

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok VII.

1 Sierpnia 1929 r.

Zeszyt 15—16

Redaktor por. STEFAN JASIŃSKI.

Warszawa, Marszałkowska 33 m. 11, tel. 140-45

S O M M A I R E.

Le rendement de deux circuits couplés accordés (à suivre) par Casimir Krulisz, ing. él. L'auteur démontre que dans les cas de deux circuits couplés rigoureusement accordés il y a une valeur limite de rendement qui ne peut pas être dépassée, même si l'induction mutuelle était infiniment grande. Cette valeur limite croît avec le rapport σ_2/σ_1 si σ_1 et σ_2 sont les coefficients de surtension respectifs des deux circuits. Le rendement peut être sensiblement amélioré quand les deux circuits sont légèrement désaccordés l'un par rapport à l'autre.

Un modèle électrique du coeur et la théorie des oscillations de relaxation par S. Resenfeld ing. E. S. E. L'auteur passe en revue les théories des oscillations: sinusoidales et de relaxation. Puis il présente un système électrique capable de produire des oscillations de relaxation d'après Van der Pol. Ce système, alimenté par une pile, se compose d'un tube à néon, un condensateur et une résistance. Le modèle électrique du coeur de Van der Pol est basé sur ce principe et possède 3 systèmes de relaxation, qui représentent respectivement: le sinus, l'oreillette et le ventricule.

Revue documentaire, Bulletin.

SPRAWNOŚĆ DWU NASTRAJANYCH OBWODÓW SPRZEŻONYCH¹⁾

Mjr. Inż. Kazimierz Krulisz.

W budowie nadawczych stacji lampowych bardzo doniosłym zagadnieniem jest racjonalne zaprojektowanie sprzężenia między obwodem zamkniętym, a obwodem anteny, od niego bowiem zależy wykorzystanie energii dostarczanej przez ostatni stopień generatora. Zagadnienie to, napozór proste, zasługuje jednak na szczegółowe rozpatrzenie, ze względu na skomplikowane zjawiska rozstrajania się obu obwodów z chwilą sprzęgnięcia ich z sobą.

Sprawność układu sprzężonego daje nam wzór ogólny

$$\eta = \frac{P_2}{P_1 + P_2} = \frac{I_2^2 R_2}{I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2} = \frac{R_2}{R_2 + \frac{I_1^2}{I_2^2} R_1} \quad (1)$$

jeżeli przez P_1 , oznaczamy moc straconej w obwodzie pierwotnym.

Jeżeli w równaniu powyższe wprowadzimy przekładnię prądową dwu obwodów sprzężonych, która wyraża się znaną zależnością (patrz dodatek)

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\omega M}{Z_2} \quad (2)$$

przyjmie ona postać

$$\eta = \frac{R_2}{R_2 + \frac{Z_2^2}{\omega^2 M^2} R_1} \quad (1a)$$

Z równania (1a) obliczyć możemy współczynnik indukcji wzajemnej niezbędny dla osiągnięcia żądanej sprawności

$$M = \frac{Z_2}{\omega} \sqrt{\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{\eta}{1-\eta}} \quad (3)$$

Wzór (3) posiada znaczenie ogólne i stosuje się do dwóch obwodów sprzężonych indukcyjnie, dowolnych typów, a więc tem samem i do przypadku, gdy oba obwody mogą być dostrajane do rezonansu. Przypadek ten, jako szczególnie nas obchodzący, rozpatrzmy w dalszym ciągu szczegółowo (rys. 1).

Mając możność nastrojenia całego układu do rezonansu z częstotliwością zasilającą, dąży się oczywiście zawsze do urzeczywistnienia tych najkorzystniejszych warunków pracy.

Jeżeli pod rezonansem rozumiemy bezindukcyjne obciążenie źródła prądu, to dla układu sprzężonego wyrazi się on równością

$$X_1 = X_1 - \frac{\omega^2 M^2}{Z_2^2} X_2 = 0 \quad (4)$$

w której X_1 oznacza równoważną oporność urojoną całego układu, odniesioną do układu pierwotnego. Rozwiązanie równ. (4) daje nam częstotliwości rezonansowe układu sprzężonego (patrz dodatek):

$$\omega_r = \omega_2 \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 + \sqrt{\left(1 - \frac{\omega_2^2}{\omega_1^2}\right) + 4 \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot k^2}}{2 \left(\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} - \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot k^2\right)}} \quad (5)$$

jeżeli $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$ = częstotliwość rezonansowa obwodu pierwotnego

¹⁾ Odczyt wygłoszony na posiedzeniu Stow. Radjotechn. Polskich dnia 17 kwietnia 1929 r.

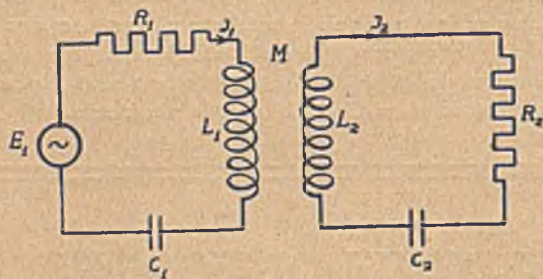
$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}}$ = częstotliwość rezonansowa obwodu wtórnego

$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ = współczynnik sprzężności.

Jeżeli oba obwody są dostrojone do tej samej częstotliwości, czyli $\omega_1 = \omega_2 = \omega_0$, otrzymujemy przypadek klasyczny

$$\omega_r = \frac{\omega_0}{1 \pm k} \quad (6)$$

Wobec tego, że postać ogólna jest zamało przejrzysta dla dalszej dyskusji, ograniczymy nasze rozważania do przypadku szczególnego, a mianowicie do $\omega_1 = \omega_2$



Rys. 1.

Jeżeli oznaczymy przez y stosunek $\frac{\omega}{\omega_0}$ otrzymamy wyrażenia na oporność urojoną obwodu wtórnego (co łatwo zresztą można sprawdzić)

$$X_2 = \left(y_2 - \frac{1}{y_2} \right) \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}$$

Jeżeli we wzorze tym podstawimy $y_r = \frac{\omega_r}{\omega_0}$, będziemy mieli

$$\left. \begin{aligned} X'_2 &= \frac{k}{\sqrt{1-k}} \cdot \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \quad (\text{obciążenie indukcyjne}) \\ X''_2 &= \frac{k}{\sqrt{1+k}} \cdot \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \quad (\text{obciążenie pojemn.}) \end{aligned} \right\} (6)$$

a stąd otrzymamy oporność pozorną obwodu wtórnego dla każdej z częstotliwości rezonansowych

$$\left. \begin{aligned} Z'_2 &= \sqrt{R_2^2 + \frac{k^2 L_2}{1-k} C_2} = R_2 \sqrt{1 + \sigma_2^2 \frac{k^2}{1-k}} \\ Z''_2 &= \sqrt{R_2^2 + \frac{k^2 L_2}{1+k} C_2} = R_2 \sqrt{1 + \sigma_2^2 \frac{k^2}{1+k}} \end{aligned} \right\} (7)$$

Podnosząc do kwadratu równanie (3) i podstawiając w niem wartości (5a) i (7), otrzymamy

$$M^2 = \left(1 + \sigma_2^2 \frac{k^2}{1 \pm k} \right) R_1 R_2 \frac{\eta}{1 - \eta} L_2 C_2 (1 \pm k)$$

co po ostatecznym przeliczeniu da nam ¹⁾

$$\begin{aligned} 1) \text{ Przeliczenie: } M^2 &= \left(\frac{1}{\omega_2^2} + \frac{L_2^2}{R_2^2} k^2 \right) R_1 R_2 \frac{\eta}{1 - \eta} \\ k^2 &= \frac{M^2}{L_1 L_2} \end{aligned}$$

$$\omega_r^2 M_1 = R_1 R_2 \frac{\eta}{1 - \eta} + \omega_r^2 M^2 \frac{L_2 R_1}{L_1 R_2} \cdot \frac{\eta}{1 - \eta}$$

$$\omega_r^2 M^2 \left(1 - \frac{L_2 R_1}{L_1 R_2} \cdot \frac{\eta}{1 - \eta} \right) = R_1 R_2 \frac{\eta}{1 - \eta}$$

$$\omega_r M = \sqrt{\frac{R_1 R_2}{1 - \eta} \frac{L_2 R_1}{L_1 R_2}} = \sqrt{\frac{R_1 R_2}{1 - \eta} \frac{\sigma_2}{\sigma_1}} \quad (8)$$

czyli:

$$\frac{\omega_r M}{\sqrt{R_1 R_2}} = \frac{1}{\frac{1 - \eta}{\eta} \frac{\sigma_2}{\sigma_1}} \quad (8a)$$

Równanie powyższe da wynik rzeczywisty jedynie pod warunkiem, że mianownik będzie liczbą dodatnią, czyli

$$\frac{1 - \eta}{\eta} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$$

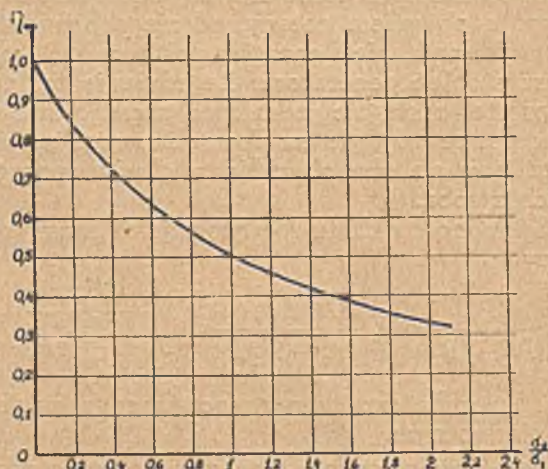
Wynika z tego bardzo doniosły wniosek, że przy określonych stałych elektrycznych obu obwodów, sprawność przeniesienia energii, jaką w tym układzie możemy osiągnąć, nie może być dowolnie bliska jednoci w miarę zwiększenia ich sprzężenia. Jeżeli bowiem uwzględnimy przypadek graniczny,

$$\frac{1 - \eta}{\eta} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$$

co odpowiada wartości w $M = \infty$ i oczywiście nie posiada znaczenia fizycznego, to sprawność, odpowiadająca temu warunkowi, wyniesie (krzywa rys. 2)

$$\eta_{\infty} = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_2}{\sigma_1}} = \frac{1}{1 + \frac{L_2 R_1}{R_2 L_1}} \quad (9)$$

Jest to największa teoretycznie wartość sprawności, do której zbliżamy się asymptotycznie,



Rys. 2.

w miarę zwiększania współczynnika indukcji wzajemnej. Jak wynika z równania (9), sprawność graniczna jest tem większa, im większy jest stosunek $\frac{L}{R}$ obwodu pierwotnego, im mniej-

szy jest ten stosunek dla wtórnego obwodu, czyli sprawność graniczna rośnie ze wzrostem współczynnika napięcia obwodu pierwotnego i odwrotnie do współczynnika napięcia obwodu wtórnego.

²⁾ Ponadto, jeżeli

$$\sigma_1 = \frac{\omega_r L_1}{R_1}, \quad \sigma_2 = \frac{\omega_r L_2}{R_2}, \quad \text{to} \quad \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{L_2 R_1}{R_2 L_1}$$

Wynikają stąd praktyczne wskazówki konstrukcyjne, że obwód pierwotny powinien posiadać jak najmniejsze straty, (co jest oczywiste) i możliwie małą pojemność, co jednak trudno pogodzić z równoczesnym wzrostem napięć, a temsamem strat dielektrycznych, oraz wymagane zwiększenie indukcyjności, związanem oczywiście ze wzrostem oporności zwojniczy. W stosunku do obwodu wtórnego wymagania sprowadzają się do stosowa-

nia dużej pojemności anteny, która zresztą jest pożądana i z innych względów.

Jeżeli chodzi o praktyczną granicę zbliżenia się do wartości η_{∞} , to zależec ona będzie oczywiście od dopuszczalnego współczynnika sprężności k między oboma obwodami, który nigdy nie może przekroczyć jedności, a w praktycznych warunkach wynosi kilka do kilkunastu procentów. (Dok. nast.).

ELEKTRYCZNE SERCE ORAZ TEORJA DRGAŃ RELAKSACYJNYCH

S. Rosenfeld inż. elektr.

Wielkie zainteresowanie wzbudził w ostatnim czasie człowiek elektryczny. W artykule niniejszym chcę przedstawić nowy cud techniki, a mianowicie: serce elektryczne. Będzie to synteza odczytu wynalazcy Dr. Balth van der Pol (S. A. „Philips” Eindhoven Holandia), który odbył się w Paryżu 24 maja 1928 w obecności członków Société Française des Électriciens i Société des Amis de la T. S. F. Ażeby dostatecznie rozwinąć teorię drgań relaksacyjnych, musimy przedewszystkiem podać ogólny zarys drgań sinusoidalnych.

I. Drgania sinusoidalne.

Do ułożenia równania różniczkowego posłużymy się prawem zachowania energii. Wiemy, że ilość energii zawartej w układzie izolowanym jest stała. Z drugiej zaś strony mamy prawo termodynamiczne, że wszelkim przemianom energii towarzyszy energia cieplna. Ta energia cieplna przejawia się nam w przewodnikach w postaci ciepła Joule'a. Wiemy, że prąd o natężeniu i wywołuje w przewodniku o oporze R w czasie nieskończeni małym dt ciepło

$$dQ = Ri^2 dt$$

W obwodzie elektrycznym, gdzie będziemy mieli tylko przemianę energii elektromagnetycznej i cieplnej, prawo zachowania energii wyrazi się zapomocą wzoru

$$dW_e + dW_m + dQ = 0$$

O ile obwód elektryczny posiada kondensator o pojemności C , indukcyjność L i opór R , wzór powyższy będzie można przedstawić:

$$d\left(\frac{1}{2} CV^2\right) + d\left(\frac{1}{2} Li^2\right) + Ri^2 dt = 0$$

lub

$$Cv dv + Li di + Ri^2 dt = 0$$

Dzieląc przez dt otrzymamy:

$$Cv \frac{dv}{dt} + Li \frac{di}{dt} + Ri^2 = 0 \quad (1)$$

gdzie v jest różnicą potencjałów pomiędzy płytami kondensatora. Z definicji prądu mamy:

$$i = -\frac{dq}{dt}$$

$\left(\frac{dq}{dt}\right)$ jest ujemne, gdyż q maleje

Z drugiej strony mamy:

$$q = Cv$$

więc

$$i = -\frac{dq}{dt} = -C \frac{dv}{dt}$$

Podstawiając do wzoru (1) otrzymamy:

$$L \frac{d^2 v}{dt^2} + R \frac{dv}{dt} + \frac{1}{C} v = 0$$

lub

$$v'' + \alpha v' + \omega^2 v = 0 \quad (2)$$

zakładając

$$\alpha = \frac{R}{L} \quad i \quad \omega^2 = \frac{1}{CL}$$

Wiadomą jest rzeczą, że o ile

$$\alpha^2 \ll \omega^2 \quad (2a)$$

t: zn. gdy opór obwodu będzie dostatecznie mały, wyładowanie kondensatora będzie sinusoidalne gasnące. Analogiczne zjawisko mamy w mechanice: wahadło. Gaśnięcie drgań jest spowodowane rozproszeniem energii; w przykładzie elektrycznym przez obecność oporu omowego, zaś w wahadle przez tarcie. Ale w elektrotechnice spotykamy również opór ujemny, który ma własność malenia przy wzroście prądu i naodwrot. O ile dodamy do obwodu powyżej opisanego opór ujemny, amplituda drgań będzie wzrastać.

Jako przykład możemy wziąć zwykły odbornik reakcyjny lub też łuk Poulsen'a. Równanie różniczkowe (2) będzie wyrażając się zależnością:

$$-R = -\frac{dv}{di} \quad (3)$$

$$v'' - \alpha v' + \omega^2 v = 0 \quad (3a)$$

Jednakże amplituda drgań nie może wzrastać praktycznie do nieskończoności, istnieje więc pewna przyczyna, przez którą opór staje się z powrotem dodatni. Innemi słowy opór R , jak również α muszą być funkcją amplitudy, w ten sposób, że R zmienia znak z chwilą, gdy amplituda przekracza

pewną oznaczoną dla obwodu granicę. Zjawisko powiększenia się amplitudy oraz jej ograniczenia przedstawimy wzorem:

$$v'' - \alpha(1 - v^2)v' + \omega^2 v = 0 \quad (4)$$

α zostało zamienione na $\alpha(1 - v^2)$ i z chwilą, gdy $v^2 > 1$ wyrażenie to zmienia znak.

II. Drgania relaksacyjne.

Rozważmy teraz wypadek:

$$\alpha^2 \gg \omega^2 \quad (5)$$

Opór początkowy (ujemny) jest tu tak wielki, że gdyby był stały, układ byłby zupełnie aperiodyczny, t. j. pozbawiony drgań. Prąd układu aperiodycznego, posiadającego opór dodatni, dąży, jak wiemy, do zera, nie zmieniając swego kierunku. W naszym wypadku, z powodu oporu ujemnego prąd w układzie będzie się odchyłał od zera również w sposób aperiodyczny. Z chwilą jednak, gdy $v^2 > 1$, opór staje się dodatni i prąd dąży do zera. Widzimy więc, że w wypadku (5) prąd wzrasta raptownie od zera do pewnej wartości dodatniej, maleje stopniowo i spada do pewnej wartości ujemnej i t. d.

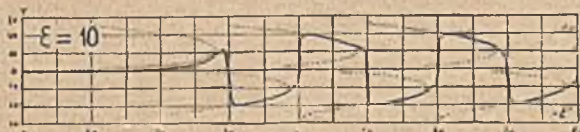
Dr. Balth. van der Pol podaje rozwiązanie graficzne równania (4) (rys. 1) w wypadku:

$$\alpha^2 = 100 \omega^2$$

Okres trwania relaksacji jest w przybliżeniu:

$$T_{uv} = \frac{\omega^2}{\alpha} = CR$$

Okres tych nowych drgań jest określony przez czas trwania wyładowania kondensatora.



Rys. 1. Rozwiązanie graficzne równania (4) w przypadku $\frac{\alpha}{\omega} = 10$. Jak widać otrzymana krzywa znacznie różni się od sinusoidy.

Dr. Balth. van der Pol i H. J. van der Mark nazwali ten rodzaj drgań oscylacjami relaksacyjnymi.

Często w życiu spotykamy drgania relaksacyjne, a to wówczas, gdy mamy jakieś zjawisko periodyczne, którego okres nie jest stały i nie jest określony przez masę i elastyczność (w przykładzie elektrycznym L i C).

Okres relaksacji może być różny, np. czas trwania ustalenia się temperatury, dyfuzji, reakcji chemicznych i t. d. Ale zjawisko to zachodzi tylko jeden raz podczas doświadczenia i ażeby otrzymać drgania, zjawiska te muszą się powtarzać. Widzimy więc, że powtarzanie się periodyczne zjawiska aperiodycznego wymaga obecności pewnego źródła energii. Jako przykład możemy wziąć harfę eolską, której działanie polega na tym, że wiatr dmie w naciągniętą strunę. Otóż daje się zauważyć tworzenie się, raz z prawej, drugi raz z lewej strony naciągniętej struny, prądów, które się rozchodzą dając miejsce tworzeniu się nowym prądom i t. d. Identycznym przykładem są druty

telegraficzne, które pod wpływem wiatru wydają dźwięk. Dźwięk ten jednak jest określony przez okres relaksacji i nie ma nic wspólnego z okresem drutu, który drga periodycznie. Możemy przytoczyć bardzo wiele przykładów drgań relaksacyjnych np. zgrzytanie noża na talerzu, trzepotanie chorągwi, bulgot wody w kranie, skrzypienie drzwi, multiwibrator Abraham i Bloch'a, periodyczne wytwarzanie się iskier w maszynie Whimshurst'a, wyładowanie kondensatora poprzez lampę neonową, powtarzanie się periodyczne epidemii, dreszcz pochodzący z zimna i wreszcie bicie serca. To ostatnie zostało stwierdzone przez B. van der Pola w r. 1926.

Niestałość okresu tego rodzaju drgań daje się wytłumaczyć w sposób następujący. Jak widzieliśmy, okres relaksacji jest zależny od oporu jakiegokolwiek postaci, a wiemy, że opór pod wpływem warunków zewnętrznych szybciej może się zmienić niż masa lub elastyczność.

Oprócz własności wyżej wymienionych, drgania te posiadają jeszcze jedną, a mianowicie: zdolność wejścia w synchronizm ze zjawiskiem periodycznym zewnętrznym, działającym na nie. Objasnimy to w sposób następujący: przypuśćmy, że posiadamy układ wytwarzający drgania relaksacyjne i że działając na jeden z jego parametrów, możemy zmienić okres własny relaksacji. Rozpocznijmy od drgań bardzo szybkich i uruchomimy jakiś układ zewnętrzny, drgający periodycznie z tą samą częstotliwością. Zmniejszając stopniowo okres relaksacji, zauważymy, że układ nasz drga jednakże z tą samą częstotliwością, co siła zewnętrzna. Istnieje więc synchronizm pomiędzy temi dwoma drganiami. O ile obniżymy w dalszym ciągu okres relaksacji, częstotliwość spada nagle do połowy częstotliwości drgania siły zewnętrznej i ta częstotliwość układu utrzymuje się automatycznie w szerokim zakresie. O ile w dalszym ciągu obniżymy okres relaksacji, ukaże się nam trzecia podharmoniczna częstotliwości siły zewnętrznej. Van der Pol i van der Mark zdołali otrzymać drgania podharmoniczne w stosunku 200 : 1. Jako przykład możemy wziąć flet: powietrze wdmuchiwane przez otwór wytwarza drgania relaksacyjne, podobnie jak w harfie eolskiej. Jednokowoż układ ten jest silnie sprzężony z rurą, która może drgać tylko sinusoidalnie. Częstotliwość drgań jest więc określona przez układ sinusoidalny.

III. Model serca elektrycznego.

Rozważmy teraz bicie serca, zastosowując teorię drgań relaksacyjnych. Normalnie obydwie przedsionki, zarówno jak i obydwie komory biją synchronicznie, będziemy więc brali pod uwagę tylko zatokę, 1 przedsionek i 1 komorę. Każdy organ z oddzielną jest zdolny do wytwarzania drgań relaksacyjnych i te trzy układy posiadają swoje własne okresy drgań. Oprócz tego istnieje sprzężenie pomiędzy zatoką a przedsionkiem, gdyż pierwsza oddziałuje na drugi. Sprzężenie zaś pomiędzy przedsionkiem a komorą jest spowodowane przez obecność pęczków Hisa. Te sprzężenia mają za zadanie przeprowadzanie wzbudzeń w jednym tylko kierunku t. j. od zatoki do przedsionka i od przedsionka do komory. W normalnym wiec sercu sprzężenia te posiadają własności jed-

nekierunkowe. Przejdziemy teraz do opisu modelu elektrycznego serca. Jako generator drgań relaksacyjnych używa B. van der Pol lampy neonowej w układzie według rys. 2.

$E = 150$ do 200 wolt, $R = 1$ megom i C w granicach kilku μF .

Działanie tego układu jest następujące: Początkowo lampa neonowa jest zgaszona i bateria ładuje kondensator poprzez opór aż do chwili, gdy różnica potencjałów pomiędzy płytkami kondensatora równa się potencjałowi wyładowania lampy neonowej. Zachodzi więc momentalnie wyładowanie i lampa neonowa zwiera płytki kondensatora, co też powoduje szybkie wyładowanie się tegoż poprzez lampę neonową. Różnica potencjałów pomiędzy płytkami kondensatora spada teraz tak raptownie, że nie może zająć już wyładowanie poprzez gaz. Zachodzi teraz to samo zjawisko, to zn. kondensator się ładuje i t. d.

Jak wyżej wykazaliśmy:

$$T_r = CR$$

czyli

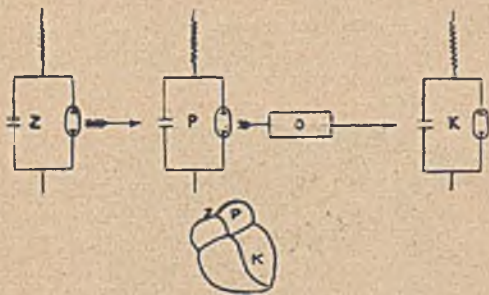
$$T_r = 10^{-6} \times 10^6 = 1 \text{ sek} \quad (C = 1 \mu F)$$

I rzeczywiście podczas doświadczenia widzimy błysnięcie lampy neonowej jeden raz na sekundę.

Trzy części serca wyżej opisane, jako generatory drgań relaksacyjnych będą przedstawione w sposób następujący (rys. 3):

Prostokąt O, znajdujący się między P i K oznacza pewien układ opóźniający, który wytwarza czas potrzebny do przejścia jednego wzbudzenia z przedsionka do komory poprzez pęczki Hisa.

Sprzężenia pomiędzy temi trzema częściami serca dokonywują 2 lampy katodowe (Philips A 425). Działanie tych lamp nie polega wcale na wzmacnieniu, lecz na tworzeniu sprzężenia jedno-

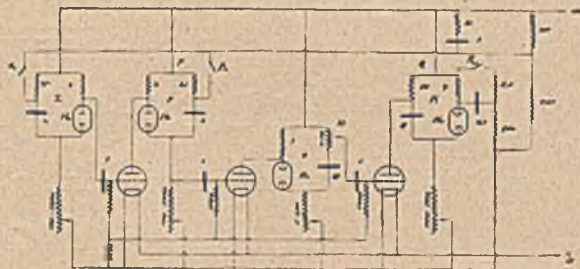


Rys. 3. Schematyczne przedstawienie modelu elektrycznego serca. Z — zatoka, P — przedsionek, K — komora, O — układ opóźniający.

kiekierunkowego. Wytlomaczenie jest jasne, o ile przypomnimy sobie działanie lampy katodowej, a mianowicie: wiemy, że zmiana potencjałów siatki wywołuje zmianę prądu w obwodzie siatki. Wykorzystujemy tu więc tę jednokierunkowość. W modelu elektrycznym serca, układ opóźniający

składa się z czwartej lampy neonowej, której działanie zmierza do tego, ażeby skurcze komorowe tworzyły się nieco wcześniej, niż skurcze przedsionka (rys. 4).

Przejdziemy teraz do działania modelu elektrycznego serca. W zatoce tworzą się drgania relaksacyjne, które przedostają się do przedsionka zapomocą pierwszej lampy. Te drgania, przechodząc przez drugą lampę, dochodzą do układu opóźniającego. Układ opóźniający jest tak samo zbudowany jak inne, tylko z tą różnicą, że prąd jest tu zbyt duży, żeby się mogły tworzyć drgania. Otrzymuje się w ten sposób, że pewien prąd stały przechodzi przez lampę neonową, układ więc nie może drgać, gdyż jest przeładowany. O ile zmniejszymy różnicę potencjałów, wyładowanie jest z powrotem osiągnięte, lampa się zapala i zachodzi wyładowanie się kondensatora. Opóźnienie, jakie ten układ wywołuje, jest równe odstępowi czasu pomiędzy jednym zgaśnięciem a drugim,



Rys. 4. R w kiloomach, C w mikrofaradach, Ne — lampy neonowe.

jest ono oczywiście zależne od okresu relaksacji.

$$T_r = RC$$

Jedno wzbudzenie zewnętrzne, które przechodzi z przedsionka, wytwarza więc tylko jedno uderzenie. Opór H jest zmienny i pozwala nam zmieniać wzbudzenie komory, przez co osiągamy ten sam efekt, co w doświadczeniu Fredericq'a i Erlangera, w którym zapomocą systematycznego klucza pęczków Hisa, otrzymuje się sztuczne wzbudzenie komory. Zapomocą kluczy (Kp i Kk) możemy wywołać różnego rodzaju skurcze dodatkowe.

Rozpatrzmy jeszcze system sprzężenia. Jako przykład weźmiemy sprzężenie zatokowo-uszkowe. Jak widzimy, w obwodzie wyładowania kondensatora znajduje się opór, którego jeden koniec idzie poprzez kondensator i opór siatkowy do lampy. Prąd anodowy musi przejść przez opór znajdujący się powyżej lampy neonowej układu przedsionka. W chwili, gdy lampa zatoki się zapala, pewien prąd przechodzi przez opór tego układu. Potencjał końcówki oporu ze strony siatki staje się bardziej ujemny, co pociąga za sobą zmniejszenie się prądu anodowego. Różnica potencjałów na końcach oporu anodowego również zmniejsza się, natomiast różnica potencjałów na końcach lampy neonowej wzrasta. O ile ta różnica potencjałów jest równa potencjałowi wyładowania lampy, zauważymy jednoczesne zapalenie się obydwu lamp. O ile różnica potencjałów nie jest dostateczna t. zn. kiedy kondensator przedsionka nie jest dostatecznie ładowany (częstotliwość układu za mała), wówczas nie otrzymamy nic, gdyż wzbudze-

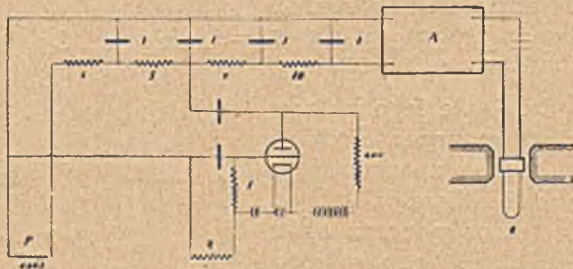
nie zachodzi wówczas w „okresie odpornym”. Zjawisko to odpowiada blokadzie zatokowo-uszkowej.

Ażeby otrzymać wykres drgań modelu elektrycznego serca, van der Pol używa układ przedstawiony na rys. 5.

Na miejsce P i Q wstawiamy odpowiednie opory. Różnice potencjałów na końcach oporów są odpowiednio wzmacnione i w obwodzie anodowym ostatniej lampy amplifikatora jest włączony oscylograf Duddel'a o częstotliwości własnej 2000—3000 okresów na sekundę. Ażeby wykresy te były podobne do wykresów serca normalnego, ustawia się lampę według schematu. Amplifikator jest oczywiście w ten sposób zbudowany, aby mógł wzmacniać drgania około 1 okr. sek.

Nie będę opisywał różnych anomalji sercowych oraz detali z powodu braku znajomości fachowych. Mogę tylko zaznaczyć, że odczyt dr. Balth. van der Pola wzbudził ogromne zainteresowanie

zarówno wśród elektryków jak i medyków. Między innymi prof. Vaquez odnosi się z wielkim uznaniem do tego wynalazku; gdyż może



Rys. 5. Układ filtrujący, używany do otrzymania wykresów serca. R w kiloomach, C w mikrofaradach. A — wzmacniacz, O — oscylograf.

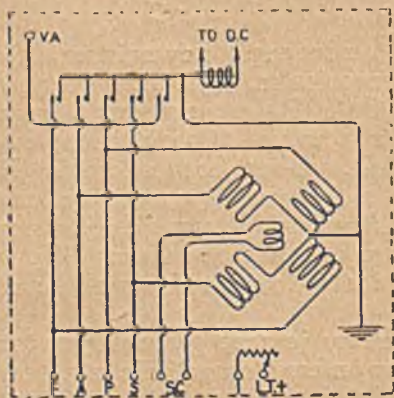
się on przyczynić do wykrycia różnych anomalji sercowych, dotychczas jeszcze niezabserwowanych na sercu ludzkim.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

ODBIORNIKI RADJOGONJOMETRYCZNE NOWEGO TYPU

referat inż. Józef Plebański.

Dzięki wynalezieniu lampy ekranowanej, zostało możliwe budowanie odbiorników z kilkoma stopniami wielkiej częstotliwości dającymi bardzo głośny odbiór na antenie ramowej.



Rys. 1.

Ponieważ stosowanie superheterodyn w radjogonjometri nie daje dobrych rezultatów, gdyż, z różnych powodów, wymaga bardzo dużej ilości lamp, najlepszym przeto rozwiązaniem dla tego typu odbiorników byłby odbiornik z kilkoma stopniami wielkiej częstotliwości, dający jednak względnie duże wzmacnienie.

Najnowszym odbiornikiem gonjometrycznym z użyciem lamp ekranowanych jest obecnie opisany poniżej odbiornik typu DFM 4 wyrobu Tow. Marconi

Odbiornik ten pozwala na odbiór fal gasnących, niegasnących i modulowanych telefonicznie w zakresie 350 — 4 000 metrów.

Całkowity zakres pokrywa się przełączaniem na Zakres I 350 — 750 mtr .

Zakres II 750 — 1 800 mtr.

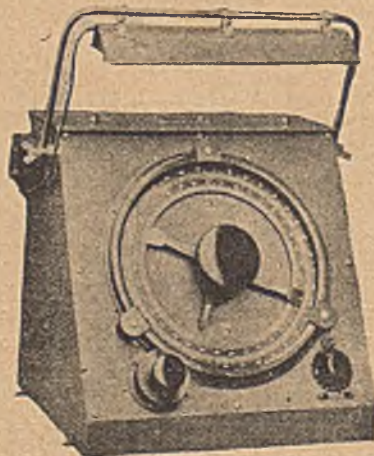
Zakres III 1 800 — 4 000 mtr.

Pokazany na rys. 2 odbiornik ten odznacza się niewielkimi rozmiarami i bardzo mocną konstrukcją. Właściwie mówiąc gonjometr ten został skonstruowany specjalnie dla okrętów wojennych według specjalnych surowych wymagań marynarki wojennej Brytyjskiego Imperjum.

Kompletny odbiornik umieszczony jest w dwóch skrzynkach mosiężnych. W pierwszej skrzynce umieszczonym został właściwy radjogonjometr (rys. 2) wraz z regulacją siły odbioru, w drugiej skrzynce znajduje się kompletny wzmacniacz wraz z lampami i obwodami strojowymi (rys. 2a).

Obydwie skrzynki zawieszają się na specjalnych urządzeniach elastycznych, absorbujących wszelkie wstrząsy.

Odbiornik DFM 4 został skonstruowany według systemu Marconi - Bellini - Tosi i użytkuje duże anteny ramowe, prostopadłe względem siebie, osłonięte płaszczykami metalowymi (ekranami).

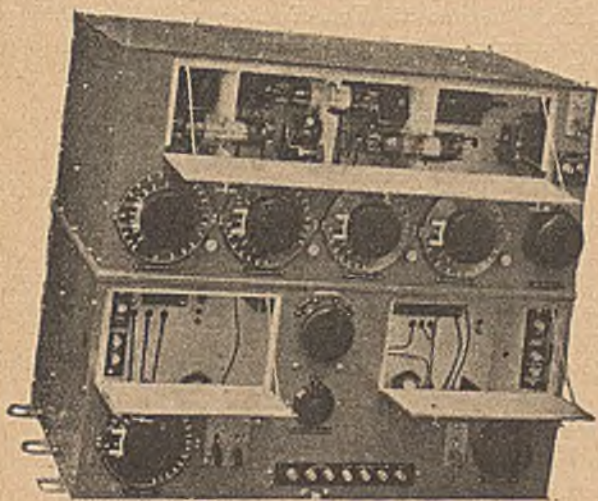


Rys. 2.

Obydwie anteny są przymocowane do podstawy (nogi) metalowej.

W celu odbioru kierunkowego według kardioidy używa się oprócz tego małą antenę otwartą nieosłoniętą.

Zaletą systemu Bellini — Tosi polega na tem, że anteny ramowe mogą być zmontowane oddzielnie od odbiornika, w dowolnym i najwygodniejszym miejscu.



Rys. 2a.

Wybór miejsca dla anten ramowych jest bardzo ważną rzeczą, gdyż np. na okręcie należy o ile możności unikać wpływu dużych mas metalowych, które mogą silnie zniekształcać kierunki; oprócz tego ważną jest rzeczą umieścić ramy tak żeby w danych warunkach lokalnych mieć najsilniejszy odbiór.

W przypadku stosowania anteny ramowej ruchomej (obracanej) która jednocześnie służy jako radjogonjometr, takowa musi być umocowana bezpośrednio na odbiorniku, co pociąga za sobą wszelkie niedogodności tego systemu.

W wypadku użycia ruchomej anteny na odbiorniku niezbędną jest zawsze korekta kierunków ze względu na otaczające przedmioty i masy metalowe. Przy użyciu anteny Bellini - Tosi, umieszczonej na właściwym miejscu często korekty są zbędne.

System gonjometrów Bellini — Tosi daje bardzo dużą dokładność i łatwość pomiaru, dzięki użyciu małego gonjometru (cewki ruchomej) obracanego zwykłą gałką odbiornikową.

Na rys. 1 i 3 widzimy uproszczony schemat (ideowy) radjogonjometru i odbiornika.

System antenowy.

Jak już wyżej podałem system antenowy składa się z dwóch anten ramowych, umieszczonych pod prostym kątem względem siebie i podtrzymywanych podstawą metalową odpowiedniej wysokości. Każda antena ramowa składa się z 4 zwoji drutu miedzianego izolowanego gumą, umieszczonych w metalowej rurze, która jednak nie tworzy zamkniętego obwodu mając na końcu przerwę bardzo dobrze izolowaną.

Uzwojenie anten przez odpowiednie kable obołowione z izolacją papierową prowadzą przez odpowiednią okrywkę rozdzielczą w górnej części podstawy i przez podstawę do drugiej skrzynki rozdzielczej w pobliżu radjogonjometru.

Powyższe anteny ramowe wraz z anteną otwartą odpowiednich wymiarów pozwalają na otrzymanie charakterystyki odbioru albo ósemkowego lub też kardioidy.

Radjogonjometr.

Radjogonjometr składa się z dwóch jednakowych cewek stałych umieszczonych prostopadle względem siebie. Cztery końce powyższych cewek połączone są z odnośnymi końcówkami wyżej opisanych anten ramowych.

Obydwie cewki stałe umocowane są na izolowanym cylindrze i dobrze są izolowane od siebie.

W środku między cewkami stałymi, umieszczoną jest cewka ruchoma, która może być ustawioną pod dowolnym kątem względem cewek stałych, przyczem kąt ustawienia może być dokładnie odczytany na skali umieszczonej na radjogonjometrze.

Cały gonjometr umieszczony jest w mosiężnej skrzynce z pochyłą ścianką czołową w celu łatwiejszego odczytywania kątów.

W skrzynce gonjometru umieszczoną jest również rączką dla regulacji „siły odbioru“, z góry skrzynki znajduje się lampka oświetlająca skalę.

Gonjometr posiada podwójną skalę (każda o 360°): pierwsza skala jest nieruchomą i pozwala na określanie kierunków względnych; druga skala jest ruchomą i zależnie od połączenia stacji (względnie anten ramowych) może być tak ustawioną, żeby gonjometr pokazywał kierunki bezwzględne.

Na okręcie skala ruchoma może być sprzężona z kompasem górnym i wtedy cała manipulacja określenia kierunków może być znacznie uproszczoną.

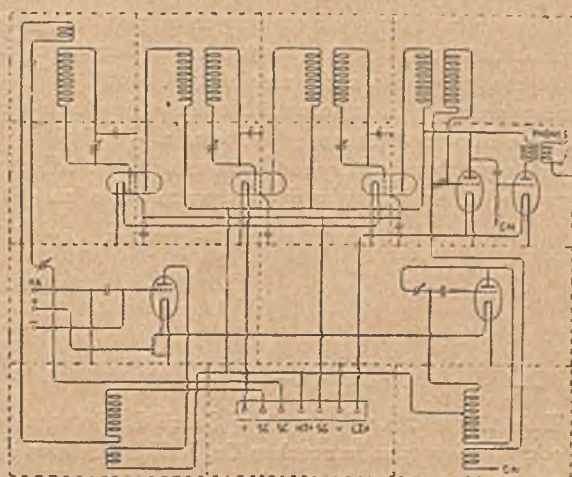
Odbiornik.

Odbiornik składa się z trzech stopni wzmocnienia wielkiej częstotliwości w układzie transformatorów wielkiej częstotliwości.

Lampa detektorowa pracuje w układzie detekcji anodowej.

Wzmacniacz małej częstotliwości pracuje w układzie oporowo - pojemnościowym.

Dla odbioru fal niegasnących przewidzianą jest lokalna heterodyna.



Rys. 3.

Jak widać na schemacie (rys. 3) cewka ruchoma gonjometru (zaciski SC — SC) łączy się z obwodem strojonym zawierającym duże cewki sprzężenia; jedna cewka sprzęga z obwodem strojonym siatkowym pierwszej lampy wielkiej częstotliwości, druga sprzęga z obwodem lampy fazowej, która służy dla otrzymania charakterystyki odbioru w kształcie kardioidy.

Stosowanie lampy fazowej daje możność użycia mniejszej anteny otwartej i daje dobre charakterystyki sercowe (kardioidy) na stosunkowo dużym zakresie fal.

Regulując potencjał ujemny siatki lampy fazowej można dowolnie regulować intensywność sygnału z otwartej anteny i w ten sposób mogą być otrzymane bardzo ostre charakterystyki odbioru.

Trzy stopnie wielkiej częstotliwości odbiornika pracują w układzie astatycznych transformatorów wielkiej częstotliwości przy czym obwody każdego stopnia są dokładnie ekranowane od pozostałych. Strojone kondensatory wszystkich obwodów sprzężone są razem. W ten sposób, po dostrojeniu wszystkich obwodów na pewną określoną falę, poruszając jedną rączką wszystkie statory razem możemy stroić na fale $\pm 10\%$ różne od poprzednio dostrojonej.

System ten bardzo ułatwia odszukiwanie stacji, gdyż na skalach wszystkich kondensatorów oznaczone są fale od razu w metrach.

Przełączenie odbiornika na trzy zakresy fal odbywa się za pomocą specjalnego przełącznika.

Z obwodem siatkowym lampy detektorowej, sprzężoną jest heterodyna lokalna, którą zapalamy w razie odbioru fal niegasnących.

W celu zabezpieczenia telegrafisty od wysokiego napięcia baterji anodowej odbiornik pracuje z transformatorem wyjściowym zniżającym.

Detale schematu stacji widzimy na rys. 3.

Stabilizacja.

Przy użyciu 3 lamp ekranowanych oczywiście całkowite wzmocnienie odbiornika osiąga bardzo dużych wielkości. Z tego względu dla zapewnienia stabilizacji i uniknięcia defektów reakcyjnych zastosowane zostały niewielkie cewki astatyczne i bardzo staranne ekranowanie.

Jak wykazały pomiary, ogólne wzmocnienie odbiornika jest prawie jednakowe na bardzo dużym zakresie fal.

Według Marconi — Review, May 1929.



Rys. 4.

Obliczenie zasięgów stacji nadawczych. The Use of Radio Field Intensities as a Means of Rating the Outputs of Radio Transmitters. S. W. Edwards and J. E. Brown Proc. I. R. E. Vol 16, Nr. 9, Sept. 28, p. 1173.

Autorowie wykonywali pomiary odbioru na 5 stacjach radjofonicznych w różnych warunkach terenowych, w zakresie 1500 do 550 Kc i dla mocy od 750 do 3500 watów w antenie.

Rozróżniają oni dla radjofonji (zresztą zgodnie z podziałem europejskim):

30 mV/m — na przeciętnym odbiorniku zagłusza inne stacje.

10 mV/m — dobry odbiór pomimo atmosferyków letnich.

5 mV/m — granica dobrego odbioru.

Na zasadzie systematycznych pomiarów dokonywanych w ciągu 2¹/₂ lat na 5 stacjach, pracujących w różnych warunkach terenowych ustalono średnią wartość tych zasięgów jako funkcję mocy. Sprowadzając wyniki do 1000 watów, znaleziono:

30 mV/m — 2¹/₈ mili — 3,4 km,

10 mV/m — 6¹⁵/₁₆ mil — 11 km,

5 mV/m — 9¹/₄ mil — 14,8 km.

Na zasadzie tych obserwacji ekstrapolowano krzywe, podając wszystkie 3 kategorie zasięgów w zależności od mocy w antenie aż do 100 KW włącznie. Jedne z tych krzywych odnoszą się do absorbcji w terenie otwartym, drugie w terenie zabudowanym.

Ponieważ celem pracy była urzędowa kontrola zasięgów i wzajemnych przeszkód stacji radjofonicznych, autorowie stawiają sobie zagadnienie, w jakim miejscu ustawić daną stację i jaka może być jej moc, aby przy możliwie dużym zasięgu 30 do 5 m V, jak najmniejsza ilość abonentów znalazło się w strefie „zagłuszonej” przez stację. Zdaniem autorów upoważnienie na otwarcie stacji powinno zawierać klauzulę: „Stacja może nadawać taką mocą, aby w żadnym punkcie odległym o X mil plus minus 10% natężenie odbioru nie przekraczało 30 mV \pm 5%”. Do sprawdzenia tego warunku najodpowiedniszym wydaje się dokonywanie pomiarów, oddalając się w kierunku promieniowym od stacji, mierząc w odstępach po 0,3 mili (ok. 450 m).

O ile sama metoda kontrolowania zasięgu jest bardzo ciekawa i celowa, to jednak uogólnienie i ekstrapolowanie wyników, zdobytych przy mocy nie przekraczającej 3,5 KW, aż do 100 KW, i to w dodatku tylko na 5 stacjach pracujących na różnych długościach fali i w różnych warunkach terenowych, nasuwać musi poważne wątpliwości.

Kr.

KOMUNIKAT SEKCJI RADJOT. S. E. P.

Dnia 12.VI. r. b. odbyły się w Sekcji Radjotechnicznej dwa odczyty w języku francuskim Dr. F. Holweck'a, kierownika naukowego Laboratorium Curie w Paryżu. W pierwszym z nich p. t. „La lampe démontable” prelegent przedstawił zasady konstrukcyjne lamp nadawczych z wymienną katodą pomysłu autora oraz wyniki uzyskane tak przez niego jak i przez inż. Descarcin'a.

W drugim odczycie p. t. „Recherches sur la télévision”

prelegent opisał system telewizji opracowanej wspólnie z p. Belin. Dochodzi on do wniosku, że telewizja w obecnym stanie posiada wyłącznie tylko znaczenie doświadczalne i przystosowanie jej do celów praktycznych jest narazie jeszcze b. odległe.

Po odczycie wywiązała się dyskusja w której wzięli udział kol. dr. Groszkowski, inż. Plebański, inż. Rajski oraz prelegent.

Referent odczytowy.