PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH
Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok VIII. 1 Września 1930 r. Zeszyt 17—18

Redaktor por. STEFAN JASIŃSKI. Warszawa, Marszałkowska 33 m. 11, tel. 140-45.

SOMMAIRE.

Les nouvelles méthodes d'annuler les courants parasites dans les récepteurs par S. Manczarski. L'auteur présente une théorie des perturbations diverses dans les récepteurs et moyens de les annuler. Particulièrement il donne des nouvelles méthodes de compensation des parasites, produits par les résaux électriques.

Générateur de basse frequence avec voltmètre pour étudier les circuits de basse frequence.

Mr. C. G. Cemp donne la description d'un oscilateur (hétérodyne) d'une construction special. Cet appareil est adapté particulièrement pour étudier les circuits de la basse frequence comme amplificateurs, lignes telephoniques etc. Les mésures sont effectuées par un voltmètre à lampes.

Revue documentaire.

NOWE METODY USUWANIA PRĄDÓW PASORZYTNICZYCH W ODBIORNIKACH.

Inż. S. Manczarski.

PROBLEMAT USUWANIA PRZESZKÓD W ODBIORZE RADJOFONICZNYM.

Usuwanie przeszkód w odbiorze fal elektromagnetycznych stanowi obecnie ważne zagadnienie dla rozwoju radjofonji.

Przeszkody zewnętrzne wywołują w odbiornikach tak radjofonicznych, jak i radjotelegraficznych, prądy pasorzytnicze, które można rozklasyfikować na trzy zasadnicze grupy:

1) prądy pasorzytnicze, wywołane przez przeszkody atmosferyczne;

2) prądy pasorzytnicze, wywołane przez radjostacje nadawcze;

3) prądy pasorzytnicze, pochodzące z sieci elektrycznych.

Sprawą przeszkód w odbiorze fal elektromagnetycznych zajmowano się jeszcze przed powstaniem radjofonji. Dla walki z przeszkodami wypracowano cały szereg bardzo kosztownych sposobów, które zostały zastosowane na radjotelegraficznych stacjach odbiorczych, przeznaczonych do odbioru handlowego. Dla zwalczania przeszkód atmosferycznych stosuje się tam przedewszystkiem anteny kierunkowe i filtry. Miejsce pod anteny, jak również pod pomieszczenie radjostacji odbiorczej, jest specjalnie wybrane dla zmniejszenia przeszkód, wywołanych przez pobliskie radjostacje nadawcze, oraz dla uniknięcia przeszkód, pochodzących z sieci elektrycznych. W razie konieczności krzyżowania anten odbiorczych z przewodami elektrycznemi te ostatnie prowadzi się w miejscu krzyżowania kablem podziemnym. Odbiorniki radjotelegraficzne są bardzo dokładnie ekranowane i zaopatrzone w dużą ilość filtrów. Koszt budowy takiej radjostacji odbiorczej jest oczywiście bardzo znaczny, okoliczność ta odgrywa jednak w danym wypadku rolę drugorzędną.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa w odniesieniu do odbiorczych stacyj radjofonicznych, przeznaczonych dla szerokich mas społeczeństwa.

Przeciętny abonent radjofoniczny nie może sobie pozwolić na zbyt duży wydatek i jest skrępowany pod względem wyboru miejsca na antenę odbiorczą. Z tego względu dotąd nie może on przeważnie uniknąć przeszkód, wywołanych przez lokalną stację radjofoniczną, oraz przeszkód, pochodzących z sieci elektrycznych. Zwłaszcza te ostatnie przeszkody są specjalnie przykre, gdyż często uniemożliwiają wszelki wogóle odbiór radjofoniczny. Sprawa przeszkód atmosferycznych przedstawia się tu o tyle lepiej, że przeszkody te występują przeważnie tylko w lecie, natomiast zima, która stanowi główny sezon radjofoniczny, jest prawie od nich wolna. Zato przeszkody, wywołane przez lokalną stację radjofoniczną, oraz przeszkody, pochodzące z sieci elektrycznych, występują przez cały rok.

Znane dotychczas sposoby eliminowania lokalnej stacji radjofonicznej są dość kosztowne, gdyż polegają na stosowaniu ekranowanego odbiornika z dostateczną ilością filtrów (obwodów rezonansowych) lub z dodatkowym filtrem w antenie (eliminatorem). Stosowanie odbiornika nieekranowanego może być w tym wypadku nieskuteczne, ponieważ sygnał lokalnej stacji radjofonicznej przedostaje się do wewnętrznych obwodów odbiornika z pominięciem anteny odbiorczej, głównie naskutek tak zwanego efektu antenowego poszczególnych cewek odbiornika.

Znane dotychczas sposoby usuwania przeszkód, pochodzących z sieci elektrycznych, polegają

na usuwaniu przeszkód u ich źródła. Niezawsze jest to jednak możliwe. Często źródło przeszkód znajduje się bardzo daleko od anteny odbiorczej, a przeszkody są przenoszone przy pomocy przewodów elektrycznych na dystansie kilku lub kilkunastu kilometrów. Wyszukanie i ustalenie źródła przeszkód może być zadaniem niełatwem, zwłaszcza jeżeli wchodzi w grę większa ilość źródeł przeszkód. Po ustaleniu źródła względnie źródeł przeszkód należy uzyskać zgodę właściciela przeszkadzających instalacyj elektrycznych na przeprowadzenie odpowiednich prób w celu usunięcia tych przeszkód, co również bywa często z różnych względów niełatwe. Wreszcie, i to jest najważniejsze, nie w każdym wypadku można usunąć przeszkody u ich źródła. Jeżeli, naprzykład, przeszkadzająca instalacja elektryczna stanowi transformator, wytwarzający wysokie napięcie, które użytkowane jest w postaci iskier, jak to ma miejsce przy aparatach fryzjerskich lub przy różnych aparatach medycznych, to dla unieszkodliwienia tych instalacyj należałoby usunąć iskrę, co jednak byłoby równoznaczne z unieruchomieniem danego aparatu. Stosowanie dławików, odgradzających źródło przeszkód od sieci zasilającej, bywa w bardzo wielu wypadkach nieskuteczne, gdyż sieć może sprzęgać się ze źródłem przeszkód pojemnościowo, a więc z pominięciem dławików. Również stosowanie innych sposobów, naprzykład symetrji elektrycznej układów, stanowiących źródła przeszkód, niezawsze jest skuteczne. Odnosi się to przedewsystkiem do tych źródeł przeszkód, które pracują na przewody elektrycznie asymetryczne, jak przewody tramwajowe lub telegraficzne. Blokowanie przerw iskrowych względnie sieci kondensatorami posiada skuteczność, zależną od wielkości blokujących kondensatorów. W wielu wypadkach, naprzykład, przy sieciach telegraficznych, pojemność kondensatorów blokujących nie może być dostatecznie duża, gdyż wówczas utrudniałaby szybką pracę telegraficzną ze względu na powolność procesów powstawania i znikania prądu.

Nie wynika stąd bynajmniej, że niewarto wogóle stosować sposobów usuwania przeszkód u źródła. Wynika tylko, że sposoby te są niewystarczające dla usunięcia przeszkód z sieci elektrycznych w każdym wypadku.

Obok więc sposobów usuwania przeszkód u źródła, które należy bezwarunkowo stosować wszędze i w takim stopniu, jaki tylko jest możliwy, winny być jeszcze wzięte pod uwagę sposoby usuwania przeszkód przy odbiornikach.

Wydaje się rzeczą zupełnie naturalną, że radjofonja nie może żądać od całej elektrotechniki przystosowania się pod każdym względem do jej specyficznych wymogów. Byłoby to zbyt krępujące i niesprawiedliwe. Należy przytem zauważyć, że szybki rozwój elektryfikacji coraz więcej utrudnia i komplikuje sprawę usuwania przeszkód u źródeł. Z tych względów radjofonja musi zorganizować we własnym zakresie samoobronę przeciwko przeszkodom z sieci elektrycznych. Niestety, sposoby usuwania przeszkód z sieci przy odbiorniku nie były dotąd naukowo opracowane. O ile w sprawie usuwania wymienionych przeszkód u źródła prowadzona jest już w niektórych państwach dość silna propaganda, wydawane są specjalne broszury, urządzane są odczyty, demonstracje i wystawy, o tyle w sprawie usuwania przeszkód z sieci przy odbiorniku nie zrobione jest dotąd jeszcze prawie nic.

Zadaniem niniejszej pracy jest przedstawienie nowych metod usuwania prądów pasorzytniczych w odbiornikach. W szczególności zostały tu szeroko potraktowane sposoby usuwania przeszkód z sieci elektrycznych przy odbiornikach. Nowe metody zostały opracowane i opatentowane przez autora na podstawie długich studjów teoretycznych i praktycznych nad procesami przedostawania się różnych rodzajów prądów pasorzytniczych do odbiorników *).

Poszczególne nowe metody usuwania przeszkód były demonstrowane przez autora na posiedzeniu naukowem Instytutu Radjotechnicznego w Warszawie w dniu 11 czerwca 1930 r.

Materjał rozłożony jest w niniejszej pracy w następujący sposób:

W trzech następnych rozdziałach pod tytułem „Analiza częstotliwości przeszkód", „Efekt ramowy i efekt antenowy cewek" i „Sprzężenie indukcyjno - pojemnościowe" podane są teoretyczne podstawy, potrzebne dla należytego zrozumienia dalszych rozdziałów.

W trzech dalszych rozdziałach pod tytułem „Usuwanie przeszkód atmosferycznych", „Usuwanie przeszkód, wywołanych przez radjostacje nadawcze" oraz „Usuwanie przeszkód z sieci elektrycznych" omówione są wyczerpująco poszczególne metody usuwania prądów pasorzytniczych w odbiornikach.

W celu systematycznego ujęcia całokształtu poruszanych zagadnień zostały w niniejszej pracy omówione obok nowych metad również i znane już sposoby usuwania przeszkód.

Wnioski, jakie wynikają z niniejszej pracy, są następujące:

Niemożna w dzisiejszych warunkach usunąć przeszkód atmosferycznych w sposób absolutnie skuteczny w każdym wypadku, można jednak znacznie te przeszkody zmniejszyć.

Eliminowanie lokalnej stacji radjofonicznej może być uskutecznione przy pomocy taniego odbiornika nieekranowanego, w którym zastosowane jest sprzężenie indukcyjno - pojemnościowe w odpowiednim układzie.

Usuwanie przeszkód z sieci elektrycznych może być uskutecznione bądź u źródła przeszkód, bądź też przy odbiorniku. Usuwanie przeszkód u źródła niezawsze jest możliwe. Usuwanie przeszkód przy odbiorniku daje się uskutecznić wielu sposobami.

Usuwanie przeszkód w odbiorze radjofonicznym stanowi obecnie zagadnienie, które interesuje szerokie masy społeczeństwa i posiada duże znaczenie dla rozwoju radjofonji.

Najskuteczniejszym sposobem zwalczania przeszkód radjofonicznych wydaje się zaznajomienie szerokich warstw społeczeństwa z naukowemi metodami usuwania tych przeszkód.

ANALIZA CZĘSTOTLIWOŚCI PRZESZKÓD.

Przeszkody atmosferyczne oraz przeszkody, pochodzące z sieci elektrycznych, są wywołane

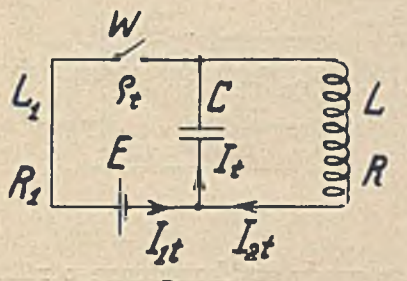
*) Patenty Nr. 11085 i 11351.

procesami ustalania się i zanikania prądu w najrozmaitszych obwodach. Procesom takim towarzyszy przepływ prądu przez zjonizowane powietrze, czego widomym przejawem jest iskra.

Zachodzi pytanie, jakie częstotliwości posiadają ustalające się i zanikające prądy w obwodach elektrycznych.

Aby odpowiedzieć na to pytanie, rozpatrzymy prosty obwód LCR na Rys. 1, który może być zasilany prądem ze źródła E. Podczas zamykania i otwierania wyłącznika W powstają w obwodzie LCR prądy zmienne nieustalone w czasie. Matematyczna droga do wyznaczenia częstotliwości tych prądów polega na rozwiązaniu równań różniczkowych dla wartości chwilowych prądu.

Rozpatrzmy przypadek wyłączenia prądu.



Rys. 1.

Zakładając, jak to się dotąd praktykuje, że wyłącznik W przerywa prąd momentalnie, otrzymuje się następujące równanie różniczkowe dla wartości chwilowych prądu:

$$RI_t + L\frac{dI_t}{dt} + \frac{1}{C}\int_0^t I_t\,dt = 0$$

Jeżeli spełniony jest warunek $\frac{1}{LC} > \frac{R^2}{4L^2}$, to całka powyższego równania różniczkowego wyraża się następującym wzorem:

$$I_t = I\,.\,e^{-at}.\sin(\omega t + \varphi)$$

gdzie $a = \frac{R}{2L}$

oraz $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$

Z otrzymanych wzorów wynika, że podczas otwierania wyłącznika W powstają w obwodzie LCR drgania tłumione o jednej tylko częstotliwości.

W rzeczywistości jednak sprawa nie przedstawia się tak prosto, a otrzymane wzory, oparte na założeniu, że wyłącznik W przerywa prąd momentalnie, stanowią tylko pierwsze, grube przybliżenie zjawisk, zachodzących istotnie.

Wiadomą jest powszechnie rzeczą, iż podczas przerywania prądu na wyłączniku powstaje iskra, która przedłuża czas wyłączania prądu. Chcąc więc rozważyć układ na Rys. 1 w sposób ścisły, należałoby uwzględnić w równaniach różniczkowych dla wartości chwilowych prądu wartości elektryczne L_1 i R_1 przewodu doprowadzającego, elektromotoryczną siłę E oraz zmienny opór ρ_t przerwy iskrowej, która występuje na wyłączniku W.

Należałoby zatem rozwiązać następujący układ równań różniczkowych:

$$RI_{2t} + L\frac{dI_{2t}}{dt} + \frac{1}{C}\int_0^t I_t\,dt = 0$$

$$(R_1 + \rho_t)I_{1t} + L_1\frac{dI_{1t}}{dt} + \frac{1}{C}\int_0^t I_t\,dt = E$$

$$I_{1t} + I_{2t} = I_t$$

gdzie $\rho_t = F(t)$.

Funkcja $\rho_t = F(t)$ nie jest bliżej znana.

Rozwiązanie powyższego układu równań różniczkowych w postaci ogólnej nie jest możliwe. Zakładając najprostszy nawet kształt funkcji $\rho_t = F(t)$, który daleki jest od rzeczywistości, natrafia się na bardzo duże trudności matematyczne w rozwiązaniu otrzymanego układu równań różniczkowych.

Z tych względów ograniczymy się do następujących przybliżonych rozważań.

W układzie, przedstawionym na Rys. 1, można rozróżnić dwa obwody drgające: obwód $L_1\,C\,R_1$ ze zmiennym oporem szeregowym ρ_t oraz obwód $L\,C\,R$ ze zmiennym oporem równoległym ρ_t.

Częstotliwość drgań własnych obwodu $L_1\,C\,R_1$ można wyrazić następującym wzorem:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L_1C} - \frac{(\rho_t + R_1)^2}{4L_1^2}}.$$

Częstotliwość drgań własnych obwodu $L\,C\,R$ można wyrazić następującym wzorem:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{1}{2C\rho_t} - \frac{R}{2L}\right)^2}$$

Ze wzorów na f_1 i f wynika, że częstotliwości te są zmienne, ponieważ zmienną jest wartość oporu ρ_t. W czasie przerywania prądu przy pomocy wyłącznika W wartość oporu ρ_t zmienia się od zera do nieskończoności. Wobec tego częstotliwość f_1 zmienia się podczas przerywania prądu od wartości $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L_1C} - \frac{R_1^2}{4L_1^2}}$ do zera, a częstotliwość f zmienia się od zera do wartości $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$.

W ten sposób zmienne częstotliwości f_1 i f pokrywają w sposób ciągły cały zakres częstotliwości od pewnej wartości maksymalnej do zera.

Z powyższego rozumowania można wyciągnąć wniosek, że przy procesach ustalania się i zanikania prądu w obwodach elektrycznych powstają prądy, których częstotliwość zmienia się w sposób ciągły od zera do pewnej wartości maksymalnej lub odwrotnie. Ta częstotliwość maksymalna odpowiada najmniejszemu elementarnemu obwodowi, który stanowi część składową danego obwodu. Oczywiście, pewne częstotliwości są przytem

uprzywilejowane, to znaczy, że przeważająca część energji drgań odpowiada drganiom o tych właśnie częstotliwościach. Zawsze jednak procesom ustalania się i zanikania prądu w dowolnych obwodach towarzyszy powstawanie drgań o różnych częstotliwościach, które zmieniają się stopniowo od zera lub do zera, pokrywając w sposób ciągły pewien zakres częstotliwości.

Twierdzenie powyższe posiada bardzo duże znaczenie dla zrozumienia istoty przeszkód atmosferycznych oraz przeszkód, pochodzących z sieci elektrycznych.

Tłumaczy ono, dlaczego wymienione przeszkody występują w odbiornikach w dużych zakresach fal oraz dlaczego mają one podobny charakter na sąsiednich falach. Należy tu zaznaczyć, że przeszkody, występujące na różnych falach, a pochodzące od tego samego źródła, jakkolwiek mają podobny charakter, są przesunięte względem siebie w czasie i różnią się tłumieniem.

Dalej twierdzenie tłumaczy, dlaczego przeszkody atmosferyczne występują naogół silniej na falach dłuższych niż na krótszych oraz dlaczego nie można ich wyeliminować nawet przy pomocy odbiorników, zaopatrzonych w bardzo znaczną ilość filtrów.

Również w oświetleniu powyższego twierdzenia znajduje wytłumaczenie fakt, dlaczego stacje nadawcze iskrowe i łukowe powodują znacznie większe przeszkody w odbiorze innych fal, niż stacje lampowe.

Analiza częstotliwości przeszkód może być przeprowadzona doświadczalnie przy pomocy układu, przedstawionego na rys. 2.

Źródłem przeszkód może być tutaj, naprzykład, zwykły przerywacz samoczynny P (brzęczyk lub dzwonek), zasilany z ogniwa E. Przerywacz ten umieszczony jest w skrzyni ekranującej w taki sposób, żeby oddziaływanie nazewnątrz wytwarzanych prądów zmiennych odbywało się tylko za pośrednictwem cewki L.

Wyłącznik W umożliwia równoległe przyłączenie do cewki L cewki L_0 ze zmiennym kondensatorem C_0.

Z cewką L sprzęgnięty jest słabo przy pomocy kondensatorów zmiennych o małej pojemności C_3 i C_4 odbiornik ekranowany, składający się z dwulampowego wzmacniacza wielkiej częstotliwości w układzie rezonansowym i lampy detektorowej. W obwodach anodowych lamp wielkiej częstotliwości znajdują się obwody rezonansowe $L_1 C_1$ i $L_2 C_2$ ze zmiennemi kondensatorami C_1 i C_2. W obwodzie anodowym lampy detektorowej znajduje się słuchawka telefoniczna T jako wskaźnik.

Jeżeli pojemności kondensatorów C_3 i C_4 są odpowiednio dobrane, można słyszeć w słuchawce T dźwięk przerywacza P tylko przy dostrojeniu obwodu $L_2 C_2$ do rezonansu z obwodem $L_1 C_1$, czyli przy warunku:

$$L_1 C_1 = L_2 C_2$$

Okazuje się przytem, że o ile wyłącznik W jest wyłączony, można usłyszeć w słuchawce dźwięk przerywacza przy każdej wartości iloczynów $L_1 C_1 = L_2 C_2$, czyli przy każdej długości fali, na jaką nastrojone są obwody $L_1 C_1$ i $L_2 C_2$. Dowodzi to, że w odbiorniku mamy do czynienia z prądami szybkozmiennemi o różnych częstotliwościach, które pokrywają znaczny zakres fal w sposób ciągły.

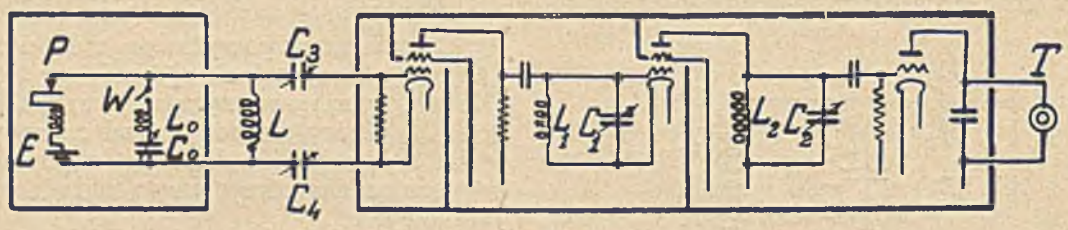
Zamykając wyłącznik W, można się przekonać, że te prądy szybkozmienne o różnych częstotliwościach pochodzą ze źródła przeszkód i przedostają się do odbiornika za pośrednictwem kondensatorów C_3 i C_4. Zmieniając bowiem wówczas pojemność kondensatora C_0, otrzymuje się zanik dźwięku przerywacza w słuchawce przy warunku:

$$L_0 C_0 = L_1 C_1 = L_2 C_2.$$

Obwód L_0 C_0 zwiera wtedy prądy szybkozmienne o częstotliwości, odpowiadającej częstotliwości rezonasowej obwodów $L_1 C_1$ i $L_2 C_2$, dzięki czemu właśnie otrzymuje się zanik dźwięku przerywacza w słuchawce.

Opisany przebieg zjawisk stanowi doświadczalny dowód słuszności twierdzenia, że przeszkody polegają na powstawaniu u ich źródła prądów szybkozmiennych o różnych częstotliwościach, które pokrywają w sposób ciągły znaczne zakresy fal.

Należy nadmienić, że zdjęcia oscylograficzne przeszkód nie mogą dostatecznie wyświetlić zagadnienia częstotliwości przeszkód, wobec czego podana wyżej metoda posiada tem większe znaczenie.



Rys. 2.

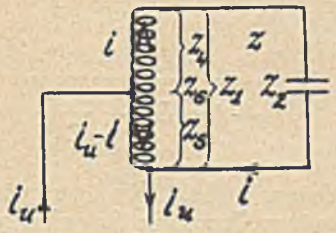
EFEKT RAMOWY I EFEKT ANTENOWY CEWEK.

Jest rzeczą powszechnie znaną, że nieekranowany odbiornik może odbierać silne stacje radjofoniczne bez anteny. Zjawisko to występuje wybitnie, jeżeli odbiornik jest uziemiony i znacznie słabiej lub nawet prawie niedostrzegalnie, gdy odbornik nie jest uziemiony.

Fakt odbioru bez anteny dowodzi, że fale elektromagnetyczne mogą wzbudzać prądy w obwodach odbiornika nieekranowanego z pominięciem anteny, czyli w sposób nieprzepisowy. Te prądy pasorzytnicze mogą być głównie dwóch rodzajów: prądy pasorzytnicze, wzbudzone naskutek efektu ramowego cewek, oraz prądy pasorzytnicze, wzbudzone naskutek efektu antenowego cewek odbiornika.

Efekt ramowy cewek polega na oddziaływaniu fal na cewki odbiornika jak na ramy.

Efekt antenowy cewek polega na oddziaływaniu fal na cewki oraz na połączone z niemi przewody jak na anteny. Prąd, wzbudzony naskutek efektu antenowego cewki, w obwodzie kondensatora, załączonego na cewkę uziemioną, jest tem



Rys. 3.

większy, im bardziej asymetrycznie przyłączone jest uziemienie względem środka cewki.

Oba rodzaje prądów pasorzytniczych, występujących w obwodach odbiornika nieekranowanego, można łatwo doświadczalnie rozdzielić i osobno wykazać.

Prądy pasorzytnicze, wzbudzone w obwodach odbiornika naskutek efektu ramowego cewek, można wykazać na nieekranowanym odbiorniku bez anteny i bez uziemienia, badając płaszczyznę ustawienia cewek odbiornika przy najcichszym i najgłośniejszym odbiorze lokalnej stacji radjofonicznej. Ten rodzaj prądów pasorzytniczych można całkowicie lub w bardzo znacznym stopniu usunąć przez zastosowanie cewek toroidalnych względnie ósemkowych lub przez poziome ustawienie cewek odbiornika.

Prądy pasorzytnicze, wzbudzone w obwodach odbiornika naskutek efektu antenowego cewek, można wykazać na nieekranowanym odbiorniku bez anteny lecz uziemionym, w którym efekt ramowy cewek został uprzednio możliwie dokładnie usunięty. Można się łatwo przekonać, że odbiornik taki odbiera silniejsze stacje właśnie dzięki uziemieniu, gdyż przy odłączeniu uziemienia odbiór niknie. Prądy pasorzytnicze, wzbudzone w obwodach odbiornika naskutek efektu antenowego cewek, nie mogą być usunięte przez żadne ustawienie, ani żaden rodzaj cewek.

Prąd, wzbudzony naskutek efektu ramowego cewki, w obwodzie kondensatora, załączonego na tę cewkę, wyraża się w rachunku symbolicznym następującym wzorem:

$$\mathbf{I} = \frac{j\, h_r \mathbf{E} \,.\, \cos\Theta}{r + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}$$

gdzie: L spółczynnik samoindukcji cewki;
r opór cewki;
C pojemność kondensatora, załączonego na cewkę;
$\omega = 2\pi f$;
Θ kąt, jaki tworzy płaszczyzna uzwojeń cewki z płaszczyzną rozchodzenia się fali (z płaszczyzną polaryzacji fali);
E natężenie pola fali;
$h_r = \frac{2\pi n s}{\lambda}$ wysokość skuteczna cewki;
n ilość zwojów cewki;
s powierzchnia cewki;
λ długość fali.

Jak widać z powyższego wzoru, wpływ efektu ramowego cewki polega na tem, że w obwodzie cewki działa elektromotoryczna siła, proporcjonalna do natężenia pola fali i do cosinus kąta, jaki tworzy płaszczyzna uzwojeń cewki z płaszczyzną rozchodzenia się fali, przytem ta elektromotoryczna siła jest przesunięta w fazie względem natężenia pola fali o 90°.

Zbadamy teraz na czem polega z matematycznego punktu widzenia szkodliwy wpływ efektu antenowego cewki.

W tym celu wyprowadzimy wzór na prąd, wzbudzony naskutek efektu antenowego cewki, w obwodzie kondensatora, załączonego na tę cewkę.

Ponieważ jednak rozpatrywane zagadnienie jest dość delikatne i skomplikowane, wyprowadzimy przedewszystkiem pewien wzór pomocniczy. W tym celu rozpatrzymy obwód na rys. 3, składający się z samoindukcji i pojemności i zasilany prądem i_u w sposób, uwidoczniony na rysunku.

Wyznaczymy prąd i w funkcji prądu zasilającego i_u, uwzględniając, że oznaczone na rys. 3 zawady są związane między sobą następującemi zależnościami, wyrażonemi w rachunku symbolicznym:

$$\mathbf{z} = \mathbf{z}_1 + \mathbf{z}_2$$
$$\mathbf{z}_1 = \mathbf{z}_4 + \mathbf{z}_5 + 2\mathbf{z}_6$$

gdzie z_6 — opór indukcji wzajemnej.

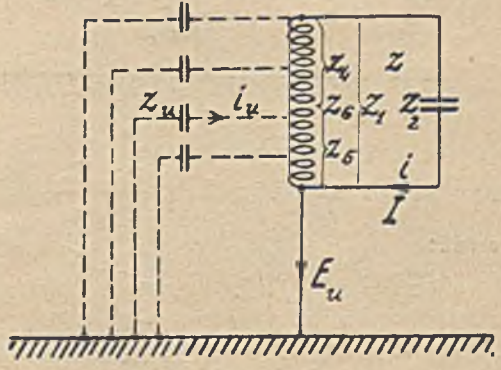
Na zasadzie równania Kirchhoffa dla obwodu zamkniętego można napisać:

$$\mathbf{i}\,(\mathbf{z}_2 + \mathbf{z}_4 + \mathbf{z}_6) - (\mathbf{i}_u - \mathbf{i})\,(\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6) = 0$$

skąd $\mathbf{i}\,(\mathbf{z}_2 + \mathbf{z}_4 + \mathbf{z}_5 + 2\mathbf{z}_6) = \mathbf{i}_u\,(\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6)$

czyli $\mathbf{i}\,\mathbf{z} = \mathbf{i}_u\,(\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6)$

skąd $\mathbf{i} = \frac{\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6}{\mathbf{z}}\,\mathbf{i}_u$



Rys. 4.

Rozpatrzymy teraz obwód na rys. 4, składający się z samoindukcji i pojemności i uziemiony asymetrycznie w sposób, uwidoczniony na rysunku.

Fala elektromagnetyczna wzbudza w przewodzie uziemiającym elektromotoryczną siłę E_u, która wywołuje prądy elementarne i_u, płynące

przez elementarne pojemności poszczególnych części obwodu względem ziemi.

Elementarne prądy i_u wywołują w obwodzie elementarne prądy i.

Stosując oznaczenia takie same, jak na rys. 3, i opierając się na wyprowadzonym wyżej wzorze, możemy napisać:

$$\mathbf{i} = \frac{\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6}{\mathbf{z}} \mathbf{i}_u$$

Ponieważ $\mathbf{i}_u \cong \frac{\mathbf{E}_u}{\mathbf{z}_u}$

gdzie z_u — opór pojemnościowy elementarnej pojemności, więc

$$\mathbf{i} \cong \frac{\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6}{\mathbf{z}} \cdot \frac{\mathbf{E}_u}{\mathbf{z}_u}.$$

Opierając się na zasadzie niezależności prądów, możemy napisać, że całkowity prąd I w obwodzie jest sumą prądów elementarnych i.

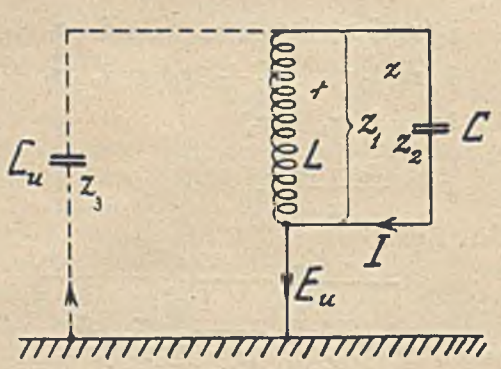
$$\mathbf{I} = \Sigma \mathbf{i} = \frac{\mathbf{E}_u}{\mathbf{z}} \sum \frac{\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6}{\mathbf{z}_u}$$

Możemy dalej oznaczyć:

$$\sum \frac{\mathbf{z}_5 + \mathbf{z}_6}{\mathbf{z}_u} = \frac{\mathbf{z}_1}{\mathbf{z}_3},$$

gdzie z_3 — opór pojemnościowy pewnej fikcyjnej pojemności C_u załączonej według rys. 5.

Układ na rys. 5 zastępuje więc układ na rys. 4.



Rys. 5.

Możemy zatem napisać: $\mathbf{I} = \frac{\mathbf{z}_1}{\mathbf{z}_3} \cdot \frac{\mathbf{E}_u}{\mathbf{z}}$.

Ponieważ:

$$\mathbf{z}_1 = r + j\omega L$$

$$\mathbf{z} = r + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

$$\mathbf{z}_3 = \frac{-j}{\omega C_u}$$

zatem w przybliżeniu:

$$\mathbf{I} \cong \frac{-\omega^2 L C_u}{r + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} \cdot \mathbf{E}_u$$

Oznaczając: $\omega^2 L C_u \mathbf{E}_u = h_s \mathbf{E}$

gdzie: E natężenie pola fali,
h_s spółczynnik proporcjonalności,

otrzymamy ostatecznie następujący przybliżony wzór na prąd, wzbudzony naskutek efektu antenowego cewki, w obwodzie kondensatora, załączonego na tę cewkę:

$$\mathbf{I} \cong \frac{-h_s \mathbf{E}}{r + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}.$$

Na podstawie kształtu powyższego wzoru można uważać spółczynnik h_s jako statyczną wysokość skuteczną cewki.

Spółczynnik h_s jest tem większy, im większa jest długość przewodu uziemiającego, im większa jest pojemność C_u, im większy jest spółczynnik samoindukcji cewki oraz, im krótsza jest fala.

Pojemnościowe oddziaływanie sąsiednich mas wpływa na zwiększenie spółczynnika h_s naskutek zwiększenia pojemności C_u.

Jak wynika z ostatniego wzoru, szkodliwy wpływ efektu antenowego cewki można przedstawić matematycznie w taki sposób, że w obwodzie cewki działa elektromotoryczna siła, proporcjonalna do natężenia pola fali. Przy oznaczaniu kierunku prądu I według rys. 5 ta elektromotoryczna siła jest przesunięta w fazie względem natężenia pola fali o 180°.

Porównanie wzorów na prądy w obwodzie kondensatora i cewki, wzbudzone naskutek efektu ramowego i efektu antenowego tej cewki, wskazuje, że rozpatrywane prądy są przesunięte w fazie względem siebie o 90°. Ta okoliczność ma duże praktyczne znaczenie i musi być brana pod uwagę w urządzeniach dla kierunkowego odbioru przy pomocy ram.

Statyczna wysokość skuteczna cewek odbiornika może być pomiarowo wyznaczona przez porównanie siły odbioru naskutek efektu ramowego cewki z siłą odbioru naskutek efektu antenowego tej samej cewki. Na podstawie takiego porównania można doświadczalnie wyznaczyć stosunek h_s do h_r a znając h_r z wymiarem geometrycznych cewki, można wyliczyć statyczną wysokość skuteczną h_s.

Jak wynika z przeprowadzonych przez autora pomiarów, przy cewkach asymetrycznie uziemionych w ten sposób, że uziemiony jest jeden z końców cewki, h_s jest zwykle większe od h_r. Dla zwykłych cewek komórkowych lub cylindrycznych w nieekranowanym uziemionym odbiorniku radjofonicznym h_s jest rzędu kilku centymetrów.

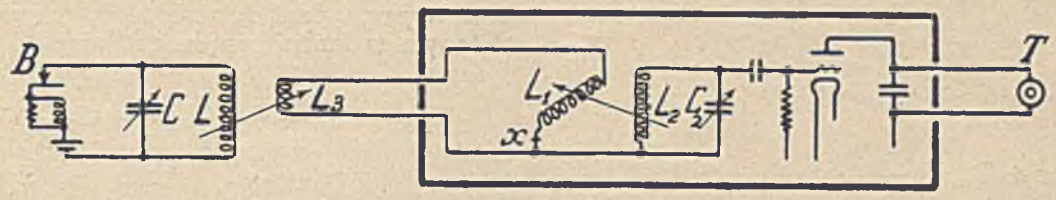
SPRZĘŻENIE INDUKCYJNO POJEMNOŚCIOWE

Dwie cewki, stanowiące sprzęgacz indukcyjny, nierozdzielone między sobą ekranem elektrostatycznym, są w rzeczywistości sprzęgnięte ze sobą w dwojaki sposób: indukcyjnie i pojemnościowo.

Wpływ tego sprzężenia pojemnościowego może być doświadczalnie wykazany i zbadany przy pomocy układu, przedstawionego na rys. 6.

Sprzęgacz indukcyjny, złożony z cewek L_1 i L_2 umieszczony jest w skrzyni ekranującej. Sprzęgacz urządzony jest w taki sposób, że umożliwia dokładną regulację słabego sprzężenia indukcyjnego cewek L_1 i L_2, zmianę znaku tego sprzężenia i małą pojemność wzajemną cewek L_1 i L_2.

Powyższa właściwość sprzężenia indukcyjno-pojemnościowego może być wykorzystana do eliminowania prądów o pewnych częstotliwościach. W praktyce okazuje się korzystne do tego celu urządzenie, które umożliwia regulację nietylko sprzężenia indukcyjnego, ale również i pojemnościowego. Chodzi tu o regulację bardzo słabego sprzężenia pojemnościowego. Regulacja taka zapewnia bardzo dokładną kompensację i może być osiągnięta, jeżeli w punkcie, oznaczonym na rys. 6 przez x, włączyć w szereg z cewką L_1 dodatkowy kondensator o zmiennej pojemności. Regulacja obu sprzężeń, indukcyjnego i pojemnościowego, umożliwia dokładniejszą kompensację, niż regulacja tylko sprzężenia indukcyjnego.



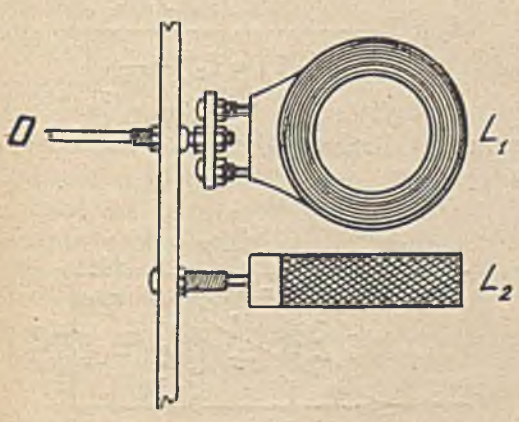
Rys. 6.

Konstrukcja sprzęgacza pokazana jest na rys. 7. Cewka L_1 może obracać się naokoło osi O, cewka L_2 jest nieruchoma.

Cewka L_1 zasilana jest prądem szybkozmiennym z obwodu LC za pośrednictwem cewki L_3. Obwód LC pobudzany jest do drgań przy pomocy brzęczyka B. W ten sposób częstotliwość prądu szybkozmiennego, płynącego przez cewkę L_1 może być zmieniana przy pomocy zmiennego kondensatora C.

Cewka L_2 i kondensator C_2 załączone są w obwodzie siatki lempy detektorowej.

Dźwięk brzęczyka B można obserwować w słuchawce telefonicznej T. Jeżeli zmieniać sprzężenie indukcyjne cewek L_1 i L_2 przez obracanie cewki L_1 naokoło osi O, to natrafia się na takie położenie cewki L_1, przy którem dźwięk brzęczyka w słuchawce niknie. Okazuje się przytem, że to położenie cewki L_1 nie odpowiada prostopadłości osi uzwojeń cewek L_1 i L_2. Można również stwierdzić, iż zależy ono od częstotliwości prądu szybkozmiennego, płynącego przez cewkę L_1. Każdej częstotliwości prądu, jaką możemy ustalić przy pomocy kondensatora C, odpowiada inne położenie cewki L_1 względem cewki L_2, przy którem zanika w słuchawce dźwięk brzęczyka.



Rys. 7.

Zachodzi tu wyraźnie kompensacja oddziaływania indukcyjnego cewek L_1 i L_2 z ich oddziaływaniem pojemnościowem. Danemu ustawieniu cewki L_1 odpowiada tylko jedna ściśle określona częstotliwość prądu, który nie przedostaje się z obwodu $L_1 L_3$ do obwodu $L_2 C_2$; prądy o wszystkich innych częstotliwościach przenikają do obwodu $L_2 C_2$.

Właściwość sprzężenia indukcyjno-pojemnościowego tłumaczy się teoretycznie w następujący sposób.

Rozpatrzymy przedewszystkiem zasadniczy układ sprzężenia indukcyjno-pojemnościowego, który jest przedstawiony na rys. 8.

Pojemność skupiona C zastępuje tu pojemność rozłożoną, występującą pomiędzy cewkami L_1 i L_2, co można udowodnić przy pomocy analogicznych rozważań, jak w rozdziale poprzednim.

Stosując rachunek symboliczny, możemy napisać:

$$z_1 = r_1 + j\omega L_1$$

$$z_3 = r_2 + j\omega L_2$$

$$z_4 = \frac{-j}{\omega C_2}$$

$$z_2 = z_3 + z_4 = r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)$$

$$z_6 = \frac{-j}{\omega C}$$

$z_5 = j\omega M$ gdzie M jest liczbą dodatnią lub ujemną.

Jeżeli sprzężenie M jest liczbą dodatnią, oznacza to, że prądy I_1 oraz I_2 o kierunkach, założonych, jak na rys. 8, wywołują w cewkach L_1 oraz L_2 zgodne pole magnetyczne. Jeżeli natomiast sprzężenie M jest liczbą ujemną, oznacza to, że prądy I_1 oraz I_2 o kierunkach, założonych, jak na rys. 8, wywołują w cewkach L_1 oraz L_2 odwrotne pole magnetyczne.

Wyznaczymy prąd I_2 w funkcji prądu zasilającego I_1 w założeniu, że oba sprzężenia, indukcyjne i pojemnościowe, są bardzo słabe, to znaczy, że M i C są wielkościami bardzo małemi.

Jeżeli M i C są wielkościami dostatecznie małemi, możemy zastosować do obliczeń z wystarczającem praktycznie przybliżeniem zasadę niezależ-

ności prądów, to znaczy traktować prąd I_2 jako sumę prądu I'_2, powstałego naskutek indukcyjnego sprzężenia obwodów, oraz prądu I''_2, powstałego naskutek pojemnościowego sprzężenia obwodów.

Wyznaczymy przedewszystkiem prąd $\mathbf{I}_2'$:

$$\mathbf{I}_2' = \frac{-\mathbf{I}_1 \mathbf{z}_5}{\mathbf{z}_3 + \mathbf{z}_4} = -\mathbf{I}_1 \frac{\mathbf{z}_5}{\mathbf{z}_2}$$

Wyznaczymy zkolei prąd $\mathbf{I}_2''$:

Ponieważ $\mathbf{I} \cong \mathbf{I}_1 \frac{\mathbf{z}_1}{\mathbf{z}_6}$

więc $$\mathbf{I}_2'' = \frac{\mathbf{I} \frac{\mathbf{z}_3 \cdot \mathbf{z}_4}{\mathbf{z}_3 + \mathbf{z}_4}}{\mathbf{z}_4} \cong \mathbf{I}_1 \frac{\mathbf{z}_1}{\mathbf{z}_6} \cdot \frac{\mathbf{z}_3}{\mathbf{z}_2}.$$

Prąd wypadkowy:

$$\mathbf{I}_2 = \mathbf{I}_2' + \mathbf{I}_2'' \cong \mathbf{I}_1 \frac{-1}{\mathbf{z}_2} \left[\mathbf{z}_5 - \frac{\mathbf{z}_1 \mathbf{z}_3}{\mathbf{z}_6} \right]$$

Podstawiając wartości $\mathbf{z}_1$, $\mathbf{z}_2$, $\mathbf{z}_3$, $\mathbf{z}_5$, $\mathbf{z}_6$, możemy dalej w przybliżeniu napisać:

$$\mathbf{I}_2 = \mathbf{I}_1 \frac{-1\,\omega\,[M + \omega^2 L_1 L_2 C]}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)}.$$

Z otrzymanego wzoru wynika, że prąd I_2 może być równy zeru, jeżeli M jest liczbą ujemną, odpowiednio dobraną. Przy kompensacji więc prądy I_1 i I_2 o kierunkach założonych, jak na rys. 8, wywołują w cewkach L_1 i L_2 odwrotne pole magnetyczne.

Warunek kompensacji indukcyjno-pojemnościowej układu na rys. 8 wyraża się następującym wzorem:

$$M = -\omega^2 L_1 L_2 C$$

Jak widać, sprzężenie indukcyjne M, odpowiadające warunkowi kompensacji, zależy od częstotliwości prądu.

Rozpatrzymy teraz zkolei udoskonalony układ sprzężenia indukcyjno-pojemnościowego, który jest przedstawiony na rys. 9.

Różnica między tym układem, a układem poprzednim, według rys. 8, polega na wprowadzeniu do układu na rys. 9 dodatkowego zmiennego kondensatora C_1, przez co układ na rys. 9 posiada regulację nietylko sprzężenia indukcyjnego, ale i pojemnościowego.

Pojemności skupione C i C' zastępują tu pojemność rozłożoną, występującą pomiędzy cewkami L_1 i L_2, co można udowodnić przy pomocy analogicznych rozważań, jak w rozdziale poprzednim.

Oznaczenia zawad na rys. 9 są takie same, jak na rys. 8, z wyjątkiem zawady z_1 która wyraża się według rys. 9 następującym wzorem:

$$\mathbf{z}_1 = r_1 + j\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right)$$

Pozatem: $$\mathbf{z}_8 = \frac{-j}{\omega C_1}$$

$$\mathbf{z}_7 = \frac{-j}{\omega C'}$$

Rozumując, jak w poprzednim wypadku, możemy wyrazić prąd I_2 następującym wzorem przybliżonym w funkcji prądu zasilającego I_1:

$$\mathbf{I}_2 = -\mathbf{I}_1 \frac{\mathbf{z}_5}{\mathbf{z}_2} + \mathbf{I}_1 \frac{\mathbf{z}_1}{\mathbf{z}_6} \cdot \frac{\mathbf{z}_3}{\mathbf{z}_2} + \mathbf{I}_1 \frac{\mathbf{z}_8}{\mathbf{z}_7} \cdot \frac{\mathbf{z}_3}{\mathbf{z}_2} =$$

$$= \mathbf{I}_1 \frac{-1}{\mathbf{z}_2} \left[\mathbf{z}_5 - \frac{\mathbf{z}_1 \mathbf{z}_3}{\mathbf{z}_6} - \frac{\mathbf{z}_8 \mathbf{z}_3}{\mathbf{z}_7} \right].$$

Pozostawiając wartości $\mathbf{z}_1$, $\mathbf{z}_2$, $\mathbf{z}_3$, $\mathbf{z}_5$, $\mathbf{z}_6$, $\mathbf{z}_7$, $\mathbf{z}_8$, możemy dalej w przybliżeniu napisać:

$$\mathbf{I}_2 = \mathbf{I}_1 \frac{-j\omega \left[M - \frac{C + C'}{C_1} L_2 + \omega^2 L_1 L_1 C \right]}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)}$$

Z powyższego wzoru wynika, że warunek kompensacji indukcyjno-pojemnościowej układu na rys. 9, czyli warunek $I_2 = 0$, wyraża się następującym przybliżonym wzorem:

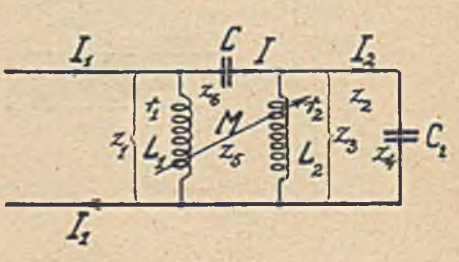
$$M = \frac{C + C'}{C_1} L_2 - \omega^2 L_1 L_2 C.$$

Jak widać, sprzężenie indukcyjne M, odpowiadające warunkowi kompensacji, zależy tu nietylko od częstotliwości prądu, ale również i od pojemności kondensatora C_1.

Otrzymane wzory na prąd I_2 przy sprzężeniach indukcyjno-pojemnościowych według rys. 8 i 9 mogą być uogólnione i wyrażone następującym wzorem:

$$\mathbf{I}_2 = \mathbf{I}_1 \frac{-j\omega m}{r_2 + 1\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)}$$

gdzie m jest liczbą dodatnią, ujemną lub równą zeru.



Rys. 8.

Spółczynnik m jest tutaj funkcją częstotliwości, podczas kiedy przy sprzężeniu tylko indukcyjnem zamiast m figurowałby spółczynnik indukcji wzajemnej M, który jest niezależny od częstotliwości.

Dla układu według rys. 8:

$$m = M + \omega^2 L_1 L_2 C$$

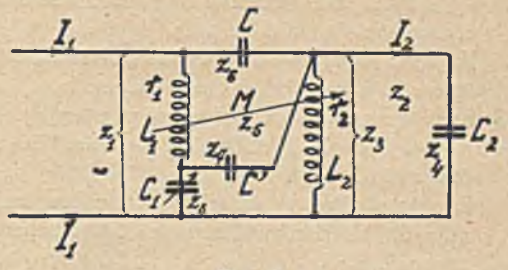
Dla układu według rys. 9:

$$m = M - \frac{C + C'}{C_1} L_2 + \omega^2 L_1 L_2 C.$$

Spółczynnik m charakteryzuje sprzężenie indukcyjno-pojemnościowe tak, jak spółczynnik indukcji wzajemnej M charakteryzuje sprzężenie indukcyjne.

Z otrzymanych wzorów wynika, że prądy, wywołane naskutek słabego sprzężenia indukcyjnego, są bądź w fazie z prądami, wywołanemi naskutek słabego sprzężenia pojemnościowego, bądź też są przesunięte w fazie względem tych ostatnich o 180°.

Zastosowanie sprzężeń indukcyjno-pojemnościowych do usuwania prądów pasorzytniczych



Rys. 9.

w odbiornikach będzie omówione w następnych rozdziałach.

(Dalszy ciąg nastąpi).

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

GENERATOR MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI Z WOLTOMIERZEM LAMPOWYM DLA BADANIA OBWODÓW MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI.

(Marconi-Review Nr. 18 — C. G. Kemp.)

W technice telefonicznej zasadniczą rzeczą jest możność określenia właściwości transmisyjnych linij telefonicznych. Inżynier pracujący z aparatami radjotelefonicznymi spotyka problematy podobne jak przy budowie linij telefonicznych.

Dla zrealizowania elektrycznego przekazania mowy należy mieć możność badania i mierzenia całego szeregu danych elektrycznych i akustycznych. Dla dobrego przekazania mowy niezbędnem jest przesłanie widma tonów o drganiach 500 do 3 000 okresów na sekundę. Dla przesłania bez zniekształceń muzyki niezbędnem jest przekazanie drgań o zakresie 30 — 10 000 okresów na sekundę, a zatem technika przekazywania muzyki jest znacznie trudniejszą niż technika przekazania mowy.

W celu zdejmowania charakterystyk w funkcji częstotliwości różnych aparatów przeznaczonych dla przekazywania mowy lub muzyki niezbędne są dwa instrumenty:

1) Generator małej częstotliwości dający jednakową moc na stałej zawadzie w całym zakresie fal akustycznych.

2) Czuły przyrząd dający możność mierzenia w zakresie akustycznym wzmocnienia lub tłumienia sprawdzanych aparatów (w jednostkach tłumienia t. j. w Decibelach).

Wydział Poszukiwań Towarzystwa Marconiego skonstruował tego rodzaju przyrządy, przyczem pierwszy znanym jest pod nazwą „Generator tonów", drugi pod nazwą „Woltomierz lampowy".

Generator tonów wytwarza drgania o czystym kształcie sinusoidalnym o mocy maks. 30 milliwatów na oporze 600 omów przy częstotliwościach od 20 do 10 000 okresów na sekundę. Moc wyjściowa może być regulowana skokami (co ¼ db.) do maksymalnego tłumienia 40 db. (t. j. stosunek 1 : 100). Dla regulacji mocy wyjściowej służą specjalne skrzynki oporowe cechowane w decibelach.

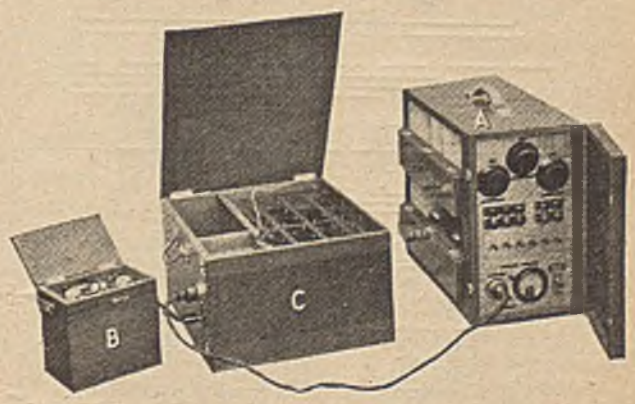
Woltomierz lampowy składa się z przyrządu pomiarowego (milliamperomierza) w znanym układzie woltomierza lampowego oraz heterodyny wytwarzającej drgania o częstotliwości 1000 okresów na sekundę o czystym kształcie sinusoidalnym wraz ze skrzynką tłumienia 40 db. regulowaną co ¼ db.

Konstrukcja.

Obydwa przyrządy mogą być wykonane albo 1) w wykonaniu przenośnym, lub też 2) w wykonaniu tablicowym.

Typy przenośne (rys. 1) zmontowane są w skrzyniach drewnianych ekranowanych i posiadają z boku rączki dla łatwego przenoszenia. Baterje akumulatorowe dla żarzenia oraz baterje anodowe również umieszczone są w skrzynkach drewnianych.

Dla połączenia aparatury z baterjami służą giętkie przewody ekranowane płaszczem metalowym i zakończone odpowiedniemi wtyczkami.



Rys. 1.
A — generator tonów; B — Baterja żarzenia; C — Baterja anodowa.

Oczywiście możliwem jest stosowanie odpowiednich prostowników zamiast baterji żarzenia i bateryj anodowych.

W typach tablicowych poszczególne części aparatury są zmontowane na konstrukcji żelaznej (ramie) w osobnych skrzynkach.

Zalety generatora tonów systemu Marconi'ego.

Generator tonów posiada następujące zalety:

1) Wyjściowa fala generatora posiada kształt czystej niezniekształconej sinusoidy.
2) Napięcie wyjściowe na stałej zawadzie dla całego zakresu fal jest stałe i nie zmienia się.
3) Aparat może dawać maksymalną energję wyjściową o mocy około 20 miliwatów w obwodzie o oporze 600 omów.
4) Energja wyjściowa może być zmienianą za pomocą skrzynki tłumienia od zera do 40 decibelów (skokami co ¼ db.).
5) Częstotliwość generatora jest niezależną od lamp i normalnych zmian temperatury lub też niewielkich zmian w napięciu bateryj.
6) W obwodzie wyjściowym wszelkie składowe wielkiej częstotliwości są całkowicie wyeliminowane.

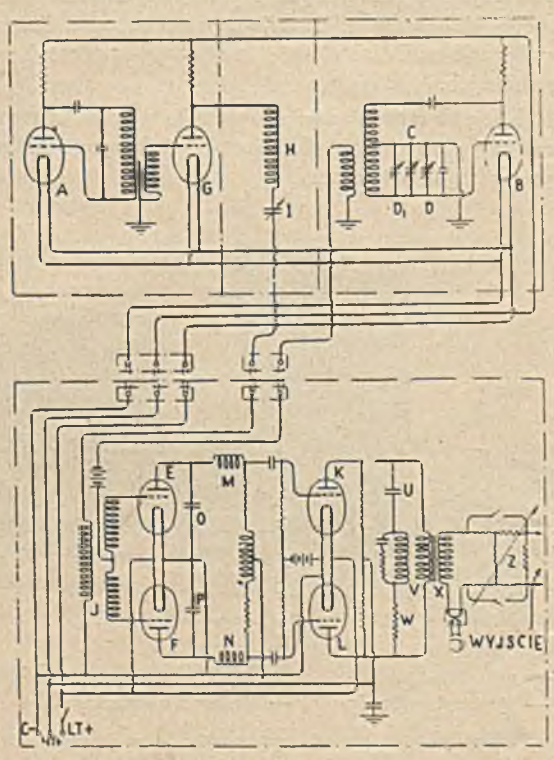
Zastosowane generatora tonów.

Generator tonów może być z powodzeniem użyty do następujących celów:

1) Dla mierzenia stałości modulacji nadajników radjowych w zakresie częstotliwości słyszalnych.
2) Dla zdejmowania charakterystyk międzylampowych transformatorów małej częstotliwości, transformatorów telefonicznych, głośników i t. d.
3) Dla pomiarów samoindukcji, pojemności cos φ i t. p. gdzie niezbędnem jest źródło prądów zmiennych o czystej sinusoidzie.

Opis techniczny.

Jak widać na schemacie (rys. 2) generator tonów składa się z 2 osobnych generatorów wielkiej częstotliwości



Rys. 2.

A i B. Pierwszy z nich (A) posiada częstotliwość stałą, natomiast częstotliwość drugiego może być zmienianą za pomocą kondensatorów C i D.

Dudnienia obydwuch generatorów A i B po przejściu przez detektory E i F dają częstotliwości akustyczne, które mogą być regulowane od 20 do 10 000 okresów na sekundę. Obydwa detektory działają w układzie detekcji anodowej.

Oscylator B działa na lampy detektorowe E i F bezpośrednio, natomiast oscylator A działa na lampy detektorowe przez specjalną lampę sprzęgającą G i specjalny obwód HIJ dla wyeliminowania harmonicznych.

Dudnienia obydwuch oscylatorów po przejściu przez detektory E i F zostają wzmocnione przez jeden stopień małej częstotliwości K i L.

Dwa dławiki M i N i kondensatory blokowe O i P służą dla zablokowania prądów wielkiej częstotliwości i niedopuszczenia ich do lamp następnych.

Energję wyjściową doprowadza się do skrzynki oporowej 600 omów przez właściwy transformator X.

Obwód wyrównawczy URW stosuje się dla skompensowania nieprostolinijnej charakterystyki transformatora X.

Szeregowo z oporem Z i wtórnem uzwojeniem transformatora X załącza się mikroamperomierz do —100 mikroamperów typu termoelektrycznego. Przyrząd ten służy dla kontroli stałości energji wyjściowej w zależności od poszczególnych częstotliwości oraz dla regulacji zerowej t. j. przy dudnieniach zero.

Jak już wyżej wspomniano moc wyjściowa generatora tonów wynosi 20 milliwatów. Skrzynka oporowa Z służy dla regulacji mocy wyjściowej w granicach 0 — 40 db. Skrzynka ta składa się z 8 jednostek, z których każda może być włączoną lub wyłączoną za pomocą przełączników Kelloga. Same opory składają się z uzwojeń bezindukcyjnie nawiniętych z drutu oporowego na cewkach ebonitowych.

Jak widzimy na rys. 2 zmienny oscylator B posiada 3 zmienne kondensatory C, D i D_1. Kondensator D_1 służy dla naregulowania tak zwanych dudnień zerowych. Regulacja tego rodzaju polega na następującej czynności:

Po-pierwsze, ustawia się na zero kondensatory C i D a następnie obraca się gałkę kondensatora D_1 dopóty dopóki millioamperomierz nie wskaże zera.

Po uskutecznieniu powyższego zapomocą kondensatorów C i D generator może być ustawionym dokładnie na żądane częstotliwości według krzywych cechowania.

Lampy i zużycie prądu.

Do generatora tonów należy stosować 2 lampy HL 610 (oscylatory) 1 lampę HL 610 dla lampy sprzęgającej, 2 lampy HL 610 dla detekcji i 2 lampy DDEP 610 dla wzmacniacza małej częstotliwości. Przy 6 woltach napięcia, całkowity prąd żarzenia wynosi 0,7 ampera. Napięcie anodowe winno wynosić 200 woltów.

Woltomierz lampowy.

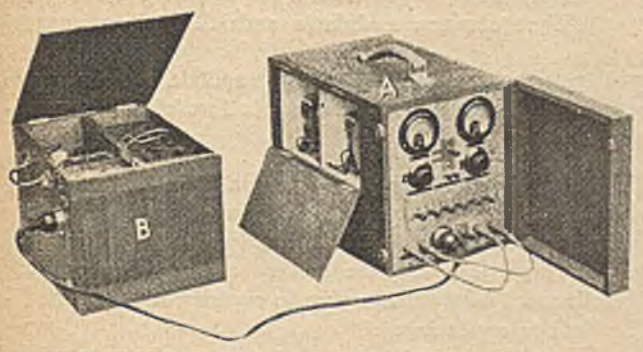
Woltomierz lampowy może być użytym do następujących celów:

1) Dla pomiaru energji wyjściowej z linji telefonicznej
2) Dla pomiaru tłumienia linji przy wiadomej częstotliwości akustycznej.
3) Dla pomiaru wzmocnienia amplifikatorów małej częstotliwości.
4) Dla pomiaru tłumienia filtrów przy wiadomej częstotliwości.
5) Dla regulacji obwodów modulacyjnych w nadajniku telefonicznym.
6) Dla kontroli sprawności linji.

Przy użyciu woltomierza lampowego w połączeniu z generatorem tonów powyższe pomiary mogą być uskutecznione przy wszystkich częstotliwościach słyszalnych.

W ten sposób generator tonów w połączeniu z woltomierzem lampowym daje możność wszechstronnego wypróbowania (względnie dokonania pomiarów):

1) Systemów linjowych.
2) Wzmacniaczy małych częstotliwości.
3) Filtrów małej częstotliwości.
4) Samoindukcji, pojemności oraz wszelkich obwodów złożonych.



Rys. 3.
A — Woltomierz lampowy; B — Baterje niskiego i wysokiego napięcia.

Konstrukcja.

Woltomierz lampy składa się ze wzmacniacza małej częstotliwości oraz detektorów. Obwód wejściowy urządzony jest w ten sposób, że posiada bardzo duży opór nie oddziaływując w ten sposób zupełnie na układ, którego dane chcemy mierzyć. Obwód wejściowy posiada ściśle tę samą amplifikację w zakresie częstotliwości słyszalnych 40 — 10 000 okresów. W obwodzie anodowym detektorów znajduje się czuły miliamperomierz.

Pozatem do zespołu należy generator 1000 okresowy, który służy albo dla cechowania woltomierza, lub też w celu przekazywania energji na linję. Energja ta może osiągać 10 decibelów ponad poziom zerowy lub też być odpowiednio zmniejszoną za pomocą skrzynki oporowej dającej tłumienie 40 decibelów.

sób energja pobierana przez woltomierz jest minimalną. Do wtórnego uzwojenia transformatora załączony jest obwód wyrównawczy D, E, F w celu zapewnienia równomierności pomiarów w całym zakresie akustycznych częstotliwości 40 — 10 000 okresów.

Obwód wyrównawczy DEF połączony jest z jednostopniowym wzmacniaczem GH, który działa na detektory K i L. W obwodzie anodowym załączony jest przyrząd pomiarowy o 60 podziałkach i o podziałce „40" oznaczoną czerwoną kreską. Podziałka ta, odpowiada poziomowi zerowemu. Napięcia siatkowe lamp detektorowych mogą być regulowane zapomocą potencjometru R.

Energja generatora N może być regulowaną za pomocą oporu żarzenia. Z oscylatorem N sprzężony jest obwód rezonansowy O składający się z samoindukcji, pojemności, termicznego milliamperomierza oraz oporu 600 omowego połączonych szeregowo. Opór 600 omów posiada odgałęzienie 15,5 omów i wyłącznik zmieniający pozostałą część oporu.

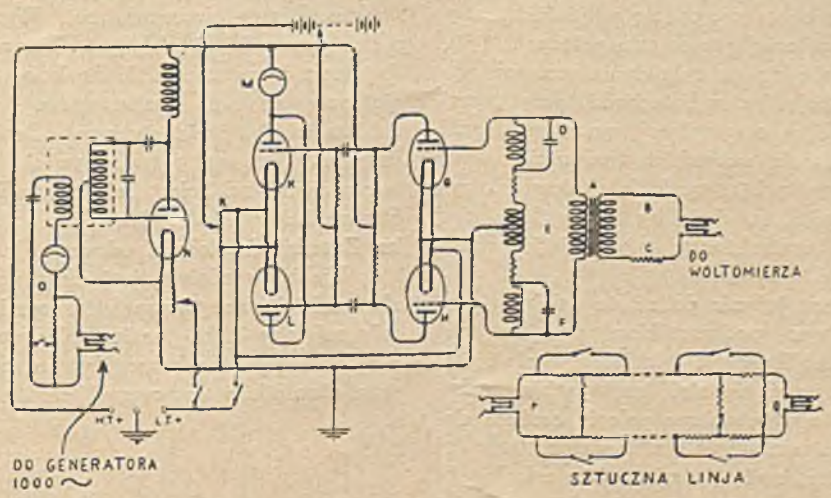
W pozycji „test" (próba) wyłącznik ten zwiera większą część oporu i generator pracuje wtedy przez obwód rezonansowy z oporem 15,5 omów.

Cechowanie woltomierza lampowego.

Woltomierz cechuje się normalnie na energję 1 miliwata przy obciążeniu 600 omów, (poziom zerowy) t. j. 0,775 wolta przy 1,229 miliamperach na oporze 600 omów. Podobnie mały prąd nie może być zmierzony bezpośrednio; z tego powodu z początku uzyskuje się to samo napięcie przy prądzie 50 milliamp. i 15,5 omach. W celu osiągnięcia tego generator tysiąc - okresowy włączamy na pozycję „test" i jego moc regulujemy na 50 milliamp. Gniazdo oznaczone napisem „voltmeter input" (do woltomierza) łączymy z gniazdem oznaczonem „generator output" (do generatora) i napięcie siatek regulujemy dopóty, dopóki galwanometr nie stanie na podziałce 40 t. j. 0,775 woltów.

Regulowanie generatora dla dostarczania poziomu zerowego na oporze 600 omów.

Z początku reguluje się oscylator na minimum energji i połączenie ustawia się na „Generator output". Natenczas



Rys. 4.

Na rys. 3 widzimy fotografję skrzynki z woltomierzem oraz drugą skrzynkę dla bateryj.

Opis techniczny.

Jak widać na rys. 4 szeregowo z transformatorem załączone są 2 opory po 3 000 omów każdy (B i C). W ten spo-

reguluje się moc dopóty woltomierz lampowy nie okaże znowu podziałki 40. Jeżeli teraz włączymy generator na linję, to energja wejściowa linji będzie miała poziom zerowy. Jeżeli chcemy w linję wpuścić mniejszą energję niż poziom zerowy np. mniej 5db. natenczas musimy włączyć odpowiedni opór.

W celu transmisji większej niż poziom zerowy należy

najwpierw odregulować woltomierz na poziom zerowy. Generator następnie reguluje się tak, żeby dawał poziom zerowy na oporze 600 omów.

Następnie włączamy sztuczną linję pomiędzy woltomierzem lampowym i generatorem, włączamy odpowiednią ilość żądanych ponad poziom zerowy decibeli i regulujemy generator, ażebyśmy znowu mieli na woltomierzu poziom zerowy. Natenczas generator odłączamy od oporu i włączamy na linję. Energja przesyłana w linję będzie równą wyżej wspomnianym decibelom ponad poziom zerowy.

Pomiar mocy pobieranej z linji.

W tym celu reguluje się woltomierz na pozoiom zerowy przy 40 stoponiach, włącza się sztuczną linję wraz z oporem końcowym między woltomierzem i linją i reguluje się sztuczną linję w ten sposób ażeby woltomierz pokrywał 40 stopni. Liczba decibeli pozostawionych w linji przedstawia moc w decibelach ponad poziom zerowy.

Jeżeli woltomierz nie pokazuje poziomu zerowego, gdy wszystkie opory (decibele) zostały włączone, znaczy to, że wchodząca energja jest mniejszą, niż 1 miliwat i pomiar uskuteczniamy wtedy w sposób następujący:

Otrzymaną energję mierzymy na woltomierzu, odnotowując z podziałki (np. 10 stopni). Następnie odreguluwujemy generator lokalny żeby dawał poziom zerowy przy 600 omach, włączamy sztuczną linję między generatorem i woltomierzem lampowym (wraz z oporem końcowym) i dobieramy opory w ten sposób ażeby znowu otrzymać to samo na galwanometrze jak i przedtem. Liczba decibeli pozostałych w skrzynce oporowej równa się decibelom poniżej poziomu zerowego.

W podobny sposób może być mierzone:

1) Tłumienie linji przy pewnej określonej częstotliwości,
2) Wzmocnienie wzmacniacza małej częstotliwości przy jednej częstotliwości lub też może być:
3) Wyregulowana modulacja nadajnika telefonicznego.

Użycie woltomierza lampowego wspólnie z generatorem tonów. Zdjęcie charakterystyki częstotliwości linji przewodowej.

Do tego celu używa się generatora tonów z jednej strony linji. Za pomocą woltomierza lampowego reguluje się moc generatora na linję do pewnej żądanej wielkości i mierzy się tłumienie linji po koleji dla całego szeregu akustycznych częstotliwości. W wyniku wykreśla się krzywą tłumienia linji w funkcji częstotliwości.

W podobny sposób może być zdjęta **charakterystyka wzmocnenia wzmacniacza małej częstotliwości.**

Za pomocą generatora tonów i woltomierza lampowego można bardzo dokładnie zdejmować krzywe filtrów małej **częstotliwości.**

(zreferował **J. Plebański.**)

BIBLJOGRAFJA.

Pierre David. Manuel de réception radioelectrique, Masson et Cie, Editeurs, Paris, 1930, str. VII i 308, rys. 150. Cena 36 fr. franc.

P. Pierre David znany już jest w literaturze jako poważny pracownik naukowy, poświęcający się pewnym zamkniętym problemom, jak filtry elektryczne, superreakcja i t. d. Tu występuje on poraz pierwszy z pracą obejmującą pewną całość bardzo obszerną: odbiór radjoelektryczny. Dzieło charakteryzuje najlepiej przedmowa autora:

„Praca niniejsza nie ma na celu dania szerszej publiczności „wstępnych pojęć" z radjotechniki, przy pomocy dużego aparatu analogij o wątpliwej wartości i przy systematycznem obchodzeniu wszystkich trudności.

„Zwraca się ona do tych wszystkich, którzy już posiadają pewne wiadomości, a chcieliby je pogłębić, jak amatorowie, zwłaszcza konstruktorzy; studenci; inżynierowie nie specjaliści i t. d."

Do słów tych można jedynie dodać, że dzieło p. David'a jest pierwszorzędnym podręcznikiem podstaw naukowych odbioru, i to nietylko radjo - fonicznego, ale i telegraficznego. Pomimo, że ujęcie stoi na wysokim poziomie, książkę tę można równie dobrze polecić osobom słabo przygotowanym matematycznie, a to dzięki temu, że ustępy trudniejsze, które można pominąć bez szkody dla ciągłości myśli, drukowane są petitem.

„Manuel" składa się z następujących rozdziałów: 1. Fale elektromagnetyczne. Ich istota. Cechy. Rozchodzenie się. 2. Obwody odbiorcze. S E M indukowane. Anteny. Ramy. Anteny kierunkowe. Oddziaływanie wzajemne. 3. Wydzielanie znaków — selekcja. Granice teoretyczne. Wykonanie praktyczne. Obwód rezonansowy prosty. Układy selektywne złożone. Antiparazyty. 4. Wzmocnienie bezpośrednie. Lampy wzmacniające. Wzmocnienie napięciowe: różne przypadki i układy. .Wzmocnienie energetyczne. Regulacja wzmocnienia. 5. Reakcja. Jej obliczenie. Różne możliwe sprzężenia. Zastosowanie i usuwanie. 6. Detekcja. Jej zasada. Detekcja stykowa. Detekcja lampowa. Różne układy. 7. Zmiana częstotliwości. Jej zalety: detekcja, wzmocnienie, selekcja. Jej wady. Wykonanie praktyczne. Superreakcja. Zasada. Cechy. 7. Wybór i budowa odbiornika. Zagadnienie dobroci odtwarzania.

Ujęcie zagadnień jest może nieco encyklopedyczne, ale bardziej szczegółowe opracowanie tak bogatego materjału zajęłoby kilka tomów. Zresztą kto pragnie poznać gruntowniej pewne szczegóły, ten znajdzie w książce bogate odnośniki z najnowszej literatury.

K. Krulisz.

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny", spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

Sp. Akc. Zakł. Graf. „Drukarnia Polska, Warszawa, Szpitalna 12.