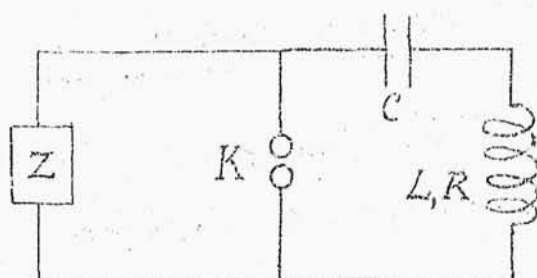


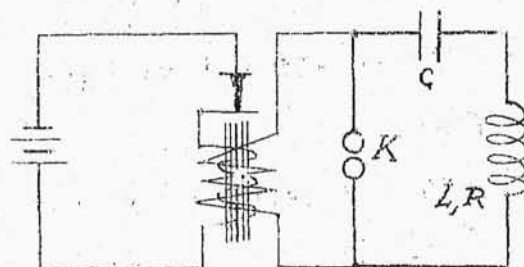
## 12. Wywoływanie własnych tłumionych prądów zmiennych w obwodzie z $R$ , $L$ , $C$ , i iskiernikiem.



rys.2.

Źródło prądu  $Z$  ładuje kondensator do napięcia, przy którym zostaje przebita przerwa iskrowa w iskierniku  $K$ .

wtedy przez iskrę zamyka się obwód zaznaczony grubą linią na rysunku i w tym obwodzie powstaje włas-



rys.3.

ny prąd zmienny tłumiony.

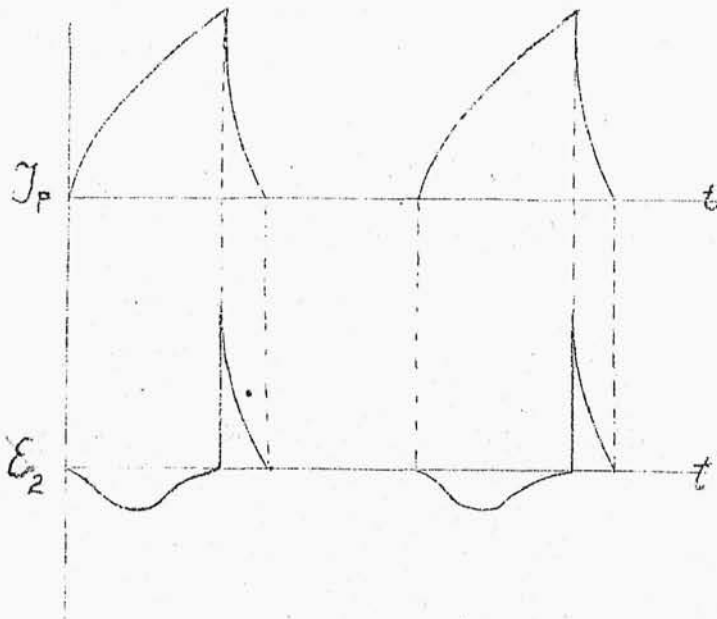
Gdy energia zawarta początkowo w kondensatorze wyczerpie się, kondensator znów zostanie naładowany, ze źródła  $\mathcal{E}$  i t.d., otrzymujemy zmiany prądu i napięcia bliskie do przedstawionych w paragrafie 2-gim.

Jako źródło zasilające powyższy obwód bywają stosowane źródła prądu stałego lub zmiennego.

Przy użyciu zwykłego iskiernika z elektrodami nieruchomymi źródło prądu stałego łączy się z iskiernikiem za pośrednictwem cewki transformacyjnej.

W obwodzie pierwotnym tej cewki przebiega prąd jednokierunkowy przerywany zapomocą samoczynnego przerywacza np. zapomocą zwykłego przerywacza młoteczkowego przy małych prądach i motorowego ręciowego przy prądach silniejszych. We wtórnych zwojach wznieca się okresowo, prąd zmienny, którego jedna amplituda jest większa od przeciwnej. Zawsze większa jest ta amplituda, która odpowiada zanikaniu prądu pierwotnego gdyż krzywa zaniku jest bardziej stroma. W tych warunkach mamy w iskierniku tyle iskier ile jest przerw prądu w obwodzie pierwotnym

cewki. Inny sposób został zastosowany przez Marconi'ego dla otrzymania większych mocy. Iskiernik tu ma dwie przerwy iskrowe z wewnętrznymi elektrodami wirującymi.



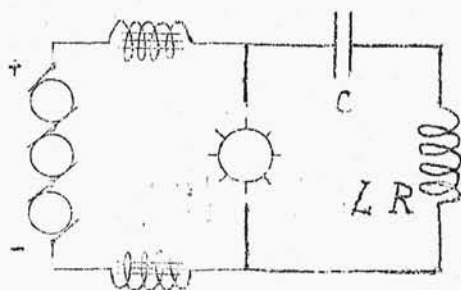
rys.4.

Układ iskiernikowy zasilany jest prądem jednokierunkowym z kilku połączonych w szereg prądnic prądu stałego.

W jednym z urządzeń tego rodzaju stosowano napięcie 12000 woltów i 500 iskier na sekundę.

Przy zastosowaniu poprzednio opisanej cewki z przerywaczem otrzymuje się na sekundę iskier

znacznie mniej, a więc mniejsze skuteczne natężenie prądów.



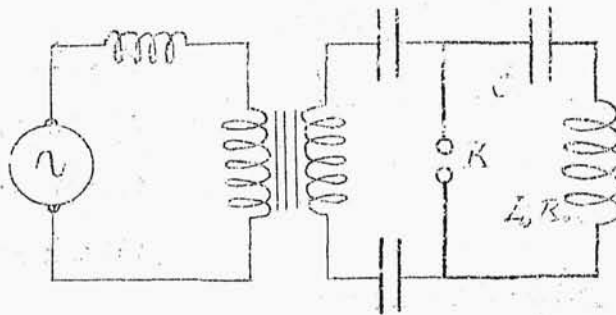
rys. 5.

Przy zastosowaniu źródła prądu zmiennego, za pomocą odpowiedniego transformatora

podnosi się odpowiednie napięcie i łączy się końcówki wysokiego napięcia z iskiernikiem przez kondensatory, aby uniknąć bezpośredniego zwierania transformatora przez długotrwałą iskrę. Przy tym układzie często otrzymujemy jedną iskrę na pół okresu zmienności prądu, stosując więc prądnice tak zwanej średniej częstotliwości otrzymamy od kilkuset do kilku tysięcy iskier na sekundę.

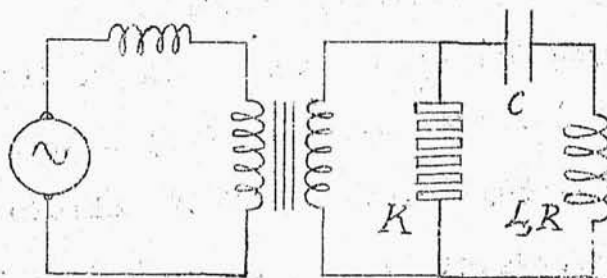
Pozatem bywa stosowany jeszcze układ Wien'oski gdzie transformator może być połączony z iskiernikiem bezpośrednio, gdyż stosuje się tu iskiernik wielokrotny talerzykowy, w którym powstaje iskra stłumiona.

Przy zastosowaniu takiego iskiernika, w obwodzie kondensatora powstaje tylko krótkotrwały prąd



rys. 6.

własny, gdyż oporność iskry szybko wzrasta skutkiem chłodzącego oddziaływania talerzyków, a więc

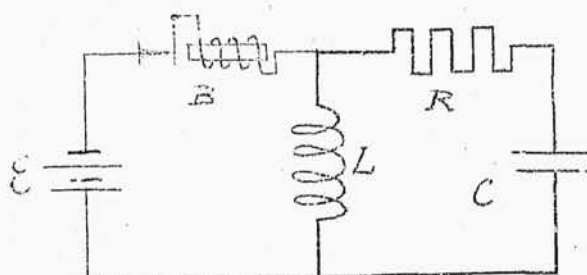


rys. 7.

tłumienie prądu jest bardzo znaczne, tak że on po paru okresach zanika.

13. Wywoływanie własnych prądów tłumionych w obwodzie z  $R, L, C$  za pomocą brzęczyka.

Włączając równolegle do cewki obwód brzęczyka  $B$  zasilanego prądem z baterji  $\mathcal{E}$ .



rys.8.

przy każdej przerwie prądu w obwodzie brzęczyka otrzymujemy w obwodzie  $R, L, C$  tłumione prądy zmienne, wywołane energją zawartą w polu magnetycznem cewki.

Przy przerywaniu prądu w brzęczyku ustaje prąd tylko w części obwodu zaznaczonej cienką linią na rysunku, natomiast prąd w cewce płynie w dal- szym ciągu i ładuje kondensator, natężenie prądu maleje, a napięcie na kondensatorze rośnie aż prąd całkiem ustanie, zmniejszając się do zera.

Potem kondensator wyładowuje się i prąd znów powstaje ale w odwrotnym kierunku i t.d.

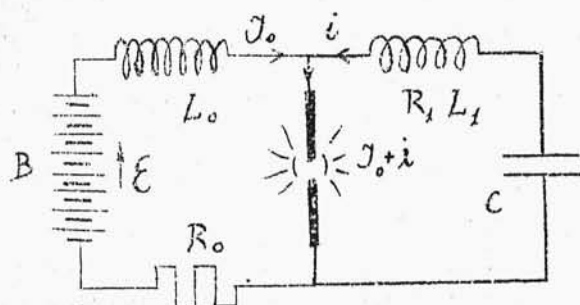
Oporność omowa obwodu stopniowo tłumiprąd. Wobec tego, że oporność omowa cewki jest bardzo mała, to w przybliżeniu przyjąć możemy, że przy zamkniętym kontakcie brzęczyka przepływa prąd stały, który na końcówkach cewki nie wywołuje żadnego napięcia, a przeto i napięcie na kondensatorze równa się wtedy zeru.

W chwili więc przerwania kontaktu w brzęczyku mamy warunki: założone w paragrafie 3-cim, zachodzi więc tu taki przebieg zmienności prądu i napięcia jak tam wyprowadzono.

14. Wywoływanie zmiennych prądów własnych nietłumionych w obwodzie z  $R$ ,  $L$ ,  $C$ , za pomocą łuku elektrycznego. Bateria akumulatorów  $B$  przez opornik  $R_0$  i cewkę indukcyjną zasila łuk elektryczny, do którego równolegle przyłączono cewkę i kondensator połączone szeregowo.

W równowadze elektrycznej przez łuk płynie prąd stały o niezmiennem natężeniu, kondensator jest naładowany do napięcia istniejącego na łuku,

prądu zaś w obwodzie kondensatora niema.



rys.9.

Jeżeli jednak np. przez lekkie rozsuniecie węgla równowagę zachwiać, to może powstać w obwodzie kondensatora prąd zmienny o stałej amplitudzie, którego częstotliwość będzie zależna od stałych  $R$ ,  $L$ ,  $C$ , obwodu składającego się z kuku cewki i kondensatora, będzie to więc prąd własny tego obwodu.

Straty energii zachodzące w tym obwodzie skutkiem oporności rzeczywistej kuku i cewki pokrywać będzie bateria akumulatorów.

Żeby zbadać warunki niezbędne dla powstania i utrzy-



mania takiego prądu zmiennego, należy przedewszyst-  
kiem zastanowić się nad zależnością napięcia od prądu w łuku elektrycznym.

15. Charakterystyka statyczna i dynamiczna łuku elektrycznego. Łuk elektryczny stanowią rozgrzane i zjonizowane gazy i pary pomiędzy elektrodami.

Czynnikiem jonizacyjnym są tu głównie elektrony wybiegające z rozgrzanej elektrody ujemnej.

Oporność takiego łuku nie jest wielkością stałą, ona ulega zmianie z natężeniem prądu.

Z tego powodu zależność pomiędzy napięciem prądu na łuku, a natężeniem tego prądu nie wyraża się linią prostą, lecz krzywą, kształt której według badań ..... da się wyrazić wzorem

$$V = a + \frac{b}{j^\eta} \quad /27/$$

gdzie  $\eta = 2,62 T \cdot 10^{-4}$  tu T-temperatura wrzenia elektrod.

Dla wolframu np.  $T = 5100$ ;  $\eta = 1,34$ .

a i b czynniki stałe zależne od odległości elektrod.

Przy prądzie zmiennym w łuku spostrzegamy rodzaj histerezy, gdyż zmiany zachodzące w właściwościach gazów, par i elektrod nie są w stanie nadążyć

za zmiennością prądu i przez to opóźniają się sprawiając inny przebieg charakterystyki przy wzroście prądu a inny przy zmniejszaniu się prądu rys. 10.

Charakterystyka

ka dynamiczna

ma kształt

pętliczki .

Dla wywodów

nas interesują-

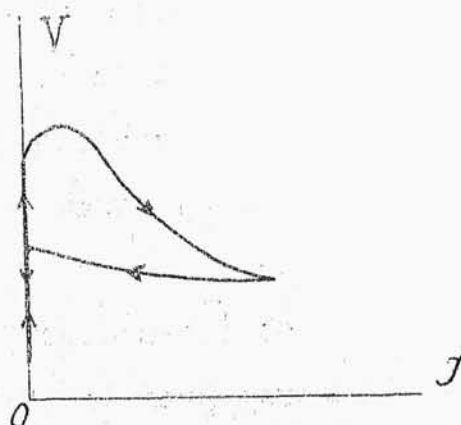
cych wyprowadzi-

my wzór na za-

leżność napięcia

prądu w łuku

przy prądzie



rys.10.

tętniącym. Napięcie na łuku, natężenie prądu w łuku i moc prądu pobraną przez łuk w danej chwili wyrażać będziemy za pomocą sumy dwóch składników jednego stałego a drugiego zmiennego.

A więc mamy:

Napięcie  $\mathcal{U} = \mathcal{U}_0 + u$

Prąd  $\mathcal{I} = \mathcal{I}_0 + i$

Moc prądu  $P = P_0 + p$

Założymy, że składniki zmienne są bardzo małe w porównaniu do stałych.

Wtedy  $P = (U_0 + v) \cdot (I_0 + i) = U_0 \cdot I_0 + U_0 \cdot i + v \cdot I_0 + v \cdot i$   
 $v \cdot i$  - jest małe wobec innych składników, więc:

$$p = U_0 \cdot i + v \cdot I_0 \quad /28/$$

Moc prądu dostarczona do łuku przekształca się na ciepło, które częściowo rozchodzi się w przestrzeni otaczającej, częściowo zaś pochłania się przez łuk i elektrody sprawiając podnoszenie się temperatury.

Jeżeli przez  $T$  oznaczmy średnią temperaturę w łuku, to przy prądzie tętniącym ona będzie ulegać zmianom.

Jeżeli oznaczmy przez  $T_0$  część stałą temperatury, a przez  $T_1$  <sup>część zmienną</sup>  $T = T_0 + T_1$ . Wobec tego, że ilość ciepła rozpraszająca się w jednostkę czasu można przyjąć za proporcjonalną do temperatury łuku, a ilość ciepła zużytej na podniesienie temperatury łuku za proporcjonalną do przyrostu temperatury w jednostce czasu to, oznaczając  $S$  i  $W$  stałe

Wedding F. Ollendorffa die Grundlagen  
 der Hochfrequenztechnik.

czynniki możemy napisać:

$$p = S \cdot T_1 + W \cdot \frac{dT_1}{dt} \quad /29/$$

Obok tej zależności możemy jeszcze napisać zależność prądu od temperatury w łuku, gdyż oczywiście temperatura wpływa na stan jonizacji.

Narazie zastosujemy wzór ogólny nie precyzujący kształtu funkcji:

$$J = f(T)$$

Różniczkując to równanie otrzymamy:

$$dJ = f'(T) \cdot dT$$

a przyjmując, że nasze zmienne składniki w  $J$  i  $T$  są małe w porównaniu do stałych  $J_0$  i  $T_0$  możemy różniczki zastąpić temi zmiennymi, składnikami i napisać:

$$i = f'(T) \cdot T_1$$

albo krócej:  $i = K \cdot T_1 \quad /30/$

Z trzech równań /28/ /29/ i /30/ rugujemy  $T$  i  $p$ , wtedy otrzymamy

$$U_0 \cdot i + U \cdot J_0 = \frac{S \cdot i}{K} + \frac{W \cdot di}{K \cdot dt}$$

Stąd

$$U = i \cdot \frac{1}{J_0} \left( \frac{S}{K} - U_0 \right) + \frac{W}{K} \cdot \frac{di}{dt} \quad /31/$$

Rozważmy wyraz:

$$-\frac{S}{K} - U_0 \quad /32/$$

Uwzględniając, że przy prądzie stałym:

$$P_0 = S \cdot T_0 ; \quad V_0 \cdot J_0 = S \cdot T_0$$

Stąd :

$$S = \frac{V_0 \cdot J_0}{T_0}$$

Wzór /32/ przybierze postać:

$$\frac{V_0 \cdot J_0}{T_0 \cdot K} - V_0 = V_0 \left( \frac{J_0}{T_0 \cdot K} - 1 \right) \quad /33/$$

$$\frac{J_0}{T_0 \cdot K} = \frac{f(T_0)}{T_0 \cdot f(T)} \quad /34/$$

Dla zależności prądu w łuku od temperatury można przyjąć wzór:

$$J = A \cdot \sqrt{T} \cdot e^{-\frac{B}{T}}$$

tu  $A$  i  $B$  czynniki stałe,  $e$  - podstawa naturalnych logarytmów.

Jest to wzór Richardsona dla elektronowego prądu nasycenia.

Przy takim założeniu wzór /34/ przybierze postać:

$$\frac{J_0}{T_0 \cdot K} = \frac{A \cdot \sqrt{T_0} \cdot e^{-\frac{B}{T_0}}}{A \cdot e^{-\frac{B}{T}} \left( \sqrt{T} \cdot \frac{B^2}{T^2} + \frac{1}{2\sqrt{T}} \right) T_0} = \frac{\sqrt{T_0} \cdot e^{-\frac{B}{T_0}} \cdot T^2}{\sqrt{T} \left( B + \frac{T}{2} \right) T_0 \cdot e^{-\frac{B}{T}}}$$

W tym wzorze można poczynić uproszczenia uwzględniając, że  $T = T_0 + T_1$  a  $T_1$  jest małe w porównaniu do  $T_0$ , wtedy w przybliżeniu:

$$\frac{J_0}{T_0 \cdot K} = \frac{2T}{2B + T}$$

Wartość tego wyrażenia jest mniejsza od 1 w zwykłych warunkach, gdyż np. dla elektrod wolframowych  $B = 5,25 \cdot 10^4$  stopni, wobec tego we wzorze /33/.

$$\frac{J_0}{T_0 \cdot K} - 1 < 1$$

a więc i:

$$\frac{S}{K} - U_0 < 1$$

Z czego wynika, że w równaniu /31/ wyrażającym zależność  $U$  od  $i$  mamy oporność ujemną:

$$-\frac{1}{J_0} \left( \frac{S}{K} - U_0 \right)$$

Uwzględniając tą okoliczność, możemy wyrazić zależność zmiennej składowej napięcia od zmiennej składowej <sup>prądu</sup> wzorem:

$$U = -r \cdot i + l \cdot \frac{di}{dt} \quad /35/$$

gdzie:  $r = -\frac{1}{J_0} \left( \frac{S}{K} - U_0 \right)$  a  $l = \frac{W}{K}$

Wzór /35/ ma postać zbliżoną do wzoru, wyrażającego zależność napięcia od prądu w cewce indukcyjnej z zastrzeżeniem, że oporność omowa pozorną łuku jest ujemna.

Możemy więc powiedzieć, że w łuku prąd tak prze-

biega jak gdyby żuk miał oporność omową ujemną  $r$  i indukcyjność  $l$ .

Na podstawie wzoru /35/ możemy wykreślić charakterystykę dynamiczną żuku

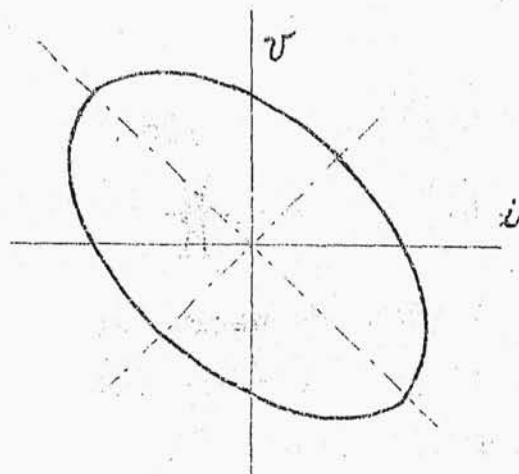
Zakładając np., że prąd zmienia się sinusoidalnie:

$$i = I_m \cdot \sin \omega t$$

Obliczając pochodną i podstawiając we wzór /35/ łatwo otrzymamy:

$$v^2 + (r^2 + l^2 \omega^2) i^2 + 2 r v i - l^2 \omega^2 I_m^2 = 0$$

Jest to równanie elipsy pochylonej osią dłuższą w stronę ujemnej osi  $i$ .



Kształt tego wykresu jest zbliżony do wykresów otrzymywanych z doświadczenia przy małych amplitudach zmiennej składowej prądu.

rys. 11.