

# PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI ŁĄCZNIE Z „PRZEGLĄDEM ELEKTROTECHNICZNYM“ 1-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

SPRAWY REDAKCYJNE: Z RAMIENIA KOMITETU REDAKCYJNEGO S. R. P. MJR. K. KRULISZ WARSZAWA, POLIT CHNIKA (KOSZYKOWA 75), PAWIL. ELEKTR., ZAKŁ. BADANIA, TEL. 252-75, OD GODZ. 11—2.

SPRAWY ADMINISTRACYJNE: „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY“, WARSZAWA, UL. CA CZACKIEGO № 5. TELEFON № 90-23

Rok III.

Warszawa, 1 listopada 1925 r.

Zeszyt 19—20.

## O pewnym układzie metody jonizacyjnej dla pomiaru gazów okludowanych w elektrodach lamp trójelektrodowych.

Kpt. inż. Janusz Groszkowski.

I. Konieczność wytworzenia i utrzymywania doskonałej próżni w lampach katodowych wogóle, a w nadawczych w szczególności, jest dostatecznie uzasadniona względami trwałości lampy (niszczenie katody przez jony gazów) oraz prawidłowości przebiegów elektrycznych wielkiej częstotliwości (histereza, niestałość przebiegów).

Gazy, znajdujące się w lampie po jej odcięciu od pompy, jak wiadomo, częściowo wypełniają wolną przestrzeń w bańce, jako t. zw. gazy swobodne, częściowo znajdują się na tych wszystkich powierzchniach szklanych lub metalowych, które stykają się z próżnią — jako t. zw. gazy okludowane. Szczególnie obficie gromadzą się te gazy na powierzchniach metalowych, a więc na elektrodach, doprowadzeniach oraz konstrukcjach metalowych układu elektrod.

W stanie zimnym lampy, a więc wówczas, gdy powierzchnie, będące w zetknięciu z próżnią, posiadają temperaturę otoczenia, gazy okludowane, praktycznie biorąc, nie wyswabniają się i mamy do czynienia niejako tylko z gazami, które nazwalibyśmy swobodnymi. Z chwilą nagrzania się lampy, a szczególnie elektrod, następuje uwolnienie się gazów okludowanych, wskutek czego prężność gazów w lampie wzrasta — próżnia psuje się.

Ilość wydzielanych gazów okludowanych wzrasta wraz z temperaturą, oraz z wielkością powierzchni ogrzewanej. Stąd też przy fabrykacji lamp katodowych podczas procesu opróżniania, dążymy do silnego rozgrzewania wszystkich powierzchni, które wchodzi w zetknięcie z próżnią; im wyższą miały one wówczas temperaturę, tem większa jest gwarancja późniejszego utrzymania dobrej próżni.

W lampach katodowych trójelektrodowych, głównym siedliskiem gazów są elektrody: katoda, siatka, a szczególnie anoda. Katoda posiada stosunkowo znikomą ilość gazów, albowiem podczas pompowania daje się doskonale wygrzać, przytem powierzchnia jej jest niezmiernie mała w stosunku do innych części metalowych. Największą rolę pod tym względem odgrywa anoda, stanowiąca główną część wszystkich mas metalowych w lampie, oraz posiadająca — po katodzie — największą temperaturę podczas pracy lampy (nadawczej) <sup>1)</sup>.

Jak wiadomo, podczas fabrykacji masy meta-

lowe (anoda, siatka) wyżarza się uprzednio, a następnie, już w czasie pompowania, doprowadza się je do wysokiej temperatury, bądź to przez bombardowanie elektronowe, bądź też w inny sposób (prądy wirowe, przepuszczanie prądu z zewnątrz).

Podczas pracy lampy katodowej np. w układzie generatorowym, część energii elektrycznej doprowadzonej zamienia się w lampie na ciepło.

Istotnie, pomijając już moc żarzenia katody, niezbędną wogóle dla działania lampy, a wyrażającą się iloczynem  $W_k = I_k V_k$ , mamy ciągłe straty mocy w obwodzie anodowym, których chwilowe wartości są  $w_a' = v_a' \cdot i_a'$  oraz w obwodzie siatki  $w_s' = v_s' \cdot i_s'$ .

Oznacza tu:  $I_k$ , prąd żarzenia,  $v_k$  napięcie żarzenia,  $v_a'$ ,  $v_s'$ ,  $i_a'$  i  $i_s'$  — odpowiednio chwilowe wartości napięć i prądów między katodą a anodą, i katodą a siatką. Moc żarzenia  $W_k$  jest stała podczas pracy lampy, przytem z podanych wyżej względów nie wywiera bezpośrednio znaczącego wpływu na stan próżni w lampie.

Natomiast moc, tracona w anodzie  $W_a'$ , będąca sumą mocy chwilowych  $w_a'$  za okres, oraz moc stracona w siatce  $w_s$ , będąca również podobną sumą mocy  $w_s'$  zależą od warunków pracy lampy w danym układzie generatorowym czy amplifikatorowym, a więc od sprawności układu  $\eta$ .

Moc  $W_s'$  przy racjonalnej pracy układu (właściwe wzbudzenie i t. p.) jest naogół znikomo mała i tylko przy wyjątkowo niekorzystnych warunkach może temperatura siatki osiągnąć względnie wysokie wartości, jednak nie pociąga to za sobą zbytniego pogorszenia próżni wobec niewielkich stosunkowo mas metalu siatki.

Dopiero moc, tracona w anodzie  $W_a'$  wywiera główny wpływ na stan próżni w lampie. Jak wiadomo, dla danego typu lampy, a więc dla danych wymiarów anody zależnie od rodzaju materiału, z którego jest ona wykonana, stopnia usunięcia gazów okludowanych, warunków chłodzenia, oraz objętości próżniowej istnieje pewna maksymalna moc  $W_a'$  zwana mocą admissyjną, która dopuszczalnie — bez szkody dla całości lampy — może się w anodzie lampy wydzielić. Jest to jedna z wielkości, które charakteryzują lampę katodową trójelektrodową nadawczą.

Przy danych warunkach chłodzenia lampy moc ta warunkuje najwyższą temperaturę, jaką osiąągają różne części lampy podczas pracy.

Przy tych temperaturach ilość wydzielonych przez nie gazów nie powinna przekraczać pewnej normy, wymaganej ze względu na prawidłową pracę lampy.

II. Określenie próżni w lampie katodowej w okresie fabrykacji odbywać się może przy pomocy jakiegokolwiek z metod pomiaru próżni (miarka M.

<sup>1)</sup> Przy prawidłowej pracy lampy, jako generatora, siatka nie powinna się zbytnio nagrzewać.

Leod'a, manometr absolutny Knudsen'a, manometr molekularny Langmuir'a lub t. p.). Najczęściej stosowana jest do tego celu najprostsza miaraka McLeod'a, pozwalająca wykonywać pomiary do  $5 \cdot 10^{-6}$  mm słupa rtęci; ma więc ona w tym wypadku charakter raczej kontrolujący właściwy przebieg procesu pompowania.

Z chwilą odtopienia lampy od pompy, wyszczególnione powyżej metody pomiaru próżni nie mogą być stosowane, a zatem stan próżni w gotowej lampie usuwałby się z pod kontroli tak wytwórców, jak nabywcy. Pozostaje na szczęście jedynie metoda jonizacyjna, dająca się zastosować do pomiaru próżni w lampach katodowych o więcej niż dwóch, a więc np. o trzech elektrodach  $a$ ,  $b$  i  $c$ . Polega ona na pomiarze prądu jonów dodatnich, otrzymanych przez jonizację cząstek resztek gazów w lampie pod wpływem jonizującego działania elektronowego.

Oznaczając (rys. 1) prąd elektronowy, wywołujący jonizację przez  $I_-$ , prąd jonów dodatnich powstały dzięki prądowi  $I_+$  przez  $Z+$  oraz drogę, na której następuje jonizowanie przez  $d$ , otrzymamy wzór na ciśnienie gazu w bańce

$$p = k \cdot \frac{I_+}{I_-} \cdot d,$$

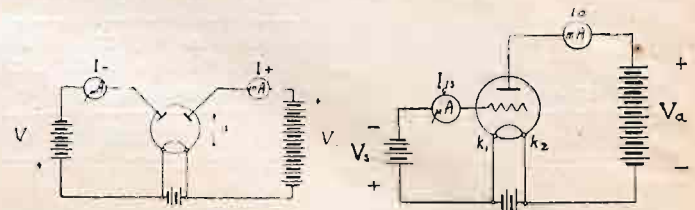
w którym  $k$  jest pewnym współczynnikiem empirycznym, zależnym od rodzaju gazu, potencjału elektrody jonizującej  $V_c$  i zbierającej prąd jonów dodatnich  $V_j$ , a więc dla danej lampy  $k = f(V_c, V_j)$ .

Metoda jonizacyjna została opracowana przez H. Rukopa<sup>1)</sup> w 1915 w laboratorium firmy Telefunken; pierwsze jednak ogłoszenie jej zostało uskutecznione przez O. Buckley'a<sup>2)</sup>. Dalsze opracowania zawdzięczać należy Misamichi So<sup>3)</sup>, W. Kaufman'owi i F. Serowy'emu<sup>4)</sup>, S. Dushman'owi i C. G. Found'owi<sup>5)</sup> oraz H. Simon'owi<sup>6)</sup>. Prace ich zawierają rozważania teoretyczne metody z uzasadnieniem dyskusji oraz pewne dane i wskazówki praktyczne co do warunków, w jakich należy wykonywać pomiary, aby wyeliminować zmienność współczynnika  $k$ .

W zastosowaniu do pomiaru próżni w lampach katodowych metodą jonizacyjną można się posługiwać w dwóch różniących się nieco odmianach, w układzie t. zw. „A”, oraz układzie „B”.

Układ A (rys. 2). Tutaj prądem jonizującym jest prąd anodowy  $I_a$  uzyskany dzięki wysokiemu dodatniemu potencjałowi anody, prądem jonowym — prąd „odwrotny” siatki, to jest ten prąd, jaki będzie płynął wówczas, gdy potencjał siatki będzie niższy od najniższego potencjału katody, co się osiąga przez udzielanie siatce niewielkiego początkowego potencjału ujemnego (względem ujemnego końca katody<sup>1)</sup>).

Drogą jonizacji jest tu odległość anoda-katoda, gdyż na tej drodze następuje jonizowanie cząstek gazu przez elektrony, a więc  $d = d_{ak}$



Rys. 1.

Rys. 2.

Ciśnienie gazów w lampie

$$p = k_1 \frac{I_{js}}{I_a} d_{ka}.$$

Układ B różni się od poprzedniego zmianą ról elektrod: siatka jest dodatnia (jonizująca), zaś anoda ujemna (zbierająca).

Pomimo, iż układ ten posiada tę zaletę, że dla uzyskania danego prądu jonizującego wystarczy mniejsze napięcie baterji  $V_+$ , wobec małej odległości siatki od katody, jednak w zastosowaniu jest mniej dogodny, gdyż droga jonizacji  $d$  nie jest w nim jednoznacznie określona, bowiem elektrony jonizujące, które biegną od katody, wykonywują szereg oscylacji poprzez otwory siatki, zanim je osiągną, dzięki czemu droga jonizacji jest pozornie większa i zależna w dużym stopniu od napięcia jonizującego.

Przez odpowiedni dobór napięcia  $V_+$  oraz prądu  $I_+$  można moc, zamieniającą się na ciepło w danej elektrodzie jonizującej, doprowadzić do żądanej wielkości, a więc przez to doprowadzić elektrodę do żądanej temperatury. W ten sposób pomiar próżni może być wykonany przy dowolnym stanie cieplnym elektrod, co pozwoli również na określenie stopnia zawartości gazów okludowanych w elektrodach.

Ponieważ układ A umożliwia określenie gazów w anodzie, nazywa się jeszcze układem „na gazy w anodzie” w przeciwieństwie do układu B, zwanego układem „na gazy w siatce”.

Ponieważ ilości gazów w siatce są zazwyczaj stosunkowo nieznaczne w porównaniu z ilościami ich w anodzie, zaś droga jonizacji w układzie B nie jest jednoznacznie określona, przeto układ ten ustępuje, w zastosowaniu do pomiarów próżni, układowi A.

Ten ostatni zatem należy rozpatrzyć bliżej, szczególnie pod względem wpływu potencjałów  $V_a$  i  $V_s$  oraz rodzaju gazów na wielkość współczynnika  $k$ .

Wpływ potencjału siatki na wielkość współczynnika  $k$ , a więc temsamem na wynik pomiaru  $p$ , jest nieznaczny, jeśli tylko pomiar jest wykonany — jak to pokazuje doświadczenie — przy  $V_s$  mniejszym, niż — 3 do — 6 V, co jest i tak konieczne ze względu na uzyskanie w obwodzie siatki czystego prądu jonów dodatnich.

Można przeto przyjąć, iż z praktycznego punktu widzenia współczynnik  $k$  nie zależy od potencjału siatki  $V_s$ <sup>1)</sup>.

Wpływ potencjału anody nie jest natomiast do pominięcia i z nim należy

<sup>1)</sup> H. Rukop. Telefunkenzeitung, 1920, Nr. 19, S. 21.

<sup>2)</sup> O. Buckley. Proc. Nation. Acad. of Sciences 2, 1916, str. 683.

<sup>3)</sup> Misamichi So. Proc. Physico-Mathem. Soc. Japon 1, 1919, 76.

<sup>4)</sup> W. Kaufman i F. Serowy. Zeitschrift für Physik 5, 1921, str. 319.

<sup>5)</sup> S. Dushman i G. Found. Phys. Rev. 1921.17.7 i 1924.23.734.

<sup>6)</sup> H. Simon. Telefunkenzeitung, VI, 1923.32/33.

<sup>1)</sup> Dushman i Found l. c. H. Simon l. c.

się liczyć, wykonywując pomiary. Wartość współczynnika  $k$  maleje wraz ze wzrostem napięcia anodowego zmierzając dość szybko do pewnej stałej granicy. Wobec niedokładnej znajomości przebiegu funkcji  $k=f(V_a)$  najwygodniej jest wykonywać badanie danego typu lamp przy jednym i tym samym napięciu anodowym, natomiast osiągnięcie żądanej mocy, która ma być wydzielana w anodzie, uskutecznić przez zmianę prądu anodowego przy pomocy zmian potencjału siatki  $V_s$ .

Wpływ rodzaju gazu na wielkość współczynnika  $k$  wyraża się tem, iż współczynnik ten jest zależny od podatności cząsteczek danego gazu do jonizacji, a więc od zdolności dysocjacyjnej oraz od energii jonizacji cząsteczki. Z pewnym przybliżeniem można powiedzieć, iż współczynnik  $k$  naogół maleje wraz ze wzrostem ilości elektronów, znajdujących się w cząsteczce gazu, a więc z iloczynem ilości atomów danego gazu w cząsteczce przez liczbę atomową odpowiedniego atomu.

Co się tyczy składu chemicznego gazów okludowanych, wydzielanych przez nagrzane metale, z których najczęściej sporządzane są elektrody i doprowadzenia, a więc metale takie, jak nikiel i platyna, są to przeważnie gazy: jednytlenek i dwutlenek węgla, oraz wodór, przeciętnie w stosunku: 80% CO, 15% CO<sub>2</sub> i 5% H<sub>2</sub>. Oczywiście w takich warunkach współczynnik  $k$  będzie posiadał dla danego typu lamp wartość naogół dość stałą.

III. Przy określaniu gazów w anodzie za pomocą układu A, natrafia się na pewne trudności szczególnie w wypadku lamp nadawczych większych mocy o dużym współczynniku amplifikacji. Ponieważ dla wykonania pomiaru potencjału siatki musi być dostatecznie ujemny, zaś dla rozgrzania anody konieczne jest dość znaczne natężenie prądu anodowego, przeto dla otrzymania takiego prądu anodowego potrzebne jest wysokie napięcie anodowe, zgodnie ze wzorem

$$I_a = C(KV_s + V_a)^{3/2}$$

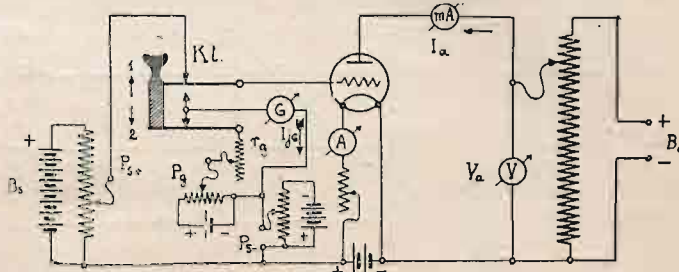
Istotnie przy danej wartości stałej  $C$  i przy ujemnej wartości potencjału siatki  $V_s$  dla uzyskania danego prądu anodowego  $I_a$ , napięcie anodowe musi być tem większe, im większy jest współczynnik amplifikacji lampy  $K$ .

Trudności te mogą być do pewnego stopnia usunięte przez zastosowanie takiego układu, w którym rozgrzanie anody do żądanej temperatury osiąga się przez uprzednie przyłożenie dodatniego potencjału do siatki, poczem włączając potencjał ujemny, mierzy się odpowiadający prąd jonowy, określający przy danym prądzie anodowym stan próżni przy nagrzanej katodzie.

Sposób ten jest powszechnie stosowany przy badaniu lamp katodowych pod względem stopnia opróżnienia anody. Aczkolwiek usuwa niedogodności wpływające z układu A odnośnie wysokiego napięcia wymaganego dla przeprowadzenia pomiaru, jednak wprowadza nowe: stopień nagrzania anody podczas wykonywania właściwego pomiaru jest mniejszy dzięki szybkiemu jej ostygnięciu, tembardziej iż czas niezbędny dla ustalenia się wychylenia galwanometru mierzącego prąd jonowy jest stosunkowo znaczny (przyrząd ze względu na czułość jest zazwyczaj typu lusterkowego).

W celu dalszego usunięcia nieodogodności, wpływających z opóźnienia pomiaru wskutek bezwładności galwanometru mierzącego prąd jonowy, w laboratorium Radjotechnicznym Politechniki Warszawskiej został opracowany specjalny układ metody jonizacyjnej, którego schemat przedstawiony jest na rys. 3.

Przy normalnem zarzeniu katody doprowadza się anodę do żądanej temperatury (odpowiadającej danej mocy traconej w anodzie) przez zmianę prądu



Rys. 3.

anodowego  $I_a$  przy pomocy zmiennego potencjału dodatniego siatki  $V_s$  regulowanego potencjometrem  $P_s$  utrzymując stałe napięcie anodowe.

Uzyskuje się te warunki przez górne położenie (1) przełącznika. Jednocześnie w tym położeniu przełącznika dolne jego ramię włącza galwanometr, służący dla pomiaru prądu jonowego, w dodatkowy obwód baterji  $V_g$  z potencjometrem i oporem  $r_g$ , dzięki czemu galwanometrowi może być nadane dowolne wychylenie.

Naciskając przełącznik  $K$  ku dołowi w położenie (2) siatkę przerywamy na galwanometr i za pośrednictwem potencjometru  $P$ , udzielającego jej odpowiedniego dla pomiaru próżni potencjału ujemnego, łączymy z katodą. Galwanometr uzyskuje obecnie wychylenie pod wpływem prądu jonowego  $I_{js}$ .

Przerzucając kilkakrotnie przełącznik  $K$  do położenia 2 na krótkotrwałe momenty czasu przy jednoczesnej regulacji potencjometru  $P_g$  względnie oporu  $r_g$  doprowadzimy do pewnego stałego wychylenia galwanometru niezależnego od położenia przełącznika. \*)

Prąd jonowy będzie przeto mógł być w takich warunkach spokojnie i dokładnie odczytany, wobec zaś krótkotrwałych tylko przerywań dodatniego potencjału siatki, wahania temperatury anody będą znikomo małe. Pomiar prądu jonowego będzie przeto istotnie miarą ilości gazów wydzielanych przez anodę dla danej mocy w niej traconej. Pomiary prądu jonowego przy różnych mocach traconych w lampie, pozwolą wyznaczyć krzywą wyrażającą stopień wydzielania gazów przy różnych obciążeniach anody.

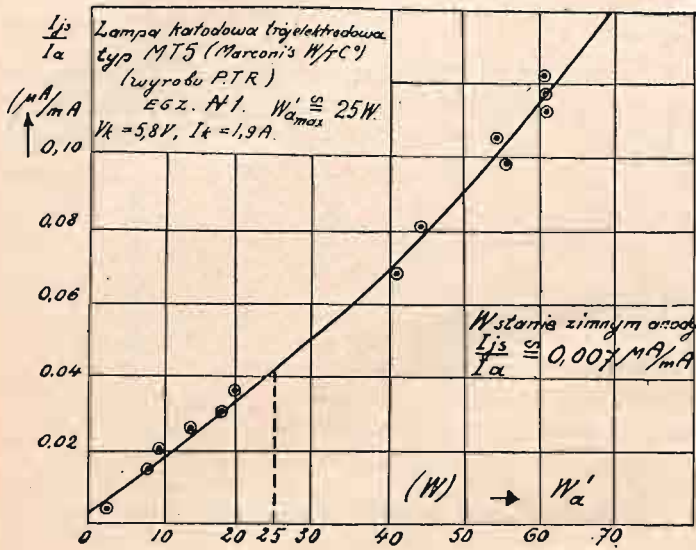
Przykład takiej krzywej otrzymanej przy pomocy opisanej metody dla lampy nadawczej typu MT5 Marconi's W/T Co Ltd (wyrobu P. T. R. w Warszawie) o normalnej mocy admisyjnej 25 ÷ 30 W podany jest na rys. 4.

Widzimy tu stały wzrost wydzielanych gazów wraz z obciążeniem anody, tak iż stosunek  $I_{js}/I_a$  wynoszący dla zimnej anody (gazy swobodne) około 0,007  $\mu\text{A}/\text{mA}$  ( $=7 \cdot 10^{-6}$ ), wzrasta do 0,042  $\mu\text{A}/\text{mA}$

\*) Czas przełączania winien być — przez odpowiednią konstrukcję przełącznika — zredukowany do minimum.

przy obciążeniu anody  $W_{a' \max} = 25 \text{ W}$  (gazy oklu-  
dowane w anodzie).

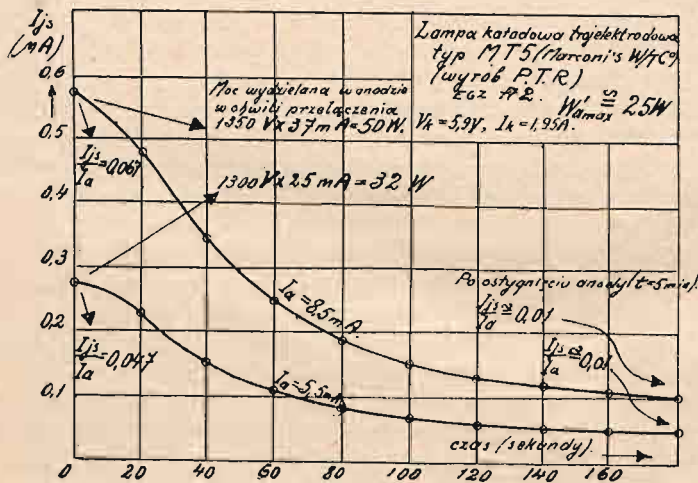
A więc zachodzi 6-ciokrotne zwiększenie ciśnie-  
nia gazów w lampie.



Rys. 4.

Rys. 5 przedstawia (dla zimnej lampy tego sa-  
mego typu) krzywe polepszenia się próżni wraz  
z ostygnięciem anody obciążonej raz do 50 W, drugi raz  
do 32 W.

Przy 32 W w anodzie w pierwszej chwili prze-  
łączenia przy pomiarze próżni stosunek  $I_{js}/I_a = 0,017$   
zaś przy 50 W —  $I_{js}/I_a = 0,067$ , a zatem obserwuje-  
my coraz wolniejsze wydzielanie się gazów ze wzro-  
stem obciążenia.



Rys. 5.

Po ostygnięciu anody (po upływie około 5 mi-  
nut) próżnia się poprawia tak iż  $I_{js}/I_a \approx 0,01$ .

Jeśli porównamy stan próżni w tej ostatniej  
lampie ze stanem próżni w lampie pierwszej zauwa-  
żymy, iż pogarszanie się próżni na skutek wydzielają-  
nych gazów z anody jest tu mniejsze bowiem np. dla  
 $W = 50 \text{ W}$  mamy  $\frac{0,067}{0,01} \approx 7$ -krotne pogorszenie próż-  
ni podczas gdy dla lampy pierwszej — dla tej samej  
mocy — znajdujemy  $\frac{0,092}{0,007} \approx 13$ -krotne pogorszenie  
próżni.

(Dla mocy  $W = 32 \text{ W}$  byłyby odpowiednie  
 $\frac{0,047}{0,01} \approx 5$  oraz  $\frac{0,033}{0,007} \approx 8$ ).

Co się tyczy stanu próżni przy anodzie zimnej,  
ciśnienie gazów w lampie drugiej jest  $\frac{0,010}{0,007} \approx 1,5$  —  
razy większe niż w lampie pierwszej.

W zakończeniu niech mi będzie wolno podzięko-  
wać p. kpt. inż. Krzyczkowskiemu za wydatną pomoc  
przy wykonywaniu pomiarów dla zilustrowania niniej-  
szej metody.

J. Groszkowski.

## Lampa katodowa dwusiatkowa.

przez inż. Sołkocowa.  
(Dokończenie).

### C. Zastosowanie praktyczne lamp katodowych dwusiatkowych.

Jak powiedzieliśmy na początku niniejszego artykułu,  
lampa dwusiatkowa znajduje coraz większe zastosowanie  
w praktyce radjotechnicznej, specjalnie radioamatorskiej. Pra-  
wie każdy nowy zeszyt pism radjotechnicznych przynosi coś  
nowego w tej dziedzinie.

Podamy więc tutaj kilka zasadniczych najciekawszych  
układów z lampą dwusiatkową.

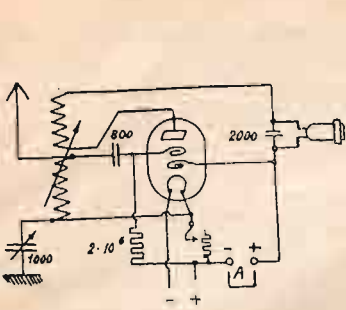
Jak zauważyliśmy powyżej, jedną z głównych zalet lam-  
py dwusiatkowej jest znaczne zmniejszenie napięcia anodowego.  
Stąd powstała myśl zupełnego skasowania tej baterji, korzysta-  
jąc tylko z tego nadmiaru napięcia baterji żarzenia, który ma  
zawsze miejsce, aby zabezpieczyć potrzebne napięcie na ka-  
todzie.

Idea ta nie daje się skutecznie z lampą jednosiatkową,  
ponieważ szkodliwe działanie ładunku przestrzennego wymaga  
zastosowania dość wielkiego napięcia anodowego. Natomiast  
można to zrobić z lampą dwusiatkową szczególnie w wy-  
padkach, gdzie trzeba wzmacniać stosunkowo słabą energję,  
przedewszystkiem w układach z powrotnym działaniem (re-  
fleksyjnym) indukcyjnym lub pojemnościowym z jedną, najwy-  
żej 2-ma lampami. Jeden z takich schematów przedstawiony  
jest na rysunku 7. Baterja żarzenia ma większy potencjał, niż  
to jest potrzebne dla drucika, włączonego poza opornikiem żarze-  
nia. Do opornika odgałęzia się połączenie na anodę. Na wszelki  
wypadek zastosowano zaciski A, do których można włączyć ba-  
terję anodową; w razie odbioru bez specjalnej baterji anodowej  
zaciski A zwierają się zapomocą zwieracza. Siatka przeciw-  
ładunkowa jest połączona bezpośrednio na +, razem z anodą;  
tylko ta ostatnia jest włączona za telefonem, na którym wytwor-  
zony spadek napięcia daje pewną różnicę potencjałów między  
siatką a anodą.

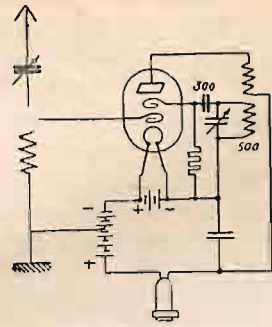
Rysunek 8<sup>12)</sup> podaje schemat odbiornika trzylampowego  
z indukcyjnym działaniem powrotnym, w którym właśnie lampa  
trzecia włączona jest podług schematu rys. 7. Zamiast induk-  
cyjnego sprzężenia, można zastosować pojemnościowe.

Jako poważne zalety schematów z lampą dwusiatkową  
z bardzo niewielką baterją anodową a nawet bez żadnej spe-  
cjalnej baterji anodowej, można wymienić: wielką czystość od-  
biornika, pozwalającą, jak wykazały doświadczenia, odbierać  
Amerykę w Berlinie, z jedną lampką; bardzo łatwe otrzymanie

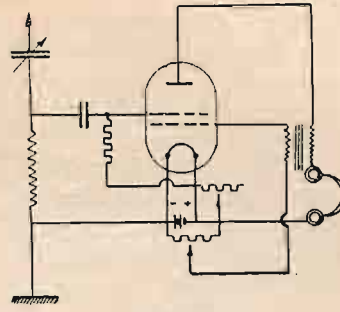
<sup>12)</sup> Rysunki 7, 8 i 9 wzięte z artykułu Manfred v Ardon-  
ne und Werner Slawyk Patrz „Radio Amateur” 6.III 1925 r.  
H. 10. Str. 247 — 249.



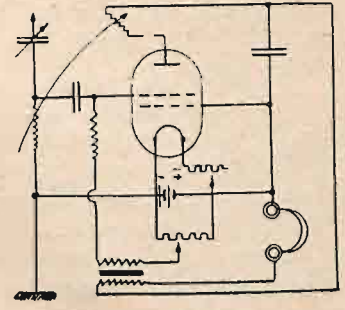
Rys. 7.



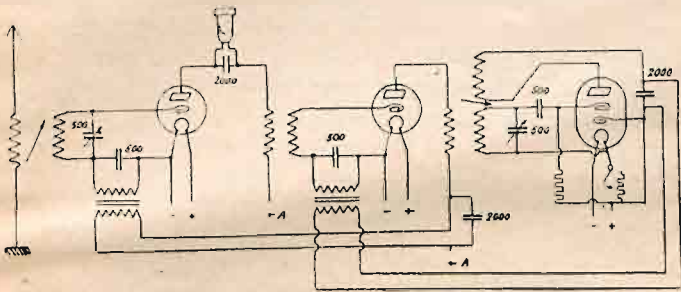
Rys. 9.



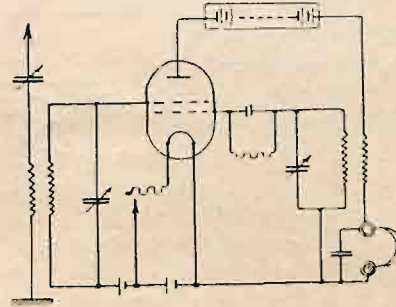
Rys. 10.



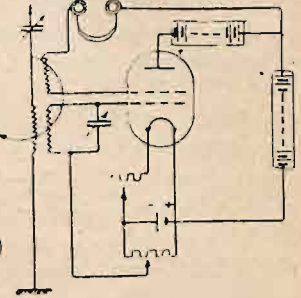
Rys. 11.



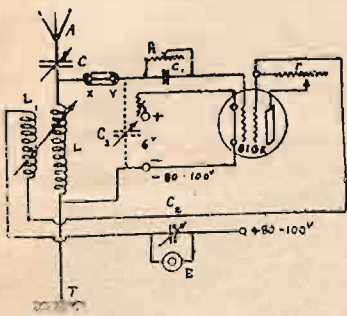
Rys. 8.



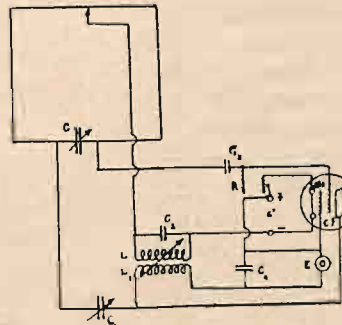
Rys. 13.



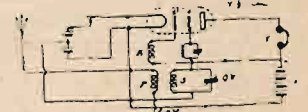
Rys. 12.



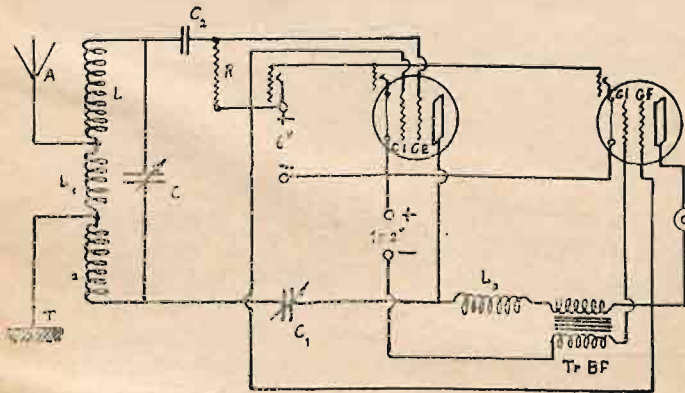
Rys. 14.



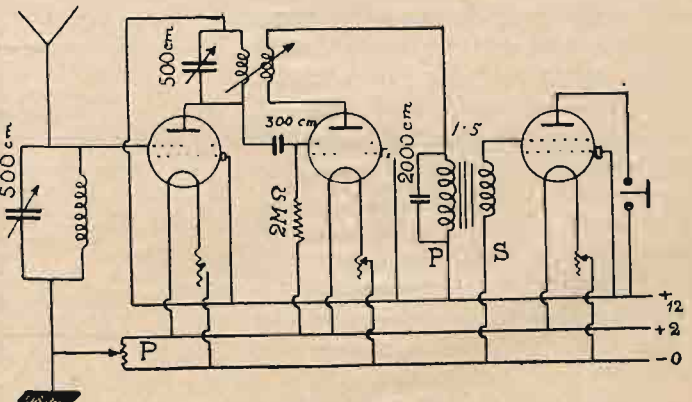
Rys. 15.



Rys. 16.

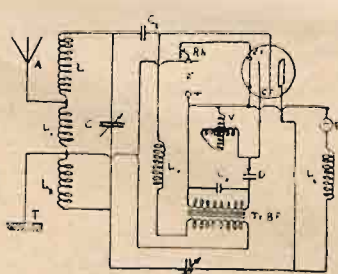


Rys. 17.

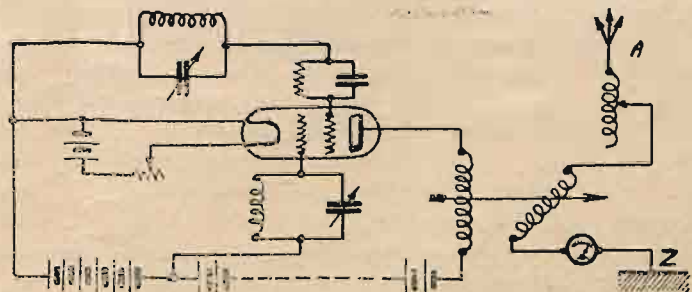


Rys. 18.

C = 450 cm  
 C<sub>1</sub> = 90 cm  
 C<sub>2</sub> = 225 cm  
 C<sub>3</sub> = 1800 cm



Rys. 19.



Rys. 20.

i podtrzymanie drgań; bardzo słabe działanie na zewnątrz anteny odbiorczej, z powodu bardzo małych ilości energii, które wchodzi tutaj w grę.

Ta zaleta jest szczególnie korzystna w dużych miastach, gdzie duża ilość stacji odbiorczych pracuje blisko obok siebie. Nawet przy zastosowaniu baterji anodowej, odbiorniki z lampą dwusiatkową w odpowiednim schemacie nie dają szkodliwego promieniowania nazewnątrz. Jeden z takich układów pokazany jest na rys. 9. Jak widać z rysunku, jedna siatka wzmacnia wielką częstotliwość, druga zaś służy do wytwarzania drgań i powrotnego działania.

Jako inne zalety odbiorników z lampą dwusiatkową należy jeszcze wymienić możliwość łatwego wyeliminowania zakłócenia, powstającego wskutek wzajemnego działania fal odbieranych i wysyłanych przez antenę odbiorczą.

W odbiornikach, o których mowa, zachodzi jeszcze jedno bardzo ciekawe i dodatnie zjawisko,—bardzo mały wpływ obcych drgań pasożytniczych. Pochodzi to stąd, że w lampach dwusiatkowych, pracujących bez osobnej baterji anodowej, prąd emisyjny bardzo prędko osiąga wartość prądu nasycenia. Do tej wartości dochodzi on już przy stosunkowo małych energiach, odbieranych przez aparat. Z powodu tego każde nowe zmiany na siatce nie dają prawie żadnych zmian w prądzie anodowym.

Wraz z zaletami trzeba wymienić i niektóre wady odbiorników z lampą dwusiatkową, a mianowicie: skomplikowane schematy i słabą energję odbiorników, nie pozwalającą odbierać na głośnik. Tak samo lampa dwusiatkowa nie nadaje się do zastosowania w układach, wymagających z natury rzeczy wysokiego napięcia anodowego, jak up. układ Armstrong'a i Flewelling'a.

Istnieje duża ilość rozmaitych schematów z lampką dwusiatkową. I tak schemat rys. 7-go może być zaopatrzonej w kondensator obrotowy do nastrojania obwodu anodowego, zaś rys. 10 i 11 dają dwa warjanty wykorzystania lampy z siatką przeciwladunkową dla podwójnego wzmacniania. Odbiorniki pracują bez specjalnej baterji anodowej. Natomiast rys. 12 podaje schemat tak samo z siatką przeciwladunkową, ale obydwie siatki wykorzystane dla wzmacniania,—siatka  $S_1$  wzmacnia wielką, zaś siatka  $S_2$  — małą częstotliwość. Jest tu specjalna baterja anodowa.

Z przytoczonych przykładów widać, że największe zastosowanie w praktyce ma lampa dwusiatkowa z siatką przeciwladunkową, jak o tem już było powiedziane wyżej, przy omawianiu własności obydwóch tych lamp. Ale mamy schematy także i z siatką „oslonną”. Jeden z takich schematów podany jest na rys. 13. Układ korzysta z powrotnego działania, używa się specjalnej baterji anodowej. Siatka oslonna, włączona na napięcie odpowiednio mniejsze od anodowego i przez telefon. Na rys. 14 i 15<sup>13)</sup> podane są dwa schematy superregeneracyjne z baterją anodową i bez niej. Schemat podany na rys. 14 stosuje się dla fal poniżej 500 m. Dane liczbowe są następujące:

$C = 25 \cdot 10^{-5}$ MF (225 cm)	$R = 6$ megomów
$C = 15 \cdot 10^{-5}$ MF (135 cm)	$r = 20$ —30 000 omów
$C_2 = 2 \cdot 10^{-3}$ MF (1 800 cm)	$L$ —zależy od anteny; dla anteny ramowej (włącza się do X—Y)—25—50 zw.
$C_3 = 25 \cdot 10^{-5}$ MF	$L_1$ —dwa razy większe od $L$ .

Lampy zastosowano firmy „La Radiotechnique”.

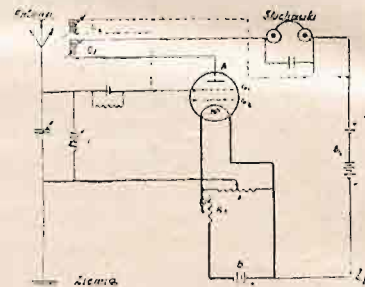
Rys. 15 podaje układ p. Cowper'a, dający bardzo dobre rezultaty na małych odległościach (15 km) i pozwalający odbierać w tych warunkach na głośnik z ramą 60 cm, dość wysoko podniesioną. Nastrojanie dość trudne.

Dane liczbowe są następujące:

$C = 5 \cdot 10^{-4}$ MF (450 cm)	$L = 1\ 000$ zw.
$C_1 = 1 \cdot 10^{-2}$ MF (9 000 cm)	$L_1 = 1\ 500$ „
$C_2 = 1 \cdot 10^{-2}$ MF	$R = 2$ megomy (zmiennie)
$C_3 = 25 \cdot 10^{-5}$ MF (225 cm)	$M =$ bliska środka symetrii ramy.
$C_4 = 5 \cdot 10^{-4}$ MF.	

Pierwszy schemat pracuje tem lepiej, im większą ma baterję anodową,—drugi zaś nie potrzebuje żadnej baterji anodowej.

Na rys. 16 podany schemat lampy dwusiatkowej w układzie heterodynowym.



Rys. 21.

Przytoczymy jeszcze tutaj schematy odbiornika dwulampowego (rys. 17), trzylampowego rezonansowego<sup>14)</sup> (rys. 18), oraz schemat, na którym lampa dwusiatkowa znajduje się w układzie razem z detektorem krystalicznym (rys. 20). Odbiorniki (rys. 17 i 19) pracują bez baterji anodowej.

Cewki  $L_1$ ,  $L_2$  nawinięte na wspólną rurce; dane kondensatorów podane obok rys. 19. Cewki  $L_3$  i  $L_4$  mają po 250 zw., średnicy 6 cm. Transformator małej częstotliwości  $T_2BF$  ma stosunek 1 : 3. Dla fal poniżej 500 m używa się warjomietru  $V$ , dla fal powyżej 500 m zastępuje go obwód nastrojany.

Lampa dwusiatkowa nadaje się także dla układów nadawczych, chociaż w tym kierunku mamy jeszcze mało danych eksperymentalnych. Jeden z możliwych schematów podaje rys. 20.

Rozumie się samo przez się, że nie wyczerpaliśmy wszystkich możliwych schematów, w których jest lub może być zastosowana lampa dwusiatkowa. W pismach periodycznych, szczególnie w pismach radioamatorskich, znajdzie czytelnik kilkadziesiąt opublikowanych schematów, dających mniejwięcej dobre wyniki w praktyce. Spotyka się w książkach zdanie, że często bywa, iż jeden i ten sam schemat daje u różnych amatorów różne wyniki. Trzeba to odnieść na karb dość trudnego i skomplikowanego nastrojania tych odbiorników, o czem już była mowa powyżej.

Na końcu chcę jeszcze przytoczyć schemat, w którym zastosowano lampę dwusiatkową „Micro”, firmy „La Radiotechnique” T. S. F. o której była mowa wyżej. Rys. 21 podaje zastosowanie lampy „Micro” w układzie detektorowym.

D. Sokolcow.

<sup>13)</sup> Rys. 14, 15, 17 i 19 wzięte z książki Joseph Rousel'a „Mon poste de TSF. Paris, 1925. Zwracamy uwagę czytelników-amatorów na tą dobrą książkę.

<sup>14)</sup> Rysunek wzięty z „Radio dla wszystkich”, 20.V 1925 r. Nr. 8, str. 127.

# Stacja nadawcza na fale krótkie w Sainte-Assise.

mjr. inż. Kaz. Kru'isz. (Dokończenie).

## Anteny <sup>1)</sup>.

Nadajnik pracował tak na antenach prostych bezkierunkowych, jak i na systemach anten wielokrotnych o charakterystyce kierunkowej.

A. Anteny proste. Dla osiągnięcia większej energii promieniowania wzbudzano antenę na falach harmonicznym. Fale w ten sposób promieniowane oprócz znacznie większej energii posiadają tę charakterystyczną własność, że nie promieniują one równolegle do powierzchni ziemi, lecz pod pewnym kątem w górę <sup>2)</sup>. Poniższe zestawienie daje nam teoretycznie obliczone wartości energii promieniowanej (przy stałej mocy nadajnika), oraz kąta najsilniejszego promieniowania (kierunek wektora Poynting'a) dla harmonicznym stosowanych przy próbach tow. S. F. R.

Harmoniczna	Moc promieniowana wyrażona w stosunku do fali zasadniczej	Kąt nachylenia wektora Poynting'a
1 (fala zasadn.)	1	0°
3	1.43	47°
4	1.68	33°
15	4.53	72°

Promieniowanie energii elektromagnetycznej pod pewnym kątem względem poziomu pociąga za sobą ciekawe zjawiska: stacja słyszana w małym stosunkowo promieniu zjawia się ponownie w bardzo znacznej odległości skutkiem odbijania się fal w wyższych warstwach atmosfery. Zjawisko to jest teoretycznie mało jeszcze wyjaśnione i co do przyczyny i skuteczności jego istnieje szereg sprzecznych poglądów. Dotychczasowe doświadczenia jednak, poczynione w korespondencji między S-te Assise (15-ta harmoniczna) i Clichy (3-cia i 4-ta harmoniczna) z jednej strony a Buenos Aires z drugiej strony, dały wyniki zupełnie zadawalające. Towarzystwa S. F. R. jest zdania, że dzięki nadawaniu kierunkowemu w płaszczyźnie pionowej w znacznym stopniu ogranicza się pochłanianie fal przez otaczające przedmioty, fale bowiem omijają je na znacznej części swej drogi.

B. Układy kierunkowe anten wielokrotnych.

Pewne układy anten dają teoretycznie charakterystyki wybitnie dwu- lub jednokierunkowe. W odległościach względnie niewielkich od stacji nadawczej pomiary w zupełności potwierdziły teorię. Dotychczas jednak niema dostatecznych danych empirycznych na stwierdzenie, czy w znacznych odległościach na skutek uginania i odbijania się fal ten charakter kierunkowy nie zatracą się w większym lub mniejszym stopniu <sup>3)</sup>. Błędy te, szczególnie w pewnych porach dnia, dochodzą do kilkudziesięciu stopni.

W każdym bądź razie chociażby początkowe skierowanie energii oznacza pewien zysk w porównaniu z nadawaniem bezkierunkowym.

<sup>1)</sup> Patrz Przegląd Radjotechn. 1925 Nr. 7/8 i 9/10. Nadawanie kierunkowe przy pomocy fal krótkich, referat inż. Aisensteina w Stow. R. P.

<sup>2)</sup> Patrz Przegl. Radjotechn. 1925 Nr. 9/10 str. 38, „Najlepsza fala nadawcza” rys. 3-ci.

<sup>3)</sup> Obawy te są uzasadnione, gdy uwzględnimy olbrzymie błędy przy pomiarach radjogonjometrycznych fal krótkich.

Tow. S. F. R. wypróbowało dwa układy kierunkowe:

I. W Clichy układ czterech anten ustawionych w jednej linii, który w płaszczyźnie poziomej daje charakterystykę wybitnie dwukierunkową symetryczną. Kierunkowość prostopadła do płaszczyzny anten była tem ostrzejsza, im krótsza była fala nadawcza (pracowano od 96 do 72 m). W płaszczyźnie pionowej kierunek promieniowania, zależnie od długości fali, nachylony był do poziomu pod kątem od 45° do 30°.

Aby we wszystkich antenach osiągnąć zgodność faz, zasilano je ze wspólnego źródła za pośrednictwem przewodów dokładnie równej długości.

II. W S-te Assise próbuje się układ jednokierunkowy, polegający na ustawieniu pod kątem prostym dwu systemów opisanych pod I. W rzeczywistości zastosowano 3 szeregi po 5 anten, tworząc prostokąt. Odstęp między szeregami wynosi  $\frac{2}{3}\lambda$ , zaś odstęp anten w szeregu  $\frac{2}{15}\lambda$ . W ten sposób otrzymujemy szeregi po 5 anten, prostopadłe do szeregów po 3 anteny. Układ ten wykazał bardzo dobre własności kierunkowe: pod kątem 10° względem głównego kierunku promieniowania energia zmniejsza się do  $\frac{2}{3}$ , pod kątem 20° do  $\frac{17}{100}$  energii promieniowanej w kierunku głównym.

Największą trudność stanowi w tym systemie zasilanie wszystkich anten w zgodnych fazach. W S-te Assise zastosowano centralny punkt zasilający, z którego rozprowadza się energię do poszczególnych anten, jednakże rozwiązanie kwestii przewodów od nadajnika do punktu zasilającego i od tegoż do anten było nielatwym zagadnieniem technicznym.

## Wyniki.

Próby korespondencji z Buenos-Aires odbywają się począwszy od 12 lipca 1924. Odbiornik składał się z lampy detektorowej z reakcją i dwu lamp malej częstotliwości. Antenę odbiorczą stanowił przyśmal długości 15 m, zawieszony na wysokości 14 m.

Znaki pojawiały się regularnie między godz 16-tą a 17-tą (według czasu Buenos-Aires) i o godzinie 17,30 osiągały siłę odbioru, wystarczającą dla normalnej korespondencji, aż w końcu dochodziły do takiej siły, że odbiór był możliwy na samą lampę detektorową. Odbiór zaczął słabnąć o godz. 0,30, aż wreszcie zanikał zupełnie około godz. 2-giej. Począwszy od 31 lipca 1924 r. wprowadzono regularne nadawanie od godz. 17.30 do 1,00.

Podobną okresowość odbioru stwierdzono również przy innych stacjach, pracujących falami około 100 m. (Poldhu 94 m, Nauen 70 m). Jedynie Pitsburg, pracujący falą 67 m, jako znacznie bliższy i położony w innym kierunku, słyszano w Buenos-Aires w godzinach od 20,00 do 5,00.

Co się tyczy praktycznej wartości tych i innych doświadczeń, przesiębranych nad falami krótkimi w korespondencji na wielkie odległości, to wszystkie światowe firmy radjotechniczne są zgodnego zdania, że nie wyszły one jeszcze ze stadjum doświadczalnego. Urządzenia, pracujące falami krótkimi — narazie przynajmniej — mogą być jedynie uzupełnieniem normalnych stacyj transatlantyckich, o żadnej konkurencji jednak mówić nie można. Opinię tę wyraził dwukrotnie Międzynarodowy Komitet Techniczny wielkich firm radjotechnicznych na swych posiedzeniach w sierpniu 1924 roku w Londynie i w grudniu 1924 roku w Nowym Jorku.

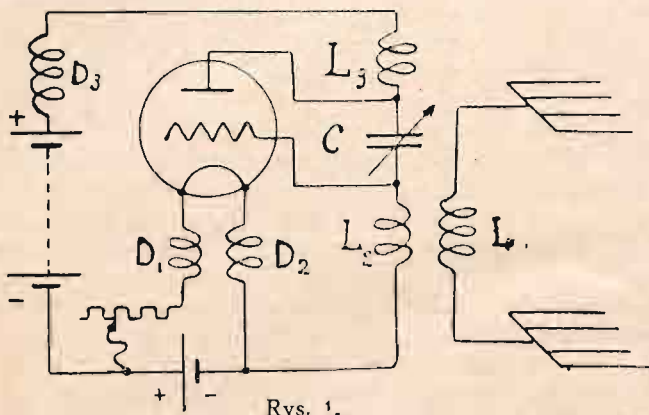
## Wiadomości techniczne.

### Doświadczenie z falami długości 5 m.

O próbach przeprowadzonych z falami elektromagnetycznymi o długości 4,5 — 5,5 metra informuje nas Radio News Nr. 6 i 7 i der Radio Amateur Nr. 29 r. b.

a) Generator składał się z lampy 5 watywowej w układzie rys. 1 przytem cewki  $L_2$  i  $L_3$  miały każda po 2

zwoje 7 cm drutu miedz. około 2,5 mm grub. cewki  $L_1$  stanowił tylko jeden takiż zwoj. Sprężenie między cewkami  $L_1$  i  $L_2$  i  $L_3$  jest nadzwyczaj słabe. W układzie widzimy poza-tem dławiki wielkiej częstotliwości,  $D_1$ ,  $D_2$  i  $D_3$  wykonane z 30 zwoi drutu miedzianego 0,5 mm nawiniętego bezpośrednio jako szpula płaska („dno koszyka”) o przeciętnej średnicy ok. 2 cm.



Rys. 1.

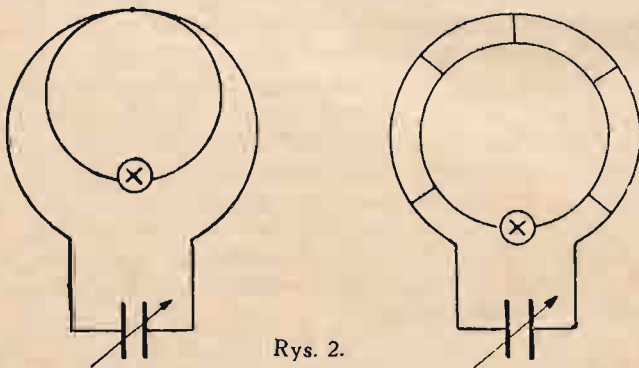
Wszystkie cewki są nawinięte bez użycia szkieletów, które oddziaływałyby szkodliwie na działanie generatora.

Kondensator zmiennej pojemności stosowano, albo zwykły obrotowy z 3-ma płytkami odległymi od siebie o 5 mm, albo też sporządzono go z dwóch sprężynowych płytek metalowych  $7 \times 7$  cm umocowanych za jeden róg, przez rozchylenie, lub naginanie płytek osiągało się żadaną pojemność.

Dla uniknięcia wszelkich szkodliwych mas metalowych, powiększających pojemność układu a temsamem utrudniających wtwarzanie fal nadzwyczaj krótkich niezbędne było usunąć zarówno oprawkę od lampy jak i nóżki samej lampy i odpowiednie końcówki połączyć bezpośrednio jaknaj-krótszemi przewodami z całym układem.

b) F a l o m i e r z . Dla mierzenia tych krótkich fal zbudowano specjalny falomierz składający się z samoindukcji o jednym zwoju 7 cm drutu miedz. 2,5 mm połączonej z małym kondensatorem zmiennym. Jako wskaźnik zastosowano 1,5 watomą lampkę, dołączoną do pierścienia, średnicy 5 cm z drutu 0,5 mm.

Pierścień ten połączony był, albo w jednym miejscu z obwodem falomierza, albo też w kilku miejscach przy pomocy odpowiednich promieni drucianych (rys. 2-a i 2-b).



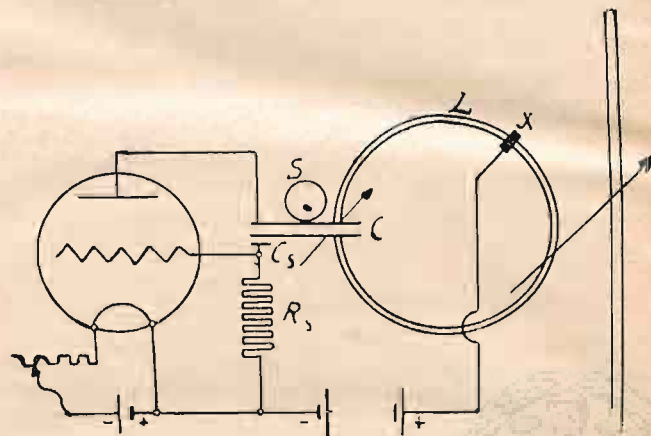
Rys. 2.

c) Stwierdzenie pracy generatora i pomiar dł. fali: Drgania w obwodzie generatora stwierdzono przy pomocy miliamperomierza, natężenie prądu anodowego podnosiło się w punktach rezonansu, spadało zaś szybko po przekroczeniu tych punktów.

Po stwierdzeniu w ten sposób istnienia drgań ustawiono w pobliżu wyżej opisany falomierz i regulowano w zwykły sposób. Przy osiągnięciu rezonansu lampka falomierza zapalała się jasno.

d) P o m i a r d ł u g o ś c i f a l i m e t o d ą Lecher'a. Dla wykonania tego najłatwiejszego a tak poglądowego pomiaru długości fali najwygodniej zastosować antenę z dwu drutów równoległych około 8 m długości rozpiętych równolegle w odległości około 15 cm sprężonych z generatorem przy pomocy dwóch cewek składających się każda z 2-ch zwoi 7 cm . Drugie końce cewek są połączone między sobą przy pomocy 2-ch kondensatorów o zmiennej pojemności, co daje możność ostrego nastrojenia anteny do rezonansu z generatorem. Przy należytem nastrojeniu anteny tworzą się na niej stojące fale elektromagnetyczne, których istnienie stwierdzić można lampką neonową (lub galwanometrem z detektorem). W punktach odpowiadających brzuscom fal lampka zapala się najjaśniej, w punktach węzłowych gaśnie zupełnie.

e) O d b i o r n i k . Poniżej opisujemy odbiornik



Rys. 3.

lampowy zdolny odbierać tak krótkie fale (rys. 3). Samoindukcję stanowi tu płaski pierścień 16 cm średnicy. Na pierścieniu tym mamy przesuwany zacisk, z którym łączy się dodatni biegun baterji anodowej. Kondensator zmienny utworzony jest z 2-ch elastycznych płytek metalowych  $7 \times 10$  cm; odległość wzajemna tych płytek regulowana jest w granicach 8 — 12 mm przy pomocy krążka ekscentrycznego „S” — ok. 2,5 cm. Krążek ten posiadać musi, rzecz oczywista, do regulacji długą rączkę izolacyjną aby uniknąć szkodliwego wpływu ciała ludzkiego. W odległości około 2 mm od jednej z płytek powyżej opisanego kondensatora umocowana płytka metalowa  $1 \times 1$  cm, połączona z siatką lampki. Płytką tą tworzy z poprzednią płytką kondensatora — kondensator siatki. Między siatką i nitką mamy pozatem dla osiągnięcia detektorowego działania lampki zwykły opór siatkowy  $R_s$ . Antenę wreszcie stanowi prosty pręt metalowy, którego środek umocowany jest niedaleko cewki „S”. Osiągamy w ten sposób zupełnie wystarczający stopień sprzężenia między obwodem anodowym, a anteną. Górna część prętu stanowi antenę, dolna zaś przeciwwagę. Powyżej opisanym odbiornikiem odbierać można fale o zakresie 4,5 — 5,5 m długości. Te graniczne długości fal odpowiadają ilości drgań 67 i 55 milionów na sekundę. Jeżeli ustalić zakres zmienności drgań głosu ludzkiego na 10 000 na sekundę — to otrzymamy w podanych granicach dł. fal 4,5 — 5,5 m umieścić się da około 1200 nadawczych stacji telefonicznych i stacje te zupełnie nie będą sobie wzajemnie przeszkadzały. Czyż nie warto więc zainteresować się bliżej falami bardzo krótkimi. Tu tylko znaleźć może rozwiązanie zagadnienia umieszczenia w całej grupie istniejących stacji nadawczych radjofonicznych, stacji nowych — bez spowodowania szkodliwych wzajemnych oddziaływań.

A. Dąbr.