŁÓCEŃ PRZEZ ZASTOSOWANIE WE
WZMACNIACZU TELEWIZYJNYM OPORU ROZDZIELAJĄCEGO,
JAKO OPORU DODATKOWEGO DO OPORU ZEWNĘTRZNEGO
PENTODY

Metoda zmniejszania zakłóceń przez stosowanie we wzmacniaczu telewizyjnym oporu rozdzielającego jako oporu dodatkowego do oporu anodowego pierwszej lampy wzmacniacza jest nieco podobna do metody opisanej w rozdz.7. Różnica polega na samym sposobie tłumienia napięcia zakłócającego oraz na tym, że zastosowana jest tu pentoda zamiast triody.

Na rys. 4 podano schemat połączeń we wzmacniaczu telewizyjnym, który wyjaśnia zasadę działania omawianej metody.

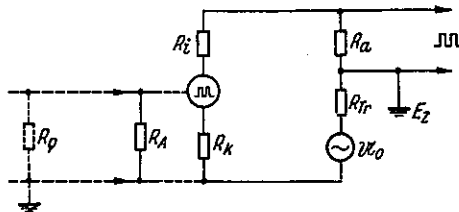


Rys. 4. Schemat wzmacniacza telewizyjnego z oporem rozdzielającym jako dodatkowym do oporu anodowego pentody

Siatka ekranująca pentody posiada napięcie stałe z odrębnego źródła zasilania, dzięki czemu jest ona zablokowana dla prądów przemiennych do katody. Ponieważ opor-

ność R_{Tr} jest znacznie większa od oporności żyły zewnętrznej kabla, więc prawie całkowite napięcie zakłócające pojawi się na oporności R_{Tr} . Napięcie to, jak widać z rysunku, znajduje się w obwodzie anodowym, ponieważ opornik R_{Tr} jest szeregowo połączony z opornikiem anodowym R_a . Opornik R_{Tr} jest rzędu $1\text{ k}\Omega$, jego wartość jest natomiast niewielka w stosunku do oporności wewnętrznej pentody $/R_i = 0,5\text{ M}\Omega /$. Niewielkie więc wahania napięcia anodowego, które powoduje napięcie przemienne na oporniku R_{Tr} , wpływają tylko w znikomym stopniu na pracę lampy i przenoszenie sygnału użytecznego.

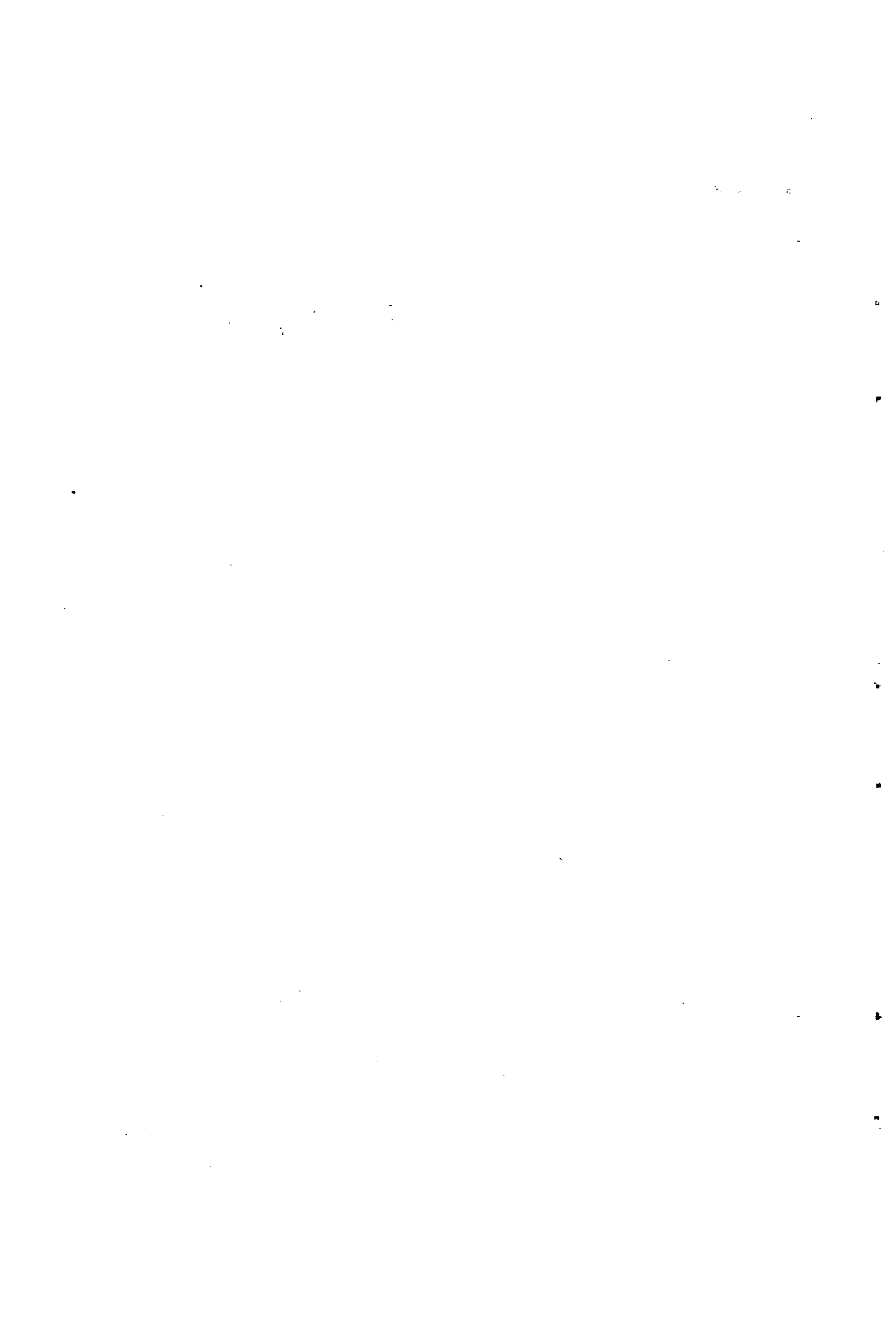
Działanie układu można najłatwiej zrozumieć rozpatrując schemat zastępczy układu /rys. 5/.



$$R_i = 0,5\text{ M}\Omega ; \quad R_a = 1\text{ k}\Omega ; \quad R_{Tr} = 1\text{ k}\Omega$$

Rys. 5. Schemat zastępczy układu z rys. 4.

Podana powyżej metoda nie znalazła szerszego zastosowania ze względu na to, że przewiduje w układzie pentodę, a szczególnie dodatkowe źródło zasilania jej siatki osłonnej. Nie może być metoda ta stosowana do urządzeń już zainstalowanych.



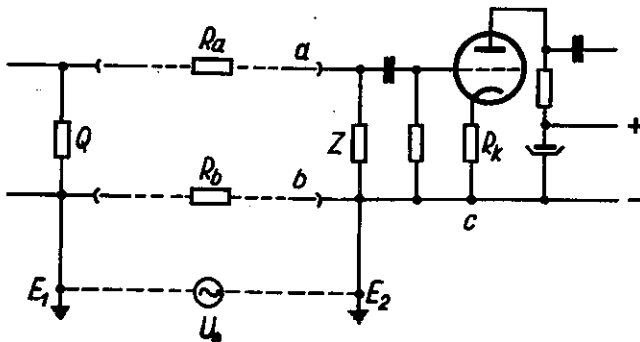
621.315.212

621.391.82

NOWA METODA ZMNIEJSZANIA ZAKŁÓCENÍ AKUSTYCZNYCH
W ŁĄCZACH KABLOWYCH NIESYMETRYCZNYCH^{1/}

R. Dombrowsky. Neues Verfahren zur Unterdrückung von niederfrequenten Störspannungen in erdunsymmetrischen Kabelverbindungen. Fernmelde Praxis, tom. 38, zesz. 7, kwiecień 1961.

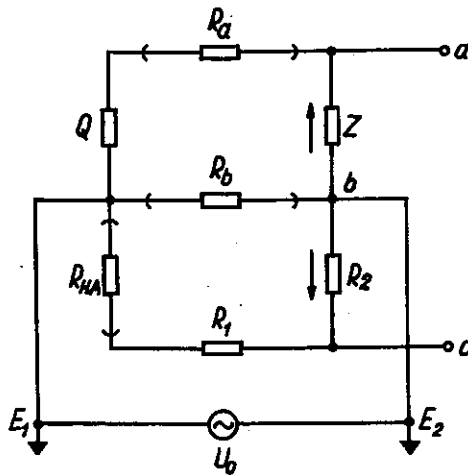
Opisana metoda pozwala zmniejszyć zakłócenia w zakresie akustycznym, powstające w łączach kabli współosiowych. Rysunek 1 przedstawia schematycznie połączenie zrealizowane na torze współosiowym. Opór R_a oznacza oporność żyły wewnętrznej, a opór R_b oporność żyły zewnętrznej.



Rys. 1. Schemat połączenia zrealizowanego na torze współosiowym

^{1/} Na podstawie oryginału opracował W. Gajda.

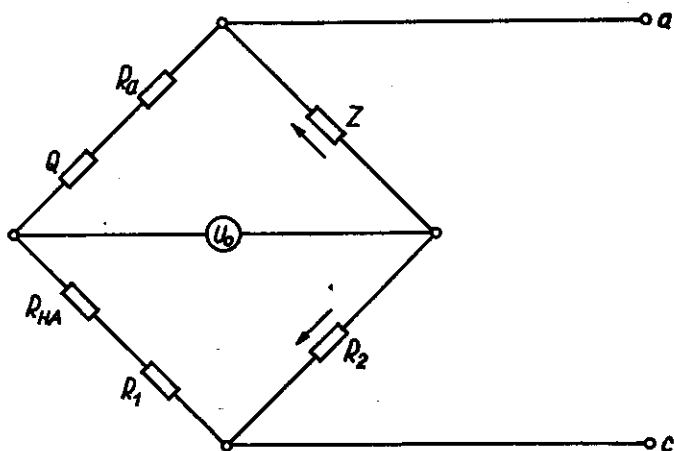
Oporności zamykające Q i Z są równe oporności falo-
wej kabla. Żyłka zewnętrzna na obu końcach /odcinka wzmac-
niakowego/ jest uziemiona, niezależnie od tego może być
ona uziemiona w innym dowolnym miejscu. Źródłem zakłó-
ceń jest SEM. wzdłużna U_0 , która powstaje w żyłce zew-
nętrznej na skutek różnicy potencjałów na uziemieniach
 E_1 i E_2 lub na skutek oddziaływań zewnętrznych poprzez
sprzężenie magnetyczne. Aby zmniejszyć zakłócenia, na-
leży stworzyć taki układ, w którym punkty a i c posiada-
łyby jednakowe potencjały. Dokonano tego w sposób poka-
zany na rys. 2.



Rys. 2. Układ mostkowy kabla współosiowego
z przewodem pomocniczym

Opór R_{HA} oznacza oporność przewodu pomocniczego, oporni-
ki R_1 i R_2 są dodatkowo wprowadzone do schematu.

Układ pokazany na rys. 2 można uprościć i przedstawić
w postaci mostka Wheatstone'a wg rys. 3.



Rys. 3. Uproszczony schemat układu z rysunku 2

Warunkiem równowagi mostka podanego na rysunku 3 jest:

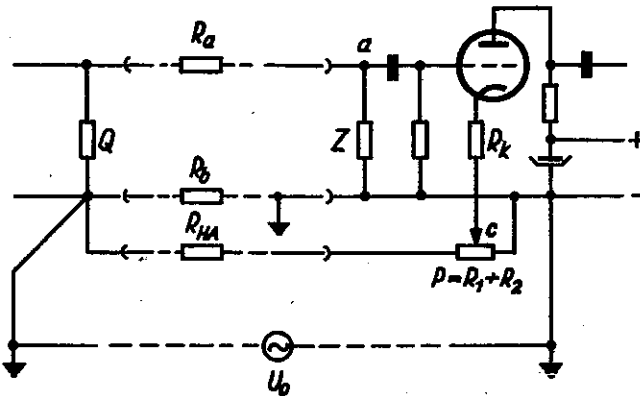
$$/Q + R_a/ : Z = /R_{HA} + R_1/ : R_2$$

Jak już wspomniano, do układu został wprowadzony dodatkowy przewód pomocniczy R_{HA} . Dodatkowym przewodem pomocniczym może być drugi ekran /jeśli się znajduje taki w kablu współosiowym/, może nim być specjalnie do tego celu przewidziany przewód lub wreszcie może nim być dowolna żyła z czwórek symetrycznych, które zwykle posiada kabel współosiowy.

Nawiązując do rysunku 3 stwierdzamy, że punkty a i c posiadają jednakowe potencjały. Jeżeli więc punkt a połączy się z siatką sterującą, a punkt c z oporem katodowym lampy układu odbiorczego, to zmniejszy się zakłócenia na wejściu układu odbiorczego.

Dla szybkiego nastawiania równowagi mostka stosuje się potencjometr zamiast oporników R_1 i R_2 ; ślizgacz potencjometru łączy się z oporem katodowym lampy wejściowej.

Ostateczny układ połączeń przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Układ połączeń kabla współosiowego z pomocniczym przewodem dla zmniejszenia zakłóceń

Oporność potencjometru jest na tyle mała, że wielkość opornika katodowego R_k nie przekroczy dopuszczalnej wartości.

Ponieważ $P > R_{HA}$, więc większa część napięcia zakłócającego, które powstaje na żyłce zewnętrznej kabla współosiowego, pojawia się na potencjometrze P , a więc na wejściu układu odbiorczego.

Jednak mimo to w szybki sposób można zmniejszyć zakłócenia za pomocą ślizgacza potencjometru P .

Opisana metoda pozwala zwiększyć odstęp od zakłóceń w zakresie akustycznym o około 50 ± 60 dB.

U w a g a.

W artykule oryginalnym podano, że równowaga mostka wg rysunku 2 następuje wtedy, gdy $R_{HA} + R_1 = R_2$, nie jest to naszym zdaniem słuszne, gdyż wtedy musiałaby być spełniona druga równość, a mianowicie:

$$Q + R_a = Z,$$

co jest niemożliwe wobec założenia, że $Q = Z$, jako równe oporności falowej kabla.

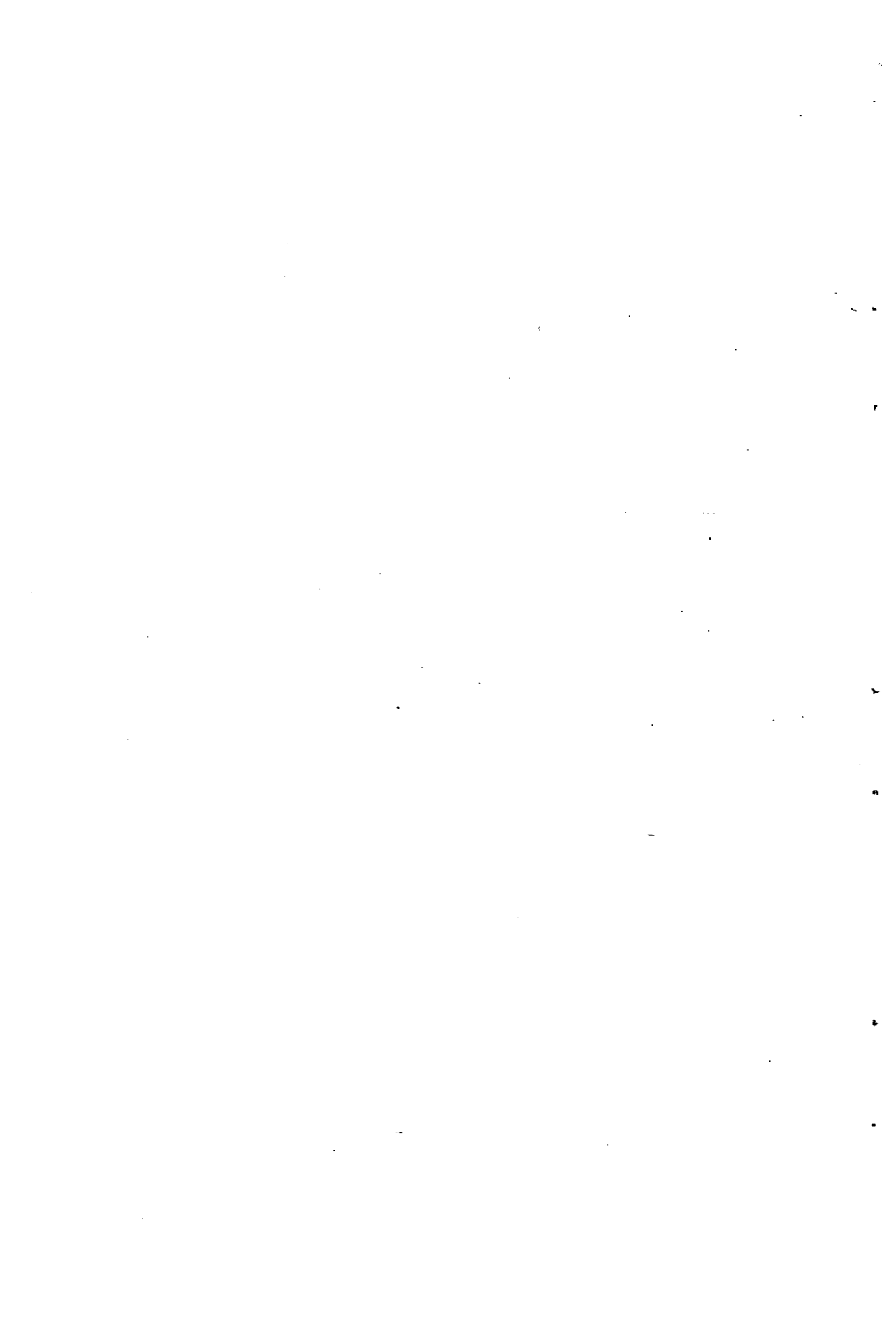
Nie jest również słuszna wzmianka w oryginalnym tekście, że na opornikach Z i R_2 powstaje napięcie równe $1/2 U_0$.

Napięcia te nie mogą być równe $1/2 U_0$, ponieważ:

$$Q + R_a \neq Z$$

oraz

$$R_{HA} + R_1 \neq R_2.$$



621.395.74
621.391.82

ODDZIAŁYWANIE TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ
NA TORY TELEKOMUNIKACYJNE^{1/}

D.W.R. Cobbe, B.R. Horsfield: Effect of Railway Electrification on Post Office Circuits, POEEJ, Vol. 53, Part 3, October 1960.

1. WSTĘP

Koleje elektryczne o zasilaniu prądem zmiennym jednofazowym z wykorzystaniem szyn jako przewodów powrotnych są źródłem zakłóceń na dużej przestrzeni, o ile nie są zastosowane odpowiednie urządzenia przeciwzakłóceńowe. Odnosi się to w szczególności do kabli telefonicznych, których trasy przebiegają równoległe do zelektryfikowanych linii kolejowych. Oddziaływanie prądów trakcyjnych na tory telekomunikacyjne objawia się zwiększeniem poziomu szumów oraz może powodować zakłócenia w działaniu urządzeń telefonicznych z sygnalizacją prądem stałym.

Indukowanie szkodliwych prądów w torach telekomunikacyjnych występuje głównie na skutek sprzężeń magnetycznych, a tylko w niewielkim stopniu na skutek sprzężeń elektrycznych.

^{1/} Na podstawie oryginału opracował J. Dudek

Sieć telefoniczna Anglii należy do najbardziej rozbudowanych na świecie /ponad 7,5 miliona telefonów i ok. 6000 central różnych typów/. Centrale telefoniczne połączone są ze sobą przeważnie za pośrednictwem nieopancerzonych kabli w powłoce ołowianej.

Na łączach międzycentralowych, a również na niektórych łączach międzymiastowych, stosowana jest sygnalizacja prądem stałym, przy czym wykorzystywanych jest kilka podstawowych systemów /impulsowanie przerywaniem prądu stałego w pętli, impulsowanie baterią itp./.

W Anglii istnieje obecnie ponad 250.000 łączy międzycentralowych stosujących setki różnych translacji prądu stałego. Ponadto istnieje również szereg innych rodzajów łączy, które mogą być zakłócane przez trakcję elektryczną, jak np. łączy abonenckie, łączy telegraficzne i telewizyjne oraz inne, dzierżawione przez osoby prywatne /łączy prywatnych jest w Anglii ok. 20% w stosunku do całkowitej liczby łączy międzycentralowych i międzymiastowych/.

Wobec tak rozbudowanej sieci telekomunikacyjnej i postępującej elektryfikacji kolei, zagadnienie zabezpieczenia sieci telekomunikacyjnej przed szkodliwymi wpływami prądów trakcyjnych stało się bardzo istotne.

Jedynym realnym sposobem zabezpieczenia istniejącej sieci telekomunikacyjnej przed tymi wpływami jest zastosowanie odpowiednich układów przeciwzakłóceń u źródła powstawania tych zakłóceń, tzn. w zasilających urządzeniach trakcji elektrycznej.

Konieczność stosowania tych układów może być zilustr-

strowana na przykładzie elektryfikacji odcinka kolejowego Manchester - Crewe /ok. 35 mil/, gdzie, jak wynika z przeprowadzonych tam dokładnych studiów teoretycznych, zakłóceniom uległoby ok. 1600 łączy, w tym 1400 łączy telefonicznych.

2. RODZAJE ZAKŁÓCEŃ

2.1. Zakłócenia funkcjonalne

2.1.1. Telefoniczne łącza międzymiastowe i międzycentralowe

Łącza z sygnalizacją prądem zmiennym są zakończone symetrycznymi transformatorami liniowymi bez połączenia z ziemią i w związku z tym są one na ogół niewrażliwe na zakłócenia indukcyjne 50 Hz.

Natomiast urządzenia z sygnalizacją prądem stałym stosują do sygnalizacji liniowej uziemioną baterię stacyjną i przez to są narażone na indukowane napięcia zakłócające.

Wielkości SEM wzdłużnych o częstotliwości 50 Hz, powyżej których może już występować zakłócanie pracy urządzeń/wskutek zniekształcenia impulsów z powodu zakłóceń/, są różne dla różnych systemów sygnalizacji prądem stałym, jak i dla różnych urządzeń końcowych stosujących te same zasady sygnalizacji.

W tablicy 1 są podane wielkości sił elektromotorycznych wzdłużnych o $f = 50$ Hz, powyżej których mogą wy-

stępować zakłócenia w pracy różnych typów urządzeń końcowych łączy telefonicznych.

T a b l i c a 1

Wielkości SEM wzdlużnych, przy których zaczyna się fałszywe działanie urządzeń na łączach międzymiastowych i międzycentralowych

Lp.	Rodzaj urządzenia	SEM wzdlużne, powyżej których mogą występować zakłócenia w pracy urządzeń	Występujące zjawiska
1	Impulsowanie w pętli	5 V	Znaczne zniekształcenia impulsowania
2.	Impulsowanie baterią	5 V	- " -
3.	Impulsowanie prądami indukcyjnymi /prądem stałym/	5 V	Przekłamania
4.	Impulsowanie zmianą kierunku prądu stałego	11 V	Fałszywy alarm nadzoru
5.	Sygnalizacja generatorem, sterowanie prądem stałym	10 V	Fałszywe sygnały
6.	Sygnalizacja dla central U.A.X.	20 V	- " -
7	Wybieranie pozapasmowe w systemach nośnych /sterowanie prądem stałym/	5 V	Znaczne zniekształcenia impulsowania

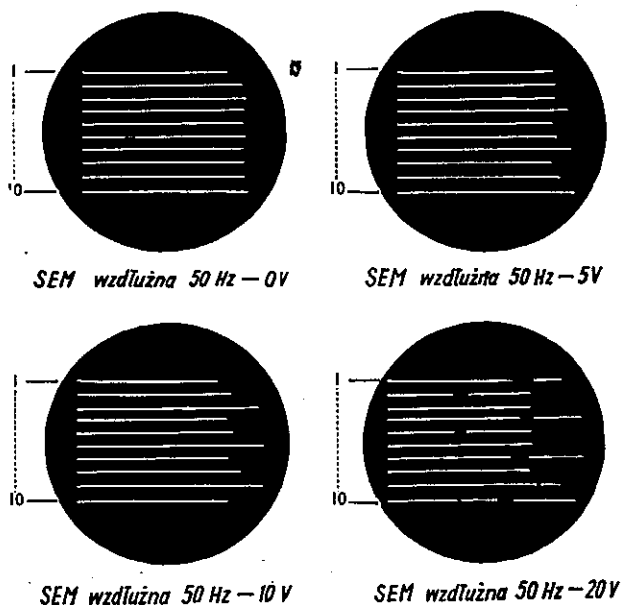
Jak widać z powyższej tablicy, oddziaływanie prądów trakcyjnych na łącza telefoniczne powoduje między innymi zniekształcenia impulsów wybierczych nadawanych przez abonentów za pomocą tarczy numerowej.

Zagadnienie zniekształceń impulsowania w sieciach telefonicznych jest bardzo ważne i wpływa w istotny sposób na ekonomikę rozwiązania sieci zarówno ze względu na linie połączeniowe, jak i wyposażenie central.

Przekazywanie impulsów wybierczych przez translacje prądu stałego z możliwie małymi zniekształceniami pozwala w wielu przypadkach na powtarzanie impulsów kolejno przez kilka łączy międzycentralowych bez potrzeby stosowania korekcji impulsów lub ich regeneracji w centralach pośrednich.

Oscylogramy na rys. 1 ilustrują wpływ SEM wzdużnych o $f = 50$ Hz na impulsowanie w pętli /system najczęściej stosowany/. Każdy oscylogram pokazuje ciąg 10 impulsów /cyfra "0"/ na typowym łączu międzycentralowym z uwzględnieniem zakłóceń spowodowanych SEM wzdużną 50 Hz.

Z rysunku tego widać, że ze wzrostem SEM wzdużnej różnice między długościami poszczególnych impulsów rosną. Jeżeli takie łącza wchodzi w zestaw połączenia przechodzącego przez kilka odcinków międzycentralowych, przy czym zniekształcenia impulsowania są bliskie wartości dopuszczalnej, wzrasta wtedy niebezpieczeństwo przekłamań ze wzrostem SEM wzdużnej. Widać również, że przy większych SEM wzdużnych może występować rozdzielanie impulsów, co może powodować trudności w zestawianiu połączeń nawet w warunkach dalekich od zniekształceń granicznych.



U w a g a . Każdy oscylogram pokazuje serię 10 impulsów /cyfra "0"/

Rys. 1. Zniekształcenia impulsowania prądem stałym w pętli, spowodowane indukowanymi SEM wzdłużnymi 50 Hz

Zagadnienie zniekształceń impulsowania staje się obecnie szczególnie ważne ze względu na wprowadzanie na coraz szerszą skalę automatyzacji ruchu międzymiastowego a nawet międzynarodowego.

2.1.2. Łącza abonenckie

Niebezpieczeństwo błędnego działania urządzeń na skutek indukowanych SEM wzdłużnych 50 Hz występuje również na łączach abonenckich.

Siły elektromotoryczne wzdkużne o $f = 50$ Hz, powyżej których mogą występować zakłócenia w pracy częściej spotykanych urządzeń abonenckich podane są w tablicy 2.

T a b l i c a 2

Graniczne wartości SEM wzdkużnych, przy których zaczyna się błędne działanie liniowych urządzeń abonenckich

Lp.	Rodzaje linii	SEM wzdkużne, powyżej których mogą występować zakłócenia	Występujące zjawiska
1	Aparaty towarzyskie	25 V	Podzwania- nie dzwonka
2	Aparaty wrzutowe	10 V	Fałszywe rozłączenia
3	Prywatne, abonen- ckie liczniki roz- mów /wybieranie zdalne/	10 V	Błędne działanie
4	Centrałki abo- nenckie	5 V	Fałszywa próba za- jętości

2.1.3. Łącza telegraficzne

Łącza telegraficzne prądu stałego wykorzystujące ziemię jako przewód powrotny są wrażliwe na zakłócenia od indukowanych SEM wzdkużnych.

Jak wykazały przeprowadzone próby, zniekształcenia sygnałów telegraficznych spowodowane SEM wzdkużną 50 Hz o wartości 10 V są takie, że byłoby ryzykowne włączanie takich łączy do ogólnej sieci telegraficznej.

W przypadku pojedynczych łączy telegraficznych zniekształcenia te wykraczają poza zakres dopuszczalny, lecz mogą być jeszcze tolerowane.

2.1.4. Łączy telewizyjne

Łączy telewizyjne pracują normalnie na torach współosiowych, a więc nie symetrycznych w stosunku do ziemi. Sygnały w zakresie częstotliwości wizyjnej /0 - 3 MHz/ są bardzo wrażliwe na wpływy indukcyjne 50 Hz. Nawet po zastosowaniu środków mających na celu zmniejszenie czułości na tego rodzaju zakłócenia o około 40 dB maksymalna SEM wzdłużna o $f = 50$ Hz, która może być dopuszczalna na odcinku o długości 6 mil /maksymalna odległość między wzmacniaczami/ wynosi około 2,5 V.

2.2. Szumy

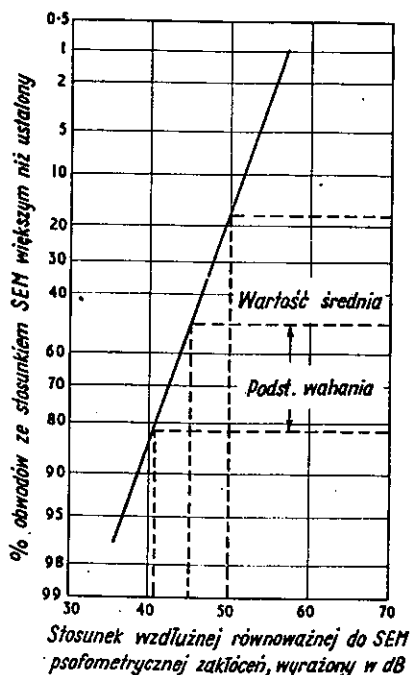
2.2.1. Sprzężenia magnetyczne

System trakcji jednofazowej prądem 50 Hz przy zasilaniu pociągów wyposażonych w prostowniki i silniki prądu stałego zawiera dużą ilość harmonicznych w pasmie akustycznym i wobec tego napięcia zakłócające w torach telekomunikacyjnych również zawierają te harmoniczne.

Jeżeli tory telekomunikacyjne są symetryczne, co występuje w przypadku kablowych torów międzymiastowych z sygnalizacją prądem zmiennym, zakończonych transformatorami, to napięcia te są małe i mogą być na ogół pominięte. Jednak uszkodzenia na tych torach, które normalnie

byłyby jeszcze nieszkodliwe, mogą w takich przypadkach unieruchomić łącze. W związku z tym wymagana jest staranniejsza konserwacja torów.

Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę łącza z sygnalizacją prądem stałym, nawet gdy posiadają one zakończenia symetryczne, to ze względów ekonomicznych należy dopuścić pewne tolerancje fabryczne na zastosowane elementy. W praktyce stosunki SEM psfometrycznych zakłóceń do



Pomiary wykonano na początku toru; rozkład wzdluznych napięć harmonicznych zgodny z tabl. 3.

Wyniki pomiarów: wartość max.: 57,1 dB, wartość śr. 45,5 dB, wartość min. 35,8 dB, podstawowe wahania 4,6 dB.

Rys. 2. Rozkład asymetrii dla połączeń między centralami typu "Director"

SEM wzdużnych równoważnych zmieniają się od 2% /34 dB/ do 0,01% /84 dB/ lub mniej. Pierwsze wartości odnoszą się do torów o dużej asymetrii z zakończeniami przyłączonymi do ziemi, a drugie wartości do torów zakończonych transformatorami. Typowy rozkład asymetrii dla połączeń między dwoma centralami typu "Director" mierzony na końcu toru w centrali docelowej podany jest na rys. 2.

Rozsądna granica dla łączy międzycentralowych, przyjęta z pewną ostrożnością powinna zbliżyć się do wartości 1% /40 dB/. Jednocześnie dla spełnienia wymagań zalecanych przez CCITT, dotyczących dopuszczalnej granicy napięcia psfometrycznego 0,5 mV, odpowiednia granica dla SEM wzdużnej równoważnej powinna wynosić 50 mV.

2.2.2. Sprzężenia elektryczne

Doświadczenia zdobyte na linii Colchester - Clacton wykazały, że zakłócenia mogą również powstawać od napięć harmonicznycn sieci trakcyjnej. Tory abonenckie napowietrzne w pobliżu torów kolejowych są zagrożone zakłóceniami na skutek sprzężeń elektrycznych.

Okazuje się, że czynnikiem ograniczającym dla takich torów, z punktu widzenia zakłóceń, są raczej szумы niż składowe 50 Hz. Linie takie powinny być wykonane albo kablami w metalowej powłoce, która spełnia rolę ekranu, albo w przypadku linii napowietrznych należy odsunąć je od torów kolejowych.

3. OBLICZANIE SEM WZDŁUŻNYCH I NAPIĘĆ ZAKŁÓCAJĄCYCH NA TORACH POCZTOWYCH, GDY U ŹRÓDŁA TYCH ZAKŁÓCEŃ NIE ZASTOSOWANO ŚRODKÓW ZARADCZYCH

3.1. Metody określania SEM wzdłużnych oraz napięć zakłócających

Zakłócenia oblicza się w założeniu, że w przewodach jezdnych trakcji elektrycznej płynie prąd pracy 400 A przy 25 kV i przewody powrotne dołączone są do środka każdej sekcji szyn. Zawartość harmonicznego prądu podana jest w tabelicy 3.

Tablica ta oparta jest na pomiarach przeprowadzonych na linii Lancaster-Heysham oraz Colchester-Clacton.

Stosując normalne wzory Carsona-Pollaczka, wykonano specjalne nomogramy na folii przezroczystej dla map o skali 2 1/2 cala na milę, z których można bezpośrednio odczytywać indukowane SEM wzdłużne - w razie potrzeby przeprowadzając interpolację. Nomogramy te zostały przygotowane w dwóch kompletach po 6 sztuk; jeden komplet dla SEM wzdłużnych o $f = 50$ Hz i drugi dla napięcia psometrycznego. Każdy komplet pokrywa pewien zakres oporności właściwej ziemi. W zależności od pomierzonych uprzednio wielkości oporności właściwej ziemi dobiera się odpowiedni nomogram. W każdym przypadku zakładano współczynnik redukcyjny^{1/} szyn równy 0,5. Współczynniki

^{1/}Współczynnik redukcyjny - jest to stosunek indukowanego napięcia, w przypadku, gdy czynnik redukujący istnieje, do indukowanego napięcia, gdy czynnika tego nie ma.

T a b l i c a 3

Zawartość harmonicznych w prądzie trakcyjnym

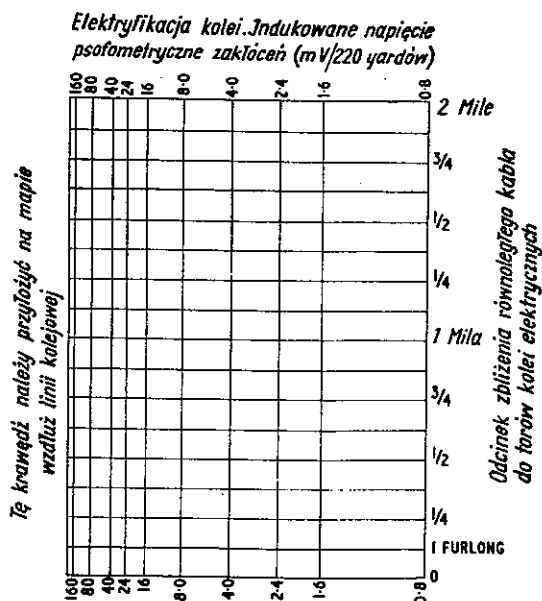
Często- tliwość	% częstotli- wości podsta- wowej	Często- tliwość	% częstotli- wości podsta- wowej
50	100	1350	0,37
150	14,6	1450	0,33
250	5,6	1550	0,31
350	3,1	1650	0,3
450	2,3	1750	0,29
550	1,7	1850	0,28
650	1,32	1950	0,28
750	1,03	2050	0,28
850	0,82	2150	0,27
950	0,65	2250	0,26
1050	0,55	2350	0,26
1150	0,46	2450	0,23
1250	0,41	2550	0,21

redukcyjne kabla były w obliczeniach traktowane oddzielnie i opierały się na oporności powłoki kabla. Dla napięć psofometrycznych przy przygotowywaniu tych monogramów zakładano oporność powłoki 1Ω /milę, a napięcia otrzymywane z nomogramu należało mnożyć przez odpowiednią wielkość oporności powłoki na milę.

Przykład użycia nomogramu dla obliczenia napięcia psofometrycznego pokazany jest na rys. 3. Wyznaczenie współczynników redukcyjnych kabli staje się o wiele trudniej-

sze, jeżeli brane są pod uwagę trasy wielokablowe oraz gdy w pobliżu znajdują się rury wodociągowe lub gazowe.

W pewnych przypadkach określenie tych współczynników jest szacunkowe.



Prąd trakcyjny 400 A przy 50 Hz
Współczynnik redukcyjny szyn 0,5
Oporność powłoki kabla 1 Ω /milę
Zakres oporności właściwej ziemi
5500 - 17000 Ω cm

Rys. 3. Typowy nomogram do obliczania indukowanego napięcia psfometrycznego

Ponieważ nie można tu wymagać zbyt dużej dokładności, a do obliczeń przyjmuje się warunki przeciętne, wartości więc pomierzone nie zawsze będą mniejsze niż obliczone.

Stosując opisaną wyżej technikę określono SEM wzdłuż-

ne $\sigma f = 50$ Hz oraz napięcia psufometryczne na trasie Manchester - Crewe. Napięcia te wyniosły odpowiednio 60V i 2 V, przy czym najczęściej spotykanymi wartościami były odpowiednio 30 V i 500 mV.

4. ŚRODKI ZARADCZE MOŻLIWE DO ZASTOSOWANIA W SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ

4.1. Urządzenia telefoniczne

Ze względu na to, że najbardziej rozpowszechnionym systemem sygnalizacji prądem stałym jest impulsowanie w pętli, pokrótce więc zostaną tu opisane wysiłki zmierzające do zmniejszenia zakłóceń pochodzących od prądów trakcyjnych w łączach z tym właśnie systemem sygnalizacji.

Były robione próby, czy dla polepszenia odporności układu na zakłócenia mogą być użyte szeregowo dławiki. Jednak indukcyjności mniejsze niż 10 H nie dały wyraźnych wyników, natomiast okazało się, że większe wartości indukcyjności wprowadzają inne zaburzenia w impulsowaniu, jak rozdzielanie impulsów na skutek tłumionych drgań w przewodach linii.

Rozważano także sprawę zastosowania urządzeń końcowych /translacji/ z transformatorami i przekaźnikami powtarzającymi impulsowanie. Rozwiązanie to wymagałoby jednak znacznych zmian w istniejącej sieci. Ponadto mogłyby być wprowadzone dodatkowe zniekształcenia impulsów przez urządzenia konieczne dla zmniejszenia szumów.

Stosowanie szeregowych dławików jest korzystne, jeżeli

chodzi o zmniejszenie szumów pochodzących od częstotliwości harmonicznych w prądach trakcyjnych, lecz ich skuteczność jest ograniczona, jeżeli jednocześnie nie będą one bocznikowane do ziemi. W tym przypadku jednak wprowadzone są niedopuszczalne zniekształcenia impulsów oraz pogorszenie warunków transmisyjnych.

Transformatory z przekąźnikami powtarzającymi dałyby prawdopodobnie skuteczniejsze zmniejszenie poziomu szumów, lecz mogłyby wprowadzać dodatkowe zniekształcenia impulsów i straty transmisyjne, gdyż takie same urządzenia trzeba by również zastosować od strony przyściowej łączy międzycentralowych, gdzie obecnie nie są one potrzebne.

Zastosowanie dławików szeregowych lub też transformatorów z przekąźnikami powtarzającymi nie zmniejsza poziomu szumów w wymaganym stopniu dla większości torów. Jedynie zadowalającym obecnie rozwiązaniem jest stosowanie w takich torach bardzo starannie zsynchronizowanych transformatorów bez połączenia z ziemią.

Takie rozwiązanie wymagałoby jednak stosowania urządzeń z sygnalizacją prądem zmiennym /lub podobnych/. Urządzenia te musiałyby ponadto odpowiadać całemu szeregowi wymagań sieci łączy międzycentralowych.

4.2. Łąca telegraficzne

Dla uniknięcia wpływu napięć zakłócających na łąca telegraficzne, wskazane byłoby zastosowanie systemu pracy w pętli z przekąźnikami powtarzającymi sygnały, co

wymaga jednak podwójnej ilości par kabla w stosunku do normalnej ilości, względnie przyjęcie systemu sygnalizacji częstotliwościami akustycznymi.

4.3. Łąca telewizyjne

Jeżeli indukowane SEM wzdłużne 50 Hz przekraczają dopuszczalną granicę dla przesyłania częstotliwości wizyjnej, to może zajść potrzeba zastosowania urządzeń z przemianą częstotliwości.

Zastosowanie urządzeń z przemianą częstotliwości mogłoby znacznie powiększyć koszty łączy telewizyjnych.

5. ZMNIEJSZENIE ZAKŁÓCENŹ U ŹRÓDŁA

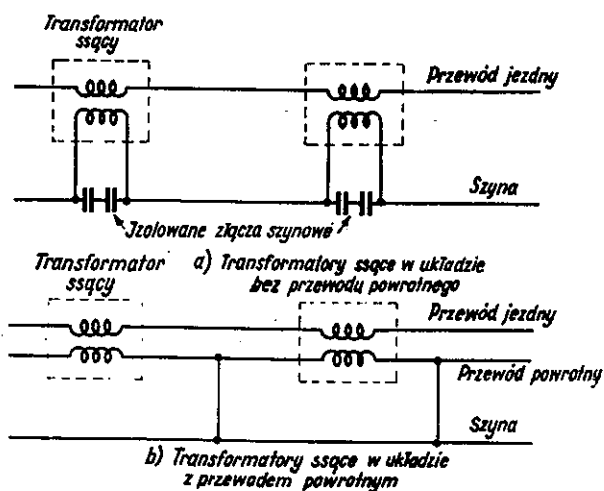
5.1. Transformatory ssące w układzie bez przewodu powrotnego

Efekt ekranowania tego układu zależy od rozmieszczenia transformatorów ssących i od współczynnika tamowności obwodu powrotnego szyny - ziemia, który z kolei zależy od częstotliwości i od izolacji szyny - ziemia.

Na rysunku 4 jest pokazany sposób włączenia transformatorów ssących, a na rysunku 5 - teoretyczne zmiany współczynnika redukcyjnego szyn w funkcji rozmieszczenia transformatorów i częstotliwości dla przeciętnie spotykanej oporności izolacji szyn /1,5 Ω /mile/ ustalonej na podstawie licznych pomiarów dla dwóch równoległych szyn.

Zwykle stosowane rozmieszczenie transformatorów co

1 milę daje wartość współczynnika redukcyjnego 0,025 przy 50 Hz. Ponieważ współczynnik redukcyjny bez zastosowania transformatorów ssących wynosiłby 0,5, wobec tego polepszenie wynikające z zastosowania tych transformatorów wyraża się stosunkiem 20:1.



Rys. 4. Sposób przyłączenia transformatorów ssących

Poprawa współczynnika redukcyjnego przy częstotliwościach wyższych jest mniejsza. /jak widać z rysunku 5/ i metoda ta, jeżeli chodzi o zmniejszenie szumów od harmonicznnych, jest mniej zadowalająca.

W praktyce jednak okazało się, że obecność linii kablowych przebiegających wzdłuż torów może zmniejszyć skuteczność stosowania transformatorów ssących dołączonych do szyn wskutek indukowanych prądów, które płyną w powłokach kabli.

Zjawisko to zostało zaobserwowane podczas prób wyko-

to wynika z wyżej wspomnianych rozważań teoretycznych.

Przy częstotliwościach harmonicznych, gdzie o wiele większa część prądu wypływa z szyn na skutek wzrostu oporności szyn ze wzrostem częstotliwości, prąd indukowany w powłokach biegnących w pobliżu kabli ma o wiele mniejszy wpływ na współczynnik redukcyjny i dla rozkładu harmonicznych podanego wyżej, współczynnik redukcyjny dla indukowanego napięcia psfometrycznego jest rzędu 0,15 /poprawa na skutek zastosowania transformatorów ssących wynosi około 3:1/.

5.2. Transformatory ssące w układzie z przewodem powrotnym

Analiza układu z przewodem powrotnym wykazuje, że należy tu oddzielnie traktować dwa rodzaje oddziaływania.

Pierwszy z nich to wpływ od prądów "bezpośrednich", pobieranych przez elektrowozy znajdujące się z dala od odcinka zbliżenia linii telekomunikacyjnej z torami trakcji elektrycznej, gdy obwód tego prądu zamyka się bezpośrednio przez przewód jezdny oraz przewód powrotny.

Drugi rodzaj oddziaływania występuje w przypadku elektrowozu znajdującego się na zasilanej sekcji trakcyjnej o przebiegu równoległym do linii telekomunikacyjnej, gdy prąd zasilający płynie wzdłuż szyn.

Dla sieci telekomunikacyjnej znacznie oddalonej od kolei, tzn. dla większości kabli pocztowych, wpływy pierwszego rodzaju mogą być pominięte, gdyż przewód jezdny i przewód powrotny są w przybliżeniu w takiej samej odległości od kabla.

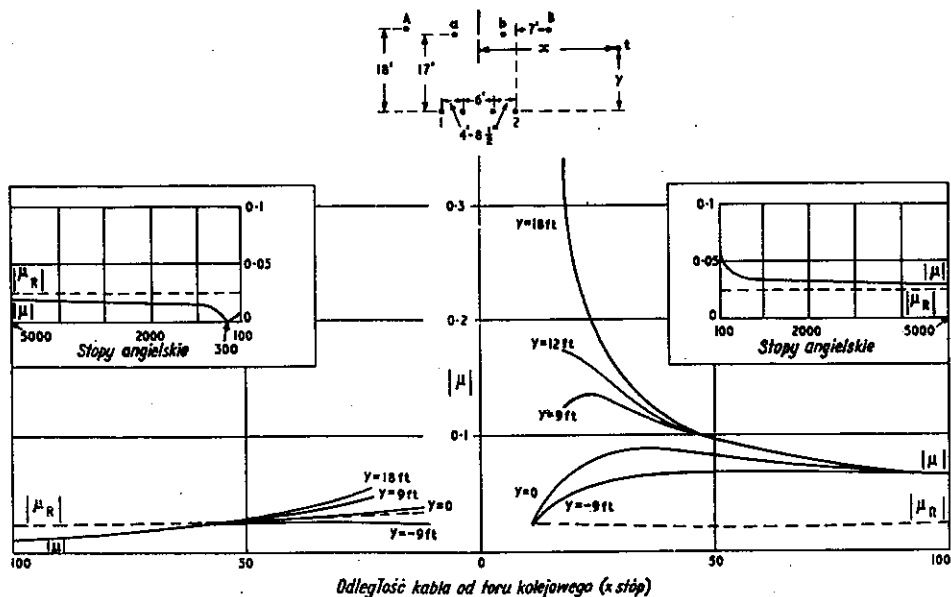
Pewne oddziaływanie występuje jedynie od prądów indukcyjnych, które są wzbudzane w szynach na skutek ich niesymetrycznego rozłożenia w stosunku do przewodów jezdnych i powrotnych.

Jak wykazują obliczenia, współczynnik redukcyjny, na skutek zastosowania transformatorów ssących, wynosi dla takich odległych kabli ok. 0,025 i zasadniczo nie zależy od częstotliwości. Stanowi to poprawę w stosunku 20:1.

Jeżeli chodzi o wpływ drugiego rodzaju, to maksymalna indukowana SEM wzdłużna występuje wtedy, gdy elektrowóz znajduje się tuż przy transformatorze ssącym. W tym przypadku odległość między pociągiem i punktem przyłączenia przewodu powrotnego do szyny, do którego płynie prąd pobierany przez elektrowóz, może być traktowana jako odpowiadająca normalnemu odcinkowi zasilanemu bez transformatorów ssących.

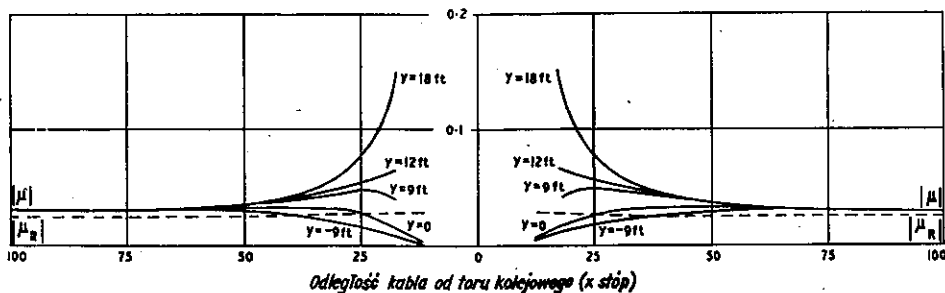
Dla takiego odcinka współczynnik redukcyjny wynosiłby 0,5 dla wszystkich częstotliwości w założeniu, że równoległy przebieg ma miejsce na długości co najmniej 2 mile z każdej strony tego równoważnego odcinka.

Dla kabli ułożonych w pobliżu torów kolejowych warunki są bardziej skomplikowane. Rysunek 6 przedstawia odpowiednią wartość współczynnika redukcyjnego dla takich kabli w różnych położeniach, w których uwzględnione są wpływ obwodu prądu trakcyjnego i prądu indukowanego w szynach. W ten sposób biorąc pod uwagę oddziaływanie elektrowozu na zasilanym odcinku szyn, odpowiedni współczynnik redukcyjny będzie zawierał się w granicach $0,4 \pm 0,6$.



Odległość kabla od toru kolejowego (x stóp)

a) Dla prądów tylko w przewodzie trakcyjnym bi przewodzie powrotnym B



Odległość kabla od toru kolejowego (x stóp)

b) Dla jednakowych prądów w obydwu przewodach trakcyjnych i przewodach powrotnych

a, b - przewody trakcyjne; A, B - przewody powrotne;
t - linia telekomunikacyjna; 1, 2 - szyny jako przewody powrotne

Rys. 6. Współczynnik redukcyjny w zależności od prądów "bezpośrednich" z transformatorami ssącymi w układzie z przewodem powrotnym

U w a g i .

1. Wielkości μ w zakresie od $x = 0$ do $x = 300$ stóp pokazane na rysunku lewym należy traktować jako ujemne

- w stosunku do wielkości μ dla $x > 300$ stóp /na rysunku lewym/ oraz wszystkich x na rysunku prawym.
2. μ_R jest składową współczynnika redukcyjnego w odniesieniu do prądu indukowanego w szynach i jest wartością, do której krzywe α zbliżają się asymptotycznie.
 3. Krzywe naniesione na rysunku /a/ są przedłużeniem wykresów dla x przekraczającego 100 stóp.

6. WNIOSKI

Z rozważań opisanych powyżej wynika, że zmiany, które należałoby wprowadzić w celu zabezpieczenia na obszarach zagrożonych tak rozległej sieci telekomunikacyjnej poczty brytyjskiej od wpływu napięć indukowanych, byłyby tak wielkie, że ich wprowadzenie jest w praktyce niemożliwe. Dlatego okazało się konieczne dla Poczty zwrócenie się z prośbą do Komisji Transportu o zastosowanie środków zabezpieczających od zakłóceń u źródła, na tych odcinkach kolei, które mogłyby wprowadzać poważne zakłócenia do sieci pocztowej.

Wydaje się, że około 1/3 wszystkich zelektryfikowanych tras kolejowych należy do tej kategorii i w związku z tym musi być zastosowany system transformatorów ssących z przewodami powrotnymi, co zapewni dostateczną ochronę.

Zagadnienie ochrony sieci telekomunikacyjnej przed zakłóceniami ze strony kolei elektrycznej z zasilaniem prądem zmiennym może być aktualne również w Polsce, o ile zostanie podjęta decyzja elektryfikacji kolei systemem prądu zmiennego 50 Hz 25 kV.

621.395.74

621.316.93

ELEKTRYCZNE ZABEZPIECZENIA OD PRZEPIĘĆ
TELEKOMUNIKACYJNYCH^{1/}

S.J. Little. Electrical Protections of Telecommunications Plant, Post Office Telecommunications, Autumn 1961

1. WSTĘP

Zabezpieczenie telekomunikacyjnych sieci od skutków wyładowań atmosferycznych i zwarć z liniami prądu silnego zajmuje teletechników od wielu lat.

Pierwotnym niebezpieczeństwem były tylko wyładowania atmosferyczne, a więc przed 1895 rokiem stosowano tylko odgromnik przeciw wyładowaniom w przełącznicy i u abo-
nenta.

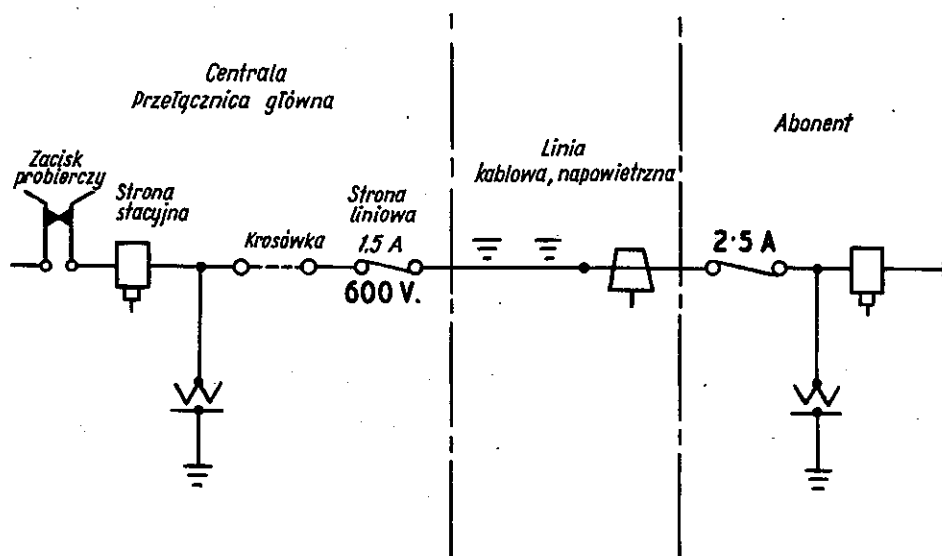
Okolo 1890 roku rozpoczął się rozwój elektrycznego przemysłu silno-prądowego, w szczególności rozszerzała się sieć tramwajowa.

Zdarzały się zwarcia między jezdnyymi przewodami tramwajowymi i napowietrznymi liniami telekomunikacyjnymi, powodujące powstawanie pożarów w centralach telefonicznych. Skłoniło to inżynierów telekomunikacyjnych do zwrócenia uwagi w celu zmniejszenia niebezpieczeństwa pochodzącego z tego źródła.

^{1/} Na podstawie oryginału opracował J. Staniszewski

W Zjednoczonym Królestwie /w Wielkiej Brytanii/ wprowadzono bezpieczniki topikowe /liniowe/, odgromniki oraz bezpieczniki cewkowe.

Rysunek 1 pokazuje urządzenie złożone z tych składników.



Rys. 1. Układ dawnych zabezpieczeń

Aby zmontować te zespoły i zakończyć kable, konieczna była żelazna konstrukcja /stojaki/. Nazwano to przełącznicą główną. Stosowano ją z nieznacznymi zmianami więcej niż 60 lat.

Kable miejskie były rozszyte w pary kablowe w kolejności par na listwach bezpiecznikowych po stronie liniowej.

Po stronie przeciwnej, czyli stacyjnej, były zainstalowane zespoły zawierające odgromniki i bezpieczniki.

Zespoły na obydwóch stronach liniowej i stacyjnej na stojakach przełącznicy były montowane w pionowych kolumnach.

Strona liniowa miała pojemność każdej kolumny na 220 par kabla miejskiego, a strona stacyjna - wyposażenie stacyjne na 200 par.

Połączenie między liniową stroną i stacyjną dokonywane było za pomocą przewodów zwanych krosowymi.

2. ROZWÓJ ZABEZPIECZEŃ

Zabezpieczenia wprowadzone około 1900 roku pozostawały w pracy z niewielkimi uzupełnieniami do 1930 roku. Nowe zabezpieczenia powinny były zmierzać do zredukowania ilości bezpieczników przez wyeliminowanie ich a wprowadzenie bezpieczników cewkowych, lub innych równoważnych, dla każdego toru oraz pozostawienie odgromników tylko na torach napowietrznych.

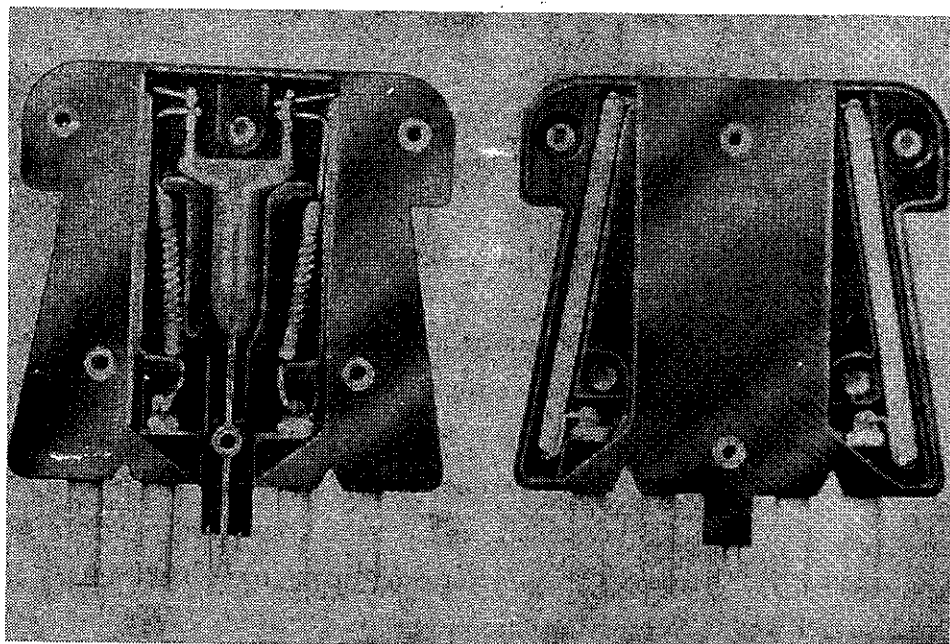
W 1938 roku w przełącznicy w Worksop wprowadzono w miejsce bezpieczników cewkowych - bezpieczniki zwłoczne; bezpieczniki topikowe pozostawiono, a odgromniki dotychczasowe zmodyfikowano.

Elementy te umieszczono we wspólnej oprawie dającej się wyciągać /rys. 2/.

300 takich zespołów wmontowanych było w każdym pionie nowego typu przełącznicy.

Chociaż stwierdzono, że bezpieczniki o działaniu zwłocznym mają tendencje do przepalania się podczas wyładowań burzowych, doświadczenie w Worksop uznano za

zadowolające. Wniosek z eksperymentu w Warszawie był taki, że odgromnik po udoskonaleniu mógł zastąpić odgromnik węglowy, który był w użyciu od 1900 roku z nieznacznymi zmianami.



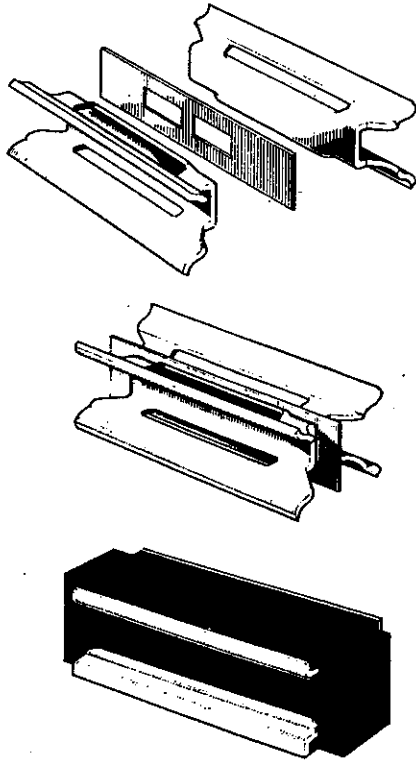
Rys. 2. Bezpiecznik i odgromnik we wspólnej obudowie z centrali w Warszawie

Części składowe udoskonalonego odgromnika są pokazane na rys. 3.

Po wprowadzeniu odgromnika udoskonalonego powstała kwestia zabezpieczeń u abonenta.

Stwierdzono, że bezpieczniki cewkowe mogą być wyeliminowane i w 1952 roku postanowiono, że będą one zastąpione przez bezpieczniki topikowe.

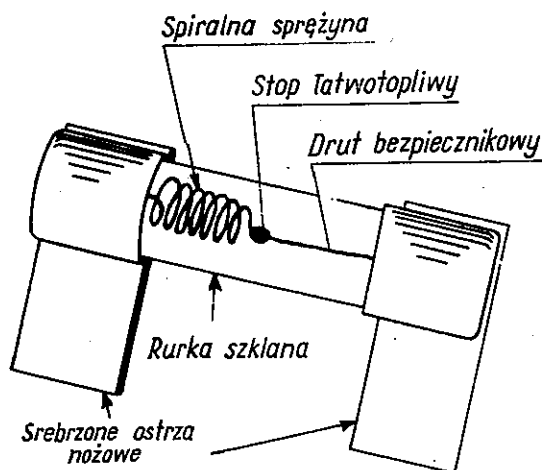
Badania i postępy nad tymi bezpiecznikami po pewnym czasie doprowadziły do elementu przedstawionego na rys.4.



Rys. 3. Odgromnik nr 1b

Nowy bezpiecznik łączy w sobie cechy bezpiecznika liniowego i cewkowego i składa się z trzech części: spiralnej sprężyny, stopu niskotopliwego i drutu bezpiecznikowego.

Znaczna część oporności elektrycznej elementu znajduje się w drucie bezpiecznikowym. Jeżeli przepływa taki prąd, który spowoduje wydzielenie się odpowiedniej ilości ciepła, następuje roztopienie metalu łatwotopliwego. Sprężyna cofa się i połączenie w bezpieczniku jest przerwane.



Rys. 4. Nowy bezpiecznik

Początkowo bezpiecznik był przewidziany na 600 V, lecz później uznano za możliwe zredukowanie go do 250 V.

Doświadczalne serie bezpieczników były montowane w przełącznicach po 300 sztuk, w grupach po 30 w pionie.

Nowe zabezpieczenia były zainstalowane w 1959 roku w centrali w Spring Park, telekomunikacyjnym rejonie londyńskim.

Przy zabezpieczeniach urządzeń abonenckich przyjęto następujące zasady: jeżeli linia abonencka jest całkowicie podziemna lub zawiera mniej niż 4 przęsła napowietrzne - nie stosować żadnych zabezpieczeń, jeżeli linia zawiera więcej niż 4 przęsła napowietrzne - stosować tylko odgromnik.

3. PRZEGLĄD URZĄDZEŃ ZABEZPIECZENIOWYCH

Modyfikację zabezpieczeń telekomunikacyjnych realizowano w ten sposób, aby przez zmniejszenie przełącznic głównych osiągnąć poważne oszczędności, szczególnie w kosztach budynku.

W pierwszej kolejności poddano obserwacji bezpieczniki cewkowe. W ciągu 2 lat zbadano ok. 14.000 bezpieczników cewkowych. Uszkodzonych było 48 sztuk, z czego 40 - z przyczyn mechanicznych, a tylko 3 zadziałały zgodnie ze swym przeznaczeniem.

W następnej kolejności poddano badaniom bezpieczniki topikowe w przełącznicy.

Dzięki zredukowaniu do 250 V napięcia, na jakie był obliczony bezpiecznik topikowy, możliwe było zmniejszenie jego długości.

Na zakończenie poddano badaniom odgromniki. Analiza 6.000 przypadków uszkodzeń od wyładowań atmosferycznych wykazała, że najbardziej narażone na uszkodzenia były kable w bezpośrednim sąsiedztwie połączenia ich z liniami napowietrznymi.

Ponieważ odgromnik znajdujący się w przełącznicy nie dawał ochrony w punktach przejścia z napowietrznej części linii w kabel, zdecydowano usunąć go z przełącznicy, a umieścić w punktach przejścia .

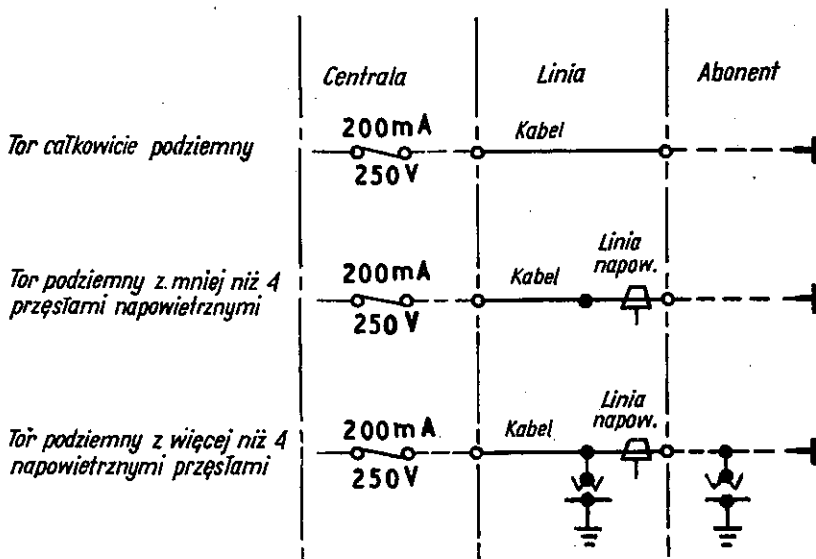
4. NOWE ZASADY ZABEZPIECZEŃ

Powyżej przytoczone rozważania, poparte szerokim doświadczeniem, doprowadziły do wniosku, że właściwe zabezpieczenie toru abonenckiego zrealizowane będzie przez czuły bezpiecznik w przełącznicy oraz odgromniki zainstalowane u abonenta i w punkcie łączenia się kablowej części toru z napowietrzną.

Odgromnik może nie być stosowany, gdy część toru napowietrznego jest krótka; jako granicę uznano 4 przeszła.

Nowe zasady zabezpieczenia pokazane są na rys. 5.

Jako nowy, czuły bezpiecznik topikowy w przełącznicy zastosowano bezpiecznik na 200 mA, odgromnik zaś taki, jak podano na rys. 3.



Rys. 5. Nowe zabezpieczenia

5. NOWA PRZEŁĄCZNICA

Zmiana w rodzaju zabezpieczenia pozwoliła uprościć budowę i instalację przełącznic i zmniejszyć zajmowaną powierzchnię.

Konstrukcja /rama/dawnej przełącznicy była wykonana z poszczególnych zespołów żelaznych przymocowanych do podłogi. Nowa rama przełącznicy jest wykonana z oddzielnych fragmentów /stojaków/, z których każdy może stać na podłożu bez specjalnego jej przygotowania. Oddzielne stojaki przewidziane są do zakończenia kabli miejskich i stacyjnych. Każdy stojak posiada pojemność równoważną pojemności ośmiu starych pionów, a zajmuje miejsce dawnych czterech pionów.

Oprawy bezpiecznikowe w nowej przełącznicy są przystosowane do nowych 200 mA bezpieczników.

Podstawowy element bezpiecznikowy jest przeznaczony na dwa tory i zawiera cztery bezpieczniki.

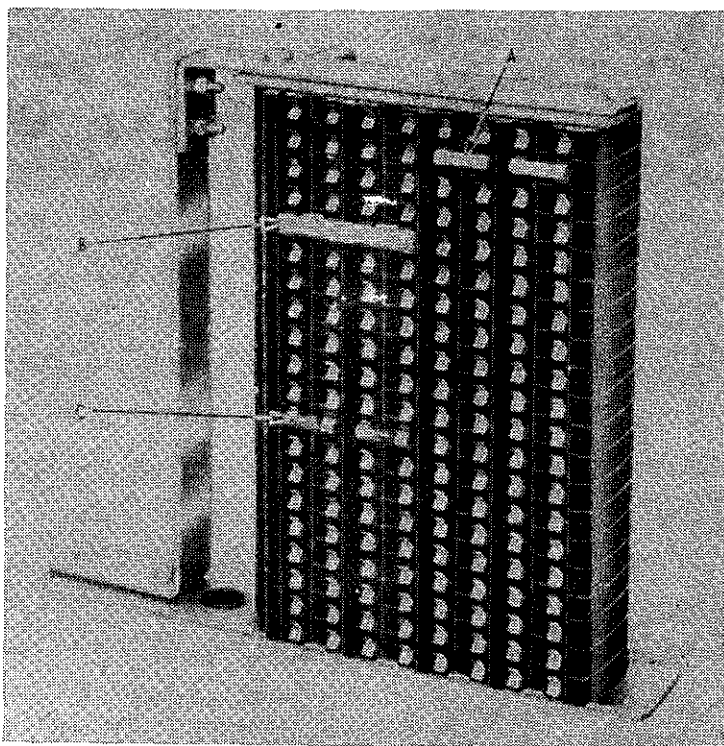
Dwadzieścia elementów tworzy podstawowy zespół bezpiecznikowy, który zawiera zabezpieczenia dla 40 torów abonenckich /rys. 6/.

W każdym pionie zestawionych jest dziesięć takich zespołów z wmontowanymi bezpiecznikami.

W nowej przełącznicy ułatwiony jest dostęp przy badaniu zarówno zewnętrznych linii, jak i wewnętrznych urządzeń.

Nowe przełącznice nie tylko spełniają wymagania powstałe wskutek zmian w systemach telefonicznych, lecz również umożliwiają dołączanie większej ilości torów, co

w konsekwencji zmniejszyło koszty budowy central.



- A - ślepe bezpieczniki, stosowane w przypadku przewodów zasilających do PBX, lub obwodów dzwonienia.
- B - przykrywki bezpieczników
- C - bezpieczniki topikowe

Rys. 6. Nowy zespół bezpiecznikowy

621.395.74 (430.2)
621.391.821.001.2

WYNIKI BADANIA USZKODZEŃ
SPOWODOWANYCH PRZEZ WYŁADOWANIA ATMOSFERYCZNE
W LINIACH MIĘDZYMIASTOWYCH NIEMIECKIEJ POCZTY /NRD/^{1/}

H. Lorke, H. Stockmann, Berlin. Einige Ergebnisse von Blitzschädenuntersuchungen an Fernmeldeleitungen der Deutschen Post. Fernmelde Praktiker, zesz. 1, luty 1961 r.

1. WSTĘP

Corocznie w urządzeniach teletechnicznych Niemieckiej Poczty występują liczne zakłócenia i uszkodzenia, które pochodzą od atmosferycznych wyładowań.

Zaszła przeto konieczność zbadania skuteczności urządzeń zabezpieczających od wyładowań. W tym celu zostało wybranych kilka Dyrekcji Okręgowych, które zobowiązane były w ciągu 1955 roku notować uszkodzenia urządzeń teletechnicznych powodowane wyładowaniami i następnie przekazać te dane do Instytutu Poczty i Telekomunikacji.

Chociaż rozmiar tego przedsięwzięcia nie pozwala na uogólnienie oceny ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi, to można jednak z podziału i rodzaju stwierdzonych uszkodzeń wyciągnąć praktyczne ważne wnioski.

^{1/} Na podstawie oryginału opracował J. Staniszewski.

2. WYNIKI OBSERWACJI

W ciągu 1955 roku Dyrekcje Okręgowe Poczty i Telekomunikacji w Karl-Marx-Stadt, Potsdam i Scheverin prowadziły notatki uszkodzeń powstałych od wyładowań atmosferycznych.

Oświadczenia Dyrekcji Karl-Marx-Stadt opierają się na doniesieniach Urzędów Międzydzielstowych Annaberg-Buchholz, Aue, Freiberg i Zwickau, Biura Pomiarów Kabli Międzydzielstowych Plauen, Biura Pomiarów Kabli Okręgowych Karl-Marx-Stadt oraz Biura Pomiarów Kabli Miejskich w Auerbach i Plauen.

Urząd Międzydzielstowy Annaberg-Buchholz podał dwa przypadki uszkodzenia kabli międzydzielstowych przez wyładowania atmosferyczne. W obu przypadkach były to kable połączone z liniami napowietrznymi.

Urząd Aue podał 5 przypadków uszkodzeń takich samych kabli /w jednym z tych przypadków została roztrzaskana głowica kablowa/.

Urząd Freiberg podał 8 przypadków uszkodzeń, w tym 6 przypadków uszkodzeń kabli międzydzielstowych połączonych z liniami napowietrznymi oraz dwa przypadki uszkodzenia głowic kablowych. Poza tym skup linii napowietrznej był uszkodzony przez wyładowanie.

Urząd Zwickau podał 5 przypadków uszkodzeń kabli połączonych z liniami napowietrznymi.

Biuro Pomiarów Kabli Dalekosiężnych Plauen zawiadomiło o trzech uszkodzeniach kabli przez wyładowania atmosferyczne. Jeden z uszkodzonych kabli dalekosiężnych znajdował się w pobliżu drzewa trafionego przez piorun.

Pozostałe dwa przypadki są to uszkodzenia kabli, które nie były połączone z liniami napowietrznymi.

Biuro Pomiarów Kabli Okręgowych Karl-Marx-Stadt zarejestrowało 24 przypadki uszkodzeń kabli międzymiastowych, w tym 19 kabli połączonych z liniami napowietrznymi. W jednym z pozostałych pięciu przypadków kabel znajdował się w pobliżu drzewa, w które uderzył piorun.

Biuro Pomiarów Kabli Miejskich Auerbach zameldowało o 11 przypadkach uszkodzeń kabli. We wszystkich 11 przypadkach kabel połączony był z liniami napowietrznymi.

Biuro Pomiarów Kabli Miejskich Plauen podało 13 takich uszkodzeń kabli połączonych z liniami napowietrznymi.

Dyrekcja Potsdam podaje doniesienia Urzędu Międzymiastowego Neuruppin o 18 uszkodzeniach kabli połączonych z liniami napowietrznymi.

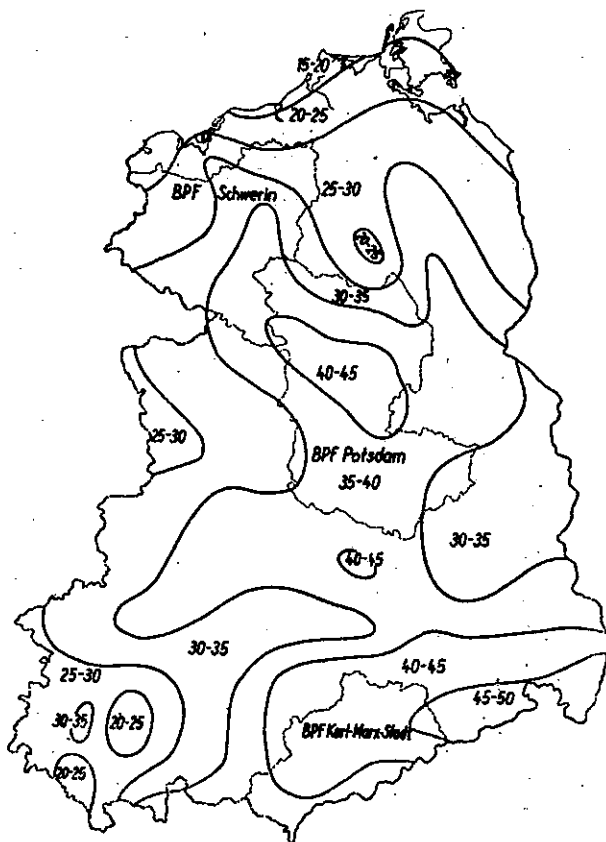
Dyrekcja Schwerin podała notatki Urzędów Międzymiastowych Ludwigslust i Schwerin.

Urząd Ludwigslust podał 6 przypadków uszkodzeń. W pięciu przypadkach był uszkodzony kabel połączony z liniami napowietrznymi, a w jednym przypadku uszkodzony był telefoniczny aparat abonencki.

Urząd Schwerin podał 17 uszkodzeń kabli połączonych z liniami napowietrznymi.

Obok wyszczególnionych szkód w licznych przypadkach zostały spalone zabezpieczenia. Te przypadki uszkodzeń są jednak z rozważań wydzielone.

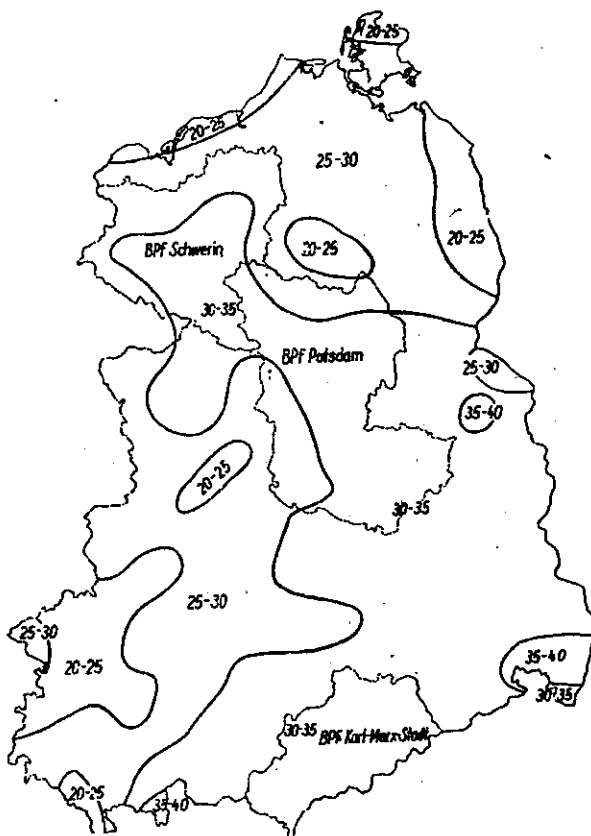
Dla umożliwienia porównania ilości szkód spowodowanych przez burze podaje się na rys.1 mapę dni burzowych w 1955 r.



Rys. 1. Ilość dni burzowych w 1955 r.

Na rys. 2. podano średnią roczną liczbę dni burzowych w latach 1955-1959.

Porównanie rysunków 1 i 2 świadczy, że 1955 rok był bogaty w dni burzowe.



Rys. 2. Średnia liczba roczna dni burzowych
w latach 1955-1959

W tabelicy 1 podano przegląd rozdziału stwierdzonych szkód na poszczególne części torów telekomunikacyjnych.

Stwierdza się, że większość uszkodzeń spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi została ustalona jako uszkodzenia w kablach. Uszkodzenia te stanowią 97% wszystkich uszkodzeń spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne.

T a b l i c a 1

Uszkodzenia w torach telekomunikacyjnych

Okręg	Urząd	Ogólna ilość uszkodzeń	S z k o d y		
			kablach	głównicach	w słupach
				urządzeniach abonenckich	
Karl-Marx-Stadt	Annaberg-Buchholz	2	2		
	Aue	5	5	1	
	Freiberg	8	6	2	1
	Zwickau	5	5		
	Plauen	3	3		
	Karl-Marx-Stadt	24	24	1	
Potsdam Schwerin	Auerbach	11	11		
	Plauen	13	13		
	Neuruppin	18	18		
	Ludwigslust	6	5		1
	Schwerin	17	17		
	R a z e m	112	109	4	1

T a b l i c a 2

Drogi przedostania się przepięć do kabli

Okręg	Urząd	Liczba uszkodzeń w kablach	Przepięcia do kabli z		
			linii na- powietrz- nych	drzew	inne
Karl- Marx- Stadt	Annaberg-Buchholz	2	2		
	Aue	5	5		
	Freiberg	6	6		
	Zwickau	5	5		
	Plauen	3	1	1	1
Potsdam Schwerin	Karl-Marx-Stadt	24	19	1	4
	Auerbach	11	10	1	
	Plauen	13	13		
	Neuruppin	18	18		
	Ludwigslust	5	5		
	Schwerin	17	17		
	R a z e m	109	101	3	5

Tablica 2 pozwala rozeznać, jaką drogą dostały się do kabli przepięcia, które doprowadziły do ich uszkodzeń.

Prawie w 93% wszystkich przypadków przepięcia w kablach pochodziły z linii napowietrznych.

3. WNIOSKI PRAKTYCZNE

Wykorzystując przytoczone obserwacje należy stwierdzić, że musi być poprawiona ochrona kabli telekomunikacyjnych, które są połączone z napowietrznymi liniami telekomunikacyjnymi.

Zamierza się zainstalować dodatkowo odgromnik przepięciowy na 350 V na 200 do 400 m przed skrzynką kablową na wszystkich torach napowietrznych linii telekomunikacyjnych.

Dalej stwierdzono, że napowietrzne tory telekomunikacyjne tylko rzadko były uszkodzane.

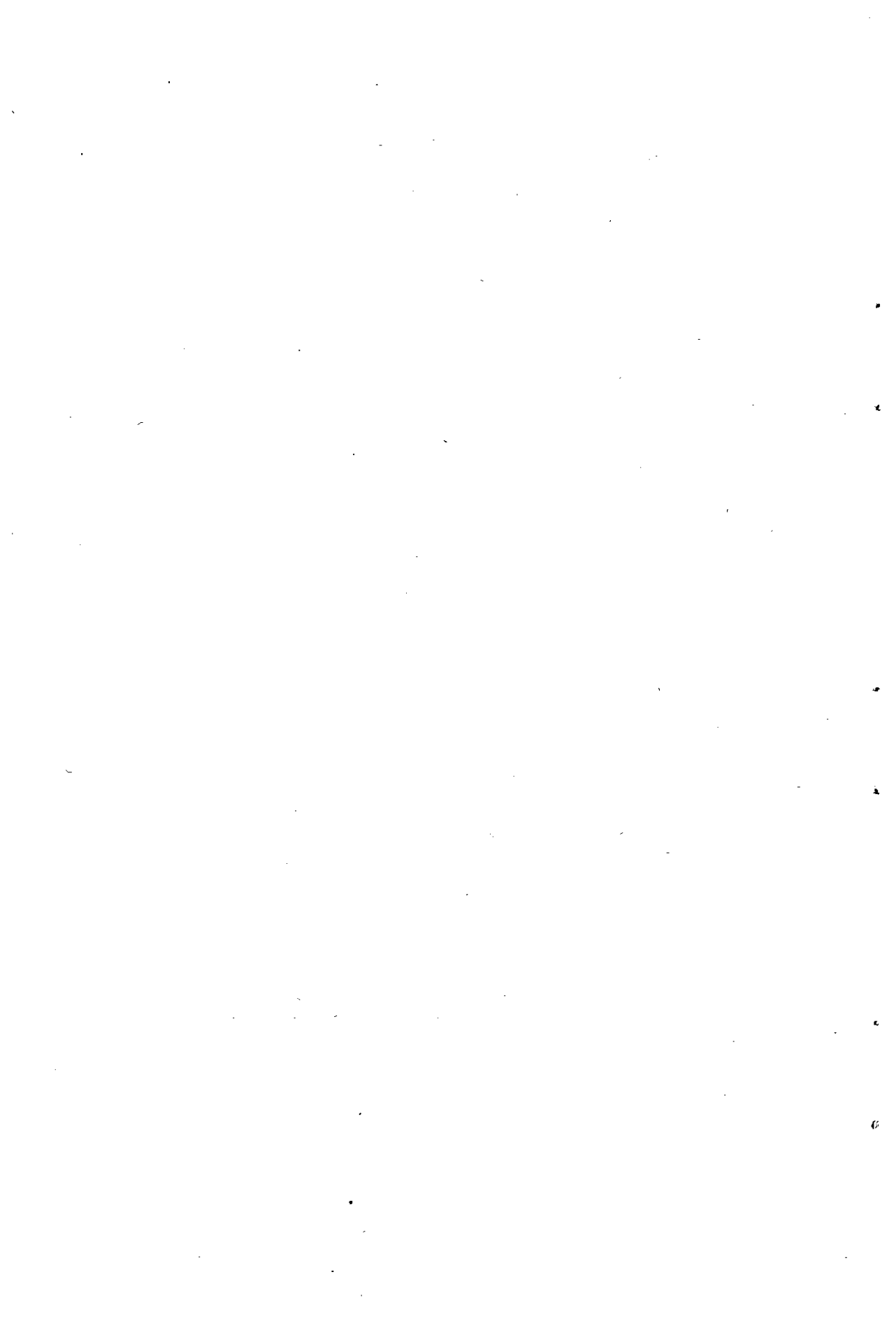
Należy zbadać, czy przewody piorunochronowe na słupach telekomunikacyjnych, które według obecnych warunków na ogół znajdują się na co piątym słupie, są ekonomicznie uzasadnione.

Piorunochrony na słupach mają na celu ograniczyć przestrzenne wyładowania na napowietrznych liniach telekomunikacyjnych do odcinka linii napowietrznej, który znajduje się między dwoma słupami zawierającymi piorunochrony.

Ponieważ przypadki wyładowań atmosferycznych w przeszło zawarte między słupami zawierającymi piorunochrony są bardzo rzadkie, należy za uzasadnione uznać, że od-

ległość słupów z piorunochronami może być zwiększona.

Zamierza się na przyszłość zaopatrywać w piorunochrony tylko co dziesiąty słup napowietrznej linii telekomunikacyjnej.



OCHRONA KABLI TELEKOMUNIKACYJNYCH OD SZKÓD
SPOWODOWANYCH WYŁADOWANIAMI ATMOSFERYCZNYMI ^{1/}

W. Griesinger, R. Riedel. Schutz von Fernmelde-
kabeln gegen Blitzschäden. Fernmelde Praxis, tom
38, zesz. 1, styczeń 1961

1. WSTĘP

Artykuł niniejszy rozpatruje możliwości ochrony ka-
bli telekomunikacyjnych od uszkodzeń spowodowanych wy-
ładowaniami atmosferycznymi. Zakres ochrony kabli powi-
nien być rozpatrywany w każdym przypadku pod względem
ekonomicznym.

2. PRZYCZYNY I RODZAJ USZKODZEŃ

2.1. Termiczne szkody wskutek przepięć

Prąd wyładowania może dostać się do kabla przez bez-
pośrednie uderzenie pioruna, wskutek wyładowania w zie-
mi, np. za pośrednictwem drzewa trafionego przez piorun,
względnie za pośrednictwem instalacji uziemieniowej bu-
dynków lub bezpośrednio z uziemienia, które jest połą-
czone z powłoką kablową. Prąd płynący przez powłokę ka-

^{1/} Na podstawie oryginału opracował J. Staniszewski

blową wytwarza napięcie między wiązką żył i powłoką, co może spowodować przebicie w kablu.

Im większy jest ładunek wyładowania atmosferycznego, tzn. im większe jest natężenie prądu wyładowania i czas jego trwania, tym niebezpieczniejsze jest jego działanie.

Najgroźniejsze wyładowania występują w górach; zdarzają się wyładowania o natężeniu prądu ponad 100 kA i o czasie trwania wielu milisekund. Napięcie wyładowania powstałe w kablu jest proporcjonalne do pierwiastka z oporności właściwej ziemi.

Przeto najbardziej narażone na wyładowania atmosferyczne są kable w górach, przebiegające po gołych skalistych grzbietach.

2.2. Zdeformowanie powłok kablowych przez "zimne uderzenia"

Bardzo niebezpieczne wyładowania o dłuższym czasie trwania na szczęście występują rzadko.

Krótkie wyładowania ogólnie nie powodują przy przeskoku /np. z korzeni drzew/ żadnych termicznych uszkodzeń w kablach.

Jednakże w kanale łuku elektrycznego w ziemi parująca wilgoć może działać eksplodująco i wyrzucić taki ucisk, że powłoka kabla zostanie wciśnięta. Zdarza się również, że w ten sposób kabel zostaje przesunięty o 20 + 30 cm od swojego pierwotnego położenia. Na tego rodzaju deformacje jest bardzo wrażliwy kabel współosiowy. Szcze-

gólnie narażony jest on na zdeformowanie, gdy przebiega w pobliżu pojedynczych drzew lub budowli.

2.3. Uszkodzenia kabli połączonych z liniami napowietrznymi

W telekomunikacyjnych liniach napowietrznych występują często przepięcia przez bezpośrednie wyładowania lub przez indukcyjne oddziaływanie prądu na drodze pioruna. To indukcyjne oddziaływanie w przypadku kabli jest z reguły do pominięcia.

Fala napięcia biegnąca w torach napowietrznych powoduje przy przejściu do żył kablowych przebicie do powłoki, ponieważ wytrzymałość elektryczna izolacji między żyłami i powłoką wynosi przy napięciach udarowych tylko 4 do 8 kV.

Jeżeli w skrzynce kablowej znajdują się odgromniki gazowe, to przebicia na początku kabla na ogół nie zachodzą, ponieważ po zapłonie odgromnika gazowego napięcie między powłoką kabla i żyłami spada do wartości resztkowej, odpowiadającej napięciu podtrzymującemu łuk między elektrodami odgromnika.

Prąd wyładowania atmosferycznego zostaje odprowadzony przez uziemienie w skrzynce kablowej i dołączoną powłokę kabla.

Część odprowadzonego prądu w obwodzie powłoka kabla - ziemia wywołuje znów pewną różnicę potencjałów między żyłami a powłoką wzrastającą wraz z odległością, osiągając wartość najwyższą po kilku tysiącach metrów. Napię-

cie proporcjonalne jest do natężenia prądu, oporności powłoki kabla, do pierwiastka z czasu trwania wyładowania i pierwiastka z oporności właściwej ziemi.

Mimo zabezpieczenia przez odgromniki gazowe w pewnych niekorzystnych okolicznościach już w odległości 30 - 40 m mogą wystąpić przebicia w kablu.

Specjalne założone uziemienia na słupach kablowych przyczyniają się istotnie do ochrony kabla tylko wtedy, jeżeli mają oporność uziomową bardzo małą, mniejszą niż powłoka kabla, co jednak na ogół się nie zdarza.

3. ŚRODKI ZABEZPIECZAJĄCE

3.1. Ochrona szczególnie narażonych kablów w górach

Dla kabli telekomunikacyjnych, które prowadzą do punktów wysoko położonych w okolicy /np. do wież radiowych na wzgórzach/ oraz kabli, które znajdują się na nagich grzbietach górskich, przy projektowaniu należy przewidzieć instalację zabezpieczającą je od wyładowań atmosferycznych.

W tych przypadkach mogą być zastosowane następujące typy kabli:

- a/ kabel o dużej przewodności powłoki metalowej, np. powłoka aluminiowa oraz podwójne opancerzenie /taśma żelazna, drut okrągły/ - typu XPLYbb;
- b/ kabel PET o dużej wytrzymałości elektrycznej na przebicie z opancerzeniem z drutów okrągłych /wytrzymałość elektryczna np. 30 kV/.

Kabel a/ posiada mały współczynnik redukcyjny, który napięcie zmniejsza do nieszkodliwej wartości; jeżeli w niekorzystnych warunkach działanie redukcyjne metalowej osłony nie wystarcza, musi być wzmocniona izolacja między powłoką i żyłami.

Ponieważ prąd wyładowania rozdziela się prawie na równe części w dwu kierunkach kabla, liczyć się trzeba z połową maksymalnej wartości prądu. Spodziewana największa wartość napięcia U_0 między powłoką kabla i żyłami da się obliczyć według następującego wzoru:

$$U_0 \approx 70 \cdot J \cdot R_{\text{całk}} \cdot \sqrt{\rho} \text{ [kV]}$$

gdzie

J - prąd w powłoce kabla w kA

$R_{\text{całk}}$ - oporność dla prądu stałego powłoki oraz opancerzenia w Ω/m

ρ - oporność właściwa ziemi w $\Omega \cdot \text{m}$

Jako maksymalny prąd w górach można przyjąć 100 kA.

Dla ochrony technicznych urządzeń, które są dołączone do kabla narażonego na niebezpieczeństwo wyładowań atmosferycznych, trzeba na końcu kabla między żyły i powłokę lub ziemię włączyć odgromnik. Ma to szczególne zastosowanie, gdy chroniony kabel ma podwyższoną wytrzymałość elektryczną, a elementy urządzeń technicznych mają wytrzymałość elektryczną mniejszą niż kabel.

Jeżeli do kabla o dużej wytrzymałości elektrycznej dołączony jest kabel normalnej budowy, należy uważać za celowe w miejscu połączenia obydwóch kabli włączyć odgromnik.

Działanie zabezpieczenia kabla chronionego przed wyładowaniami atmosferycznymi będzie tylko wtedy osiągnięte, jeżeli wszystkie poszczególne druty opancerzenia we wszystkich miejscach spójnie między sobą będą dobrze spójne i dołączone do urządzeń uziemiających.

Dla utrzymania dobrego stanu opancerzenia kabla należy zabezpieczać je przed korozją, np. stosując ochronę katodową.

Połączenie metalowych powłok i ich opancerzenia z urządzeniami uziemiennymi jest dzisiaj z wielu technicznych przyczyn niezbędne.

W sieciach miejscowych poszczególne kable nie są na ogół narażone na wyładowania atmosferyczne, gdyż powstałe prądy wyładowań rozdzielają się na większą ilość kabli połączonych przez instalację uziemienną.

Także w pojedynczo stojących stacjach wzmacniakowych bez obsługi rozdział prądów wyładowania na metalowe, uziemione powłoki dwóch przychodzących i dwóch wychodzących kabli zmniejsza niebezpieczeństwo dla poszczególnego kabla.

Niebezpieczeństwo może zaistnieć, jeżeli powłoki kabli są względem ziemi izolowane /np. kabel z powłoką aluminiową/ i dołączone są do zbiorowej szyny uziemiennowej.

Niebezpieczne jest również nie zauważone przebicie izolacji osłony ochronnej kabla w odległym miejscu, co umożliwi wtargnięcie wilgoci do powłoki chronionego kabla powodując powstanie zjawiska korozji powłoki kablowej.

3.2. Ochrona kabli współosiowych

Przy tak ważnym i drogim kablu jak kabel współosiowy ze znaczną ilością kanałów nośnych zagadnienie zabezpieczenia go od wyładowań atmosferycznych, niezależnie od terenu, w którym kabel przebiega, musi być szczególnie rozpatrzone.

Obok sprawy pewności ruchu odgrywają tu rolę względy ekonomiczne.

Na podstawie dotychczasowych obserwacji częstości wyładowań w kable telekomunikacyjne w normalnym otwartym terenie, środki zabezpieczające muszą być ograniczone do miejsc najbardziej zagrożonych.

Najbardziej niebezpieczne są zbliżenia kabli współosiowych w otwartym terenie do pojedynczo stojących drzew lub grupy drzew względnie budowli.

W tych przypadkach odległość kabla od tych narażonych na wyładowania atmosferyczne obiektów powinna wynosić na ogół co najmniej 20 metrów.

Jeżeli ta najmniejsza odległość nie może być zachowana, to jest celowe ułożenie kabla w żelaznych rurach lub połówkach rur na odcinkach o długości po 50 metrów w jedną i drugą stronę od drzewa lub budowli.

Półówki rur muszą być między sobą i na końcach chromionego odcinka kabla złączone z opancerzeniem / zlutowane lub zespawane/.

3.3. Ochrona kabli od przepięć pochodzących z dołączonych do nich linii napowietrznych

Specjalne urządzenia uziemieniowe w skrzynkach kablowych są celowe jedynie wtedy, gdy przy rozsądnych co do wielkości wkładach finansowych można osiągnąć bardzo małe wartości oporności uziemień.

Przy normalnej przewodności ziemi jest to osiągalne przez ułożenie w tym samym rowie kablowym co najmniej 200 metrów taśmy uziemieniowej. Koniec taśmy uziemieniowej powinien być odsunięty od kabla aż do odległości 20 - 30 metrów.

Jeżeli to nie jest możliwe, wówczas opancerzenie dołączonego do skrzynki kablowej kabla ziemnego przejmie funkcję urządzeń uziemieniowych. Między żyły i powłokę kabla względnie opancerzenie należy dołączyć wtedy odgromnik.

Ochrona kabla przez uzbrojenie jest skuteczna wtedy, gdy w skrzynce kablowej odpowiednia elektroda odgromnika jest dobrze złączona z drutami opancerzenia i gdy druty opancerzenia są w miejscu łączenia dobrze ze sobą złączone.

Włączony w linię napowietrzną telekomunikacyjny kabel przelotowy normalnej budowy o małej długości będzie wystarczająco ochroniony, gdy równoległe do niego będą ułożone dwie taśmy uziemiające.

Taśmy uziemiającej opancerzenie kabla muszą być również dobrze złączone z szynami uziemieniowymi w obydwoch skrzynkach kablowych.

WIKAZ LITERATURE

1. D.W. Bodle: Crushing of Buried Cables by "Cold" Lightning, Bell Lab. Dec. 34 /1956/ S. 93-97
2. Technischer Bericht Nr. 2514 des Fernmeldetechnischen Zentralamtes, Darmstadt, vom 8.4.1960: Untersuchungen über die Ursachen von Blitzschäden im Fernmeldekabelnetz, 8 Seiten, 3 Anl.
3. W. Griesinger, E. Popp und E. Schulz: Über die Verteilung der Blitzströme in der Erdungsanlage eines Funkturmes. ETZ A, 1958, zeszyt 5, S. 526-529
4. E.D. Sunde: Earth Conduction Effects in Transmission Systems. D. van Nostrand Comp., New York 1949, S.304-309.
5. K. Berger: Messungen und Resultate der Blitzforschung der Jahre 1947 - 1954 auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV 46, 1955, Nr. 5, S. 193 i Nr. 9, S. 405
6. H. Meister: Blitzschutz an Telephonanlagen. Techn. Mitt. PTT, 1958, Nr 1, S. 13-32
7. M. Zapletal: Schutz von Fernmeldekabeln gegen unmittelbaren Blitzschlag. Elektrotechn. Obz. 48, 1959, Nr 8, S. 401-406 /czeski/

