

# PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH  
pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok VI.

1 Września 1928 r.

Zeszyt 17—18

Redaktor por. St. JASIŃSKI.

Warszawa

Marszałkowska 33 m. 11, tel. 140-45.

## O TEORJI LAMPY TRÓJELEKTRODOWEJ.

Czesław Rajski.

Szereg badań, dotyczących teorii lampy katodowej, można podzielić na kilka grup w zależności od tego, czy:

1. Dotyczą lampy dwuelektrodowej czy trójelektrodowej,

2. Obecność ładunku przestrzennego jest uwzględniona czy nie,

3. Dotyczą układu płaskiego czy cylindrycznego

Rozkład potencjałów w kenotronie bez uwzględnienia ładunku przestrzennego, linjowy w układzie płaskim, logarytmiczny w cylindrycznym jest znany z elementarnych przykładów elektrostatyki i nie posiada żadnych specjalnie ciekawych cech.



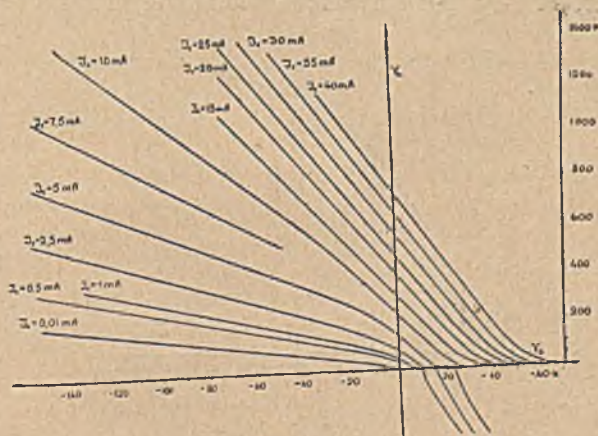
Rys. 1.

Elektrostatyczny rozkład potencjałów w lampie trójelektrodowej z okrągłymi żeberkami siatki, rozmieszczonymi w wierzchołkach wielokąta foremnego (rys. 1) oraz równoległymi do katody został zbadany przez M. Lauego.<sup>1)</sup> Rozwiązanie dla siatki złożonej z szeregu równych i równoległych pierścieni kołowych koncentrycznych z anodą (rys. 2) dał G. J. Elias.<sup>2)</sup> Jak wiadomo, w bardzo licznych typach budowanych lamp siatka ma kształt spirali. Zamiana jej na szereg pierścieni ma na celu uproszczenie rozważań przez sprowadzenie zagadnienia trójwymiarowego do dwuwymiarowego. Jednak jesteśmy już w posiadaniu rozwiązania ściśłego dla siatki spiralnej dzięki pracy B. D. H. Tellegena. Jedyne uproszczające założenie, jakie on czyni, jest to, że układ elektrod jest nieskończenie długi.

Uwzględnienie ładunku przestrzennego w kenotronie znajdujemy w pracach Langmuir'a. W pierwszej z nich<sup>3)</sup> mamy wyprowadzenie znanego prawa potęgi  $\frac{3}{2}$  w przypadku przebiegów elektronowych dla układu płaskiego i cylindrycznego. Obowiązuje ono do zakresu nasycenia, ale tylko powyżej napięć odpowiadających wyjściowym szybkościom elektronów. Badaniem zależności prądu od napięcia

anodowego dla niższych napięć zajął się W. Schottky,<sup>4)</sup> który równocześnie wniknął głęboko w fizyczną stronę przebiegów, wykazując konieczność istnienia w okolicy katody potencjałów niższych od potencjału samej katody. Następnie Epstein i inni poszukiwali rozwiązania, które z uwzględnieniem szybkości wyjściowej byłoby ważne aż do nasycenia, jednak znów dopiero Langmuir zebrał ich prace i, po usunięciu pewnych niedokładności, dał ostateczny wzór.<sup>5)</sup>

Zatem znane nam są dokładnie przebiegi w kenotronie z ładunkiem przestrzennym lub bez, oraz w lampie trójelektrodowej bez ładunku przestrzennego. Brak jest natomiast zupełny, o ile mi wiadomo, dokładnej analizy rozkładu potencjałów w lampie trójelektrodowej przy uwzględnieniu obecności ładunku przestrzennego. Oczywiście przybliżone pojęcie dają nam wzory elektrostatyczne, ale operować nimi trzeba z całą ostrożnością, ponieważ w niektórych przypadkach mogą one zupełnie zawodzić. Np. współczynnik amplifikacji, obliczony ze wzorów elektrostatycznych zgadza się dość dobrze z pomierzonym w normalnych warunkach pracy, jednak z drugiej strony ten sam współczynnik am-



Rys. 2.

plifikacji określa się elektrostatycznie, jako stosunek takich przyrostów potencjałów anody i siatki, które wywołują jednakowe zmiany ładunku na katodzie, względnie, jako stosunek pojemności cząstkowych anody i siatki, co jest niestuszne w obecności atmosfery elektronowej. Albowiem w pałacej się lampie przed zakresem nasycenia, a ściślej biorąc przed przegięciem charakterystyki prądu anodowego ładunek katody jest stale równy zeru, zaś

<sup>1)</sup> M. v. Laue. Annalen der Physik. 59, 465, 1919.

<sup>2)</sup> G. J. Elias. Ann. d. Phys. 78, 370, 1925.

<sup>3)</sup> B. D. H. Tellegen. Ann. d. Phys. 78, 387, 1925.

<sup>4)</sup> I. Langmuir. Physical Review 2, 450, 1913.

<sup>5)</sup> W. Schottky. Phys. Zeitschr. 15, 526, 1914.

<sup>6)</sup> I. Langmuir. Phys. Rev. 21, 419, 1923.



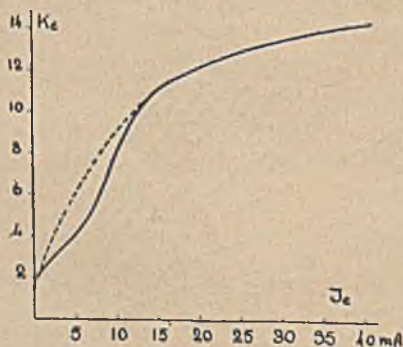
stosunek pojemności anoda-katoda i siatka-katoda bynajmniej nie jest równy współczynnikowi amplifikacji, jak to wynika z poprzedniej pracy autora.<sup>7)</sup> Temniemniej w pewnej świeżo ogłoszonej pracy, dotyczącej rozdziału prądów pomiędzy anodę i siatkę posilującą się wzorami elektrostatycznymi osiągnięto dostateczną zgodność obliczeń z pomiarami. Te, trochę sprzeczne, wyniki zostaną zapewne w przyszłości wyjaśnione, gdy uda się pokonać trudności matematyczne, związane z ustaleniem ścisłej teorii lampy trójelektrodowej.

Ciekawe są pewne konsekwencje, dotyczące budowy siatki, jakie można wyciągnąć ze wzorów na współczynnik amplifikacji. Dla układu na rys. 1 wygląda, jak następuje:

$$K = \frac{n \lg \frac{r_a}{r_s}}{\lg \frac{r_s}{n \rho_s}}$$

gdzie  $r_a$  oznacza promień anody,  $r_s$  — promień siatki,  $\rho_s$  — promień żeberka,  $n$  — liczbę żeberek. Powyższy wzór został wyprowadzony niezależnie przez J. J. Thomsona, Abrahama i Lauego.

Jak widać z niego, przy zwiększaniu liczby żeberek współczynnik amplifikacji rośnie, przy zmniejszaniu średnicy żeberek maleje, zachodzi pytanie, co się dzieje, gdy obie te zmiany odbywają się jednocześnie. Aby na to odpowiedzieć, trzeba ustalić pewną zależność pomiędzy  $\rho_s$  i  $n$ . Najprostszym będzie przyjąć, że powierzchnia, zajęta przez żeberka w powierzchni cylindra siatki o promieniu  $r_s$  pozostaje stała, czyli, że  $n \rho_s = \text{const}$ . Na pierwszy rzut oka można byłoby sądzić, że wówczas wpływ siatki będzie stały, jednak wzór wskazuje, że tak nie jest. Bowiem tylko mianownik jest stały, zaś licznik rośnie proporcjonalnie do  $n$ . Zatem, przypuśćmy, przy dwukrotnym zmniejszeniu śred-



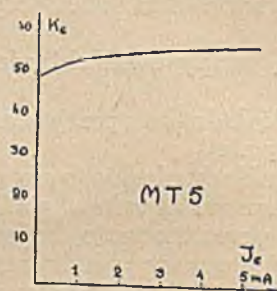
Rys. 3.

nicy żeberek liczba ich winna wzrosnąć mniej niż dwukrotnie dla zachowania stałego  $K$ . Stąd wynika, że przy nieograniczonym zmniejszaniu się odległości żeberek ich średnica winna niewspółmiernie szybko maleć, o ile współczynnik amplifikacji ma pozostać skończony. Zatem nie można rozważać siatki nieskończenie cienkiej i nieskończenie gęstej, któraby jednak była tak subtelną, aby jeszcze przepuszczać linie sił pola, pochodzące od anody. Można rozważać siatkę bardzo subtelną, ale niemożliwe jest fizycznie siatkę nieskończenie subtelną, dająca skończony współczynnik amplifikacji.

<sup>7)</sup> Prz. Radjot. Luty, 1928.

Ta niemożność idealizacji siatki, która musi pozostać zawsze pewnym ciałem o skończonych i konkretnych wymiarach geometrycznych, komplikuje niezmiernie ściśle badanie rozkładu potencjałów. Bowiem powierzchnie ekwipotencjalne nie mogą stać się walcowe, lecz posiadają w warunkach normalnej pracy amplifikacyjnej kształt mniej więcej, jak pokazany jest na rys. 1. Wynika stąd, że rozkłady potencjałów wzdłuż promieni, położonych w różny sposób względem żeberek, są rozmaite i można mówić tylko o jakimś przeciętnym rozkładzie, który może nawet nie posiadać fizycznego odpowiednika.

Wyżej powiedziane nie traci swej wartości dla innych konstrukcji siatki, naskutek istnienia regu-



Rys. 4.

ły,<sup>8)</sup> która głosi, że w lampach o danych promieniach siatki i anody oraz grubości żeberek, współczynnik amplifikacji prawie nie zależy od sposobu ich (jednostajnego) rozmieszczenia, o ile całkowita ich długość zostaje niezmienna. Matematycznie to oznacza, że wzór na współczynnik amplifikacji lampy z dowolną konstrukcją siatki można doprowadzić sztywno do uprzednio wymienionej postaci.

Bodaj najbardziej charakterystyczną cechą współczynnika amplifikacji w ujęciu elektrostatycznym jest jego zupełna niezależność od potencjałów siatki i anody. Wiadomo,<sup>9)</sup> że to nie odpowiada ściśle rzeczywistości, gdyż współczynnik amplifikacji maleje lekko wraz ze zmniejszaniem się prądu emisyjnego. Przyjętem jest tłumaczyć to zjawisko tworzeniem się na katodzie „wysp”, czyli miejsc zasłoniętych przez żeberka siatki i nie uczestniczących przez to w pracy lampy, jednak to tłumaczenie jest oczywiście możliwe tylko w zakresie ujemnych potencjałów siatki. Ponieważ owe niewielkie zmiany współczynnika amplifikacji zachodzą w tym samym stopniu przy dodatnim potencjale siatki, zatem nie są one spowodowane tworzeniem się wysp, lecz tylko nierównomiernością nateżenia pola przy katodzie. W poszukiwaniu wpływu istotnego tworzenia się wysp zostały zdjęte charakterystyki prądu emisyjnego lampy trójelektrodowej w zakresie wysokich ujemnych potencjałów siatki. Aby uniknąć w miarę możliwości pobocznych wpływów, jak to spadku napięcia wzdłuż katody, wyjściowej szybkości elektronów i t. d., użyto do pomiarów lampy nadawczej „Métal” E4M, która posiada spiralną siatkę ze stosunkowo grubego drutu. Pomiary obejmowały zdjęcie charakterystyk  $V_a = f(V_s)$  przy  $I_e = \text{const}$ . dla prądu emisyjnego w granicach od 10  $\mu\text{A}$  do 40 mA.

<sup>8)</sup> I. Groszkowski. Lampy katodowe. Str. 78 oraz B. van der Pohl. Ann. d. Phys. 78, 385, 1925.

<sup>9)</sup> Lampy katodowe. Str. 69.



Tabela I.

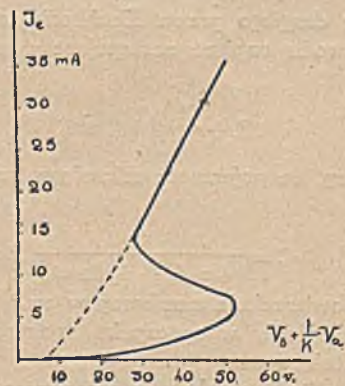
| $I_e$ mA                 | 0,01  | 0,5  | 1,0   | 2,5   | 5    | 7,5  | 10   | 15   | 20   | 25   | 30    | 35   | 40   |
|--------------------------|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| $V_s$                    | $V_a$ |      |       |       |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
| — 150                    | 221   | 361  | —     | 565   | 800  | 1080 | —    | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 140                    | 208   | 341  | —     | 535   | 760  | 1030 | 1390 | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 130                    | 194   | 320  | 367   | 505   | 720  | 980  | 1310 | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 120                    | 179   | 296  | 345   | 475   | 680  | 920  | 1230 | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 110                    | 176   | 273  | 320   | 445   | 640  | 865  | 1160 | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 100                    | 152   | 255  | 298   | 415   | 600  | 810  | 1080 | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 90                     | 140   | 230  | 273   | 385   | 560  | 755  | 990  | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 80                     | 125   | 208  | 251   | 354   | 520  | 700  | 920  | —    | —    | —    | —     | —    | —    |
| — 70                     | 110   | 190  | 227   | 325   | 480  | 640  | 850  | 1080 | 1240 | 1370 | 1500  | —    | —    |
| — 60                     | 96    | 170  | 204   | 295   | 440  | 590  | 760  | 970  | 1120 | 1240 | 1370  | 1480 | —    |
| — 50                     | 81    | 148  | 181   | 265   | 400  | 540  | 690  | 860  | 1000 | 1110 | 1230  | 1350 | —    |
| — 40                     | 67    | 126  | 156   | 234   | 360  | —    | 600  | 750  | 880  | 990  | 1100  | 1210 | —    |
| — 30                     | 52    | 105  | 134   | 202   | 320  | —    | 515  | 640  | 760  | 860  | 960   | 1030 | 1160 |
| — 20                     | 38    | 83   | 109   | 171   | 270  | —    | 425  | 530  | 640  | 740  | 830   | 930  | 1020 |
| — 10                     | 19,6  | 61   | 83    | 136   | 210  | —    | 330  | 420  | 520  | 600  | 700   | 800  | 880  |
| 0                        | 0,6   | 30   | 46    | 80    | 140  | —    | 230  | 310  | 400  | 480  | 560   | 660  | 740  |
| + 5                      | —     | —    | 11    | 44    | 92   | —    | 180  | 247  | 325  | 412  | 490   | 575  | 665  |
| 10                       | —     | —    | — 24  | 4,5   | 49   | —    | 130  | 197  | 273  | 352  | 435   | 510  | 595  |
| 15                       | —     | —    | — 126 | —     | 6,2  | —    | 78   | 141  | 216  | 283  | 367   | 448  | 521  |
| 20                       | —     | —    | — 208 | — 119 | 2,0  | —    | 34   | 97   | 158  | 242  | 297   | 380  | 458  |
| 25                       | —     | —    | — 293 | — 201 | — 35 | —    | 6    | 58   | 111  | 172  | 239   | 309  | 390  |
| 30                       | —     | —    | —     | —     | —    | —    | 2,4  | 15   | 62   | 115  | 180   | 245  | 316  |
| 35                       | —     | —    | —     | —     | —    | —    | 0,8  | 5    | 23   | 68   | 121   | 184  | 251  |
| 40                       | —     | —    | —     | —     | —    | —    | —    | 2,5  | 6    | 29   | 68    | 122  | 182  |
| 45                       | —     | —    | —     | —     | —    | —    | —    | —    | 4    | 8    | 31    | 67   | 121  |
| 50                       | —     | —    | —     | —     | —    | —    | —    | —    | 2,5  | 5    | 10    | 34   | 70   |
| 55                       | —     | —    | —     | —     | —    | —    | —    | —    | —    | 3    | 6     | 12,5 | 37   |
| 60                       | —     | —    | —     | —     | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 4     | 6,5  | 14   |
| $K_e$ dla $V_s = -50$ v. | 1,4   | 2,15 | 2,33  | 3     | 4    | 5,4  | 7,8  | 11   | 12   | 12,6 | 13,15 | 13,7 | (14) |

Wyniki są podane w załączonej tabeli I oraz na wykresie (rys. 2). Jak widać z nich, w granicach od 40 mA do 14 mA charakterystyki są dokładnie proste, zaginając się przy b. małych napięciach anodowych, co nas bliżej nie obchodzi w tej chwili. Spółczynnik amplifikacji zmienia się w tym zakresie od 14 v/v do 11 v/v. Jednak już następną charakterystyka dla  $I_e = 10$  mA zmienia niespodziewanie swoje pochylenie od  $K_e = 10$  v/v w zakresie dla  $V_s > -20$  v. do  $K_e = 7,8$  v/v  $< 50$  v. Cała krzywa rozpada się na dwie proste, połączone ze sobą łagodnym łukiem, przebiegającym mniej więcej w zakresie  $-50$  v.  $< V_s < -20$  v.

To samo widzimy dla następnych charakterystyk o coraz to mniejszych prądach emisyjnych, przyczem spółczynnik amplifikacji maleje, aż do wartości  $K_e = 1,44$  dla  $I_e = 10$   $\mu$  A. Na rys. 3 podany jest wykres  $K_e = f(I_e)$  dla  $V = -50$  v. Niezwykły kształt tej krzywej można tłumaczyć w następujący sposób: gdyby nie zachodziło zjawisko tworzenia się wysp, to spółczynnik amplifikacji malałby wraz z prądem emisyjnym podług krzywej kreskowanej, która pokrywa się z rzeczywistą charakterystyką dla b. małych i dla dużych prądów emisyjnych. Do chwili, gdy prąd emisyjny nie spadnie poniżej pewnej wartości granicznej (około 15 mA) najwidoczniej tworzenie się wysp nie może mieć miejsca, chociaż nie wiadomo, czy ta granica nie zależy od użytych napięć, zaś, gdy prąd emisyjny staje się b. mały (poniżej 0,5 mA), to jego stosunek do całkowitego prądu emisyjnego jest tak

blizki do zera, że nikną wszelkie nierównomierności jego rozkładu wzdłuż katody.

Próby wykrycia tego samego efektu w lampie o tak subtelnej i gęstej siatce, jaką posiada MT5 Marconiego, nie dały wyników, przynajmniej w zakresie ujemnych napięć siatki do  $V_s = -30$  v. Wykres podany na rys. 4 wskazuje tylko drobne waha-



Rys. 5.

nia współczynnika amplifikacji tej lampy. Nie wiadomo, czy to jest skutek subtelnej konstrukcji siatki, czy też wysokiej wartości  $K_e$ . Pożądanem byłoby zbadanie szeregu lamp, różniących się bądź tylko wielkością spółczynnika amplifikacji, bądź tylko sposobem wykonania siatki.

Zaobserwowane przez nas nieregularności można interpretować w inny sposób. Przyjętem jest



mianowicie uważać; że prąd emisyjny spełnia dokładnie równanie

$$i_a + i_s = f(V_a + K V_s)$$

czyli, że jest jednoznaczna funkcją pewnej kombinacji liniowej przyłożonych zewnątrz napięć.<sup>10)</sup> Łatwo byłoby dowieść, że wszelkie odstępstwa od linii prostej charakterystyki  $V_a \bar{I} = f(V_s)$  przy  $I_e = \text{const.}$  przeczą powyższemu twierdzeniu. Rzeczywiście, jeśli, korzystając z otrzymanych dla lampy E4M wyników, wykonamy wykres

$$I_e = f\left(V_s + \frac{1}{K} V_a\right)$$

przy  $V_s = -50$  v., otrzymamy krzywą, podaną na rys. 5, z której widzimy, że ta sama wartość napięcia czynnego w powierzchni siatki może wywołać w pewnym zakresie trzy różne wartości prądu emisyjnego. Zatem prąd emisyjny nie zawsze może być uważany za funkcję jednej zmiennej. W pewnych przypadkach musimy przyjąć ogólniej

$$i_a + i_s = f(V_a, V_s)$$

co umożliwi rozpatrywanie współczynnika amplifikacji jako funkcji punktu pracy.

<sup>10)</sup> Wyjątki z tej reguły są znane, lecz w innym zakresie niż rozpatrywany.

## Wiadomości Techniczne

A. J. <sup>2)</sup> *Jakowleff. Przebiegi zjawisk elektrycznych w obwodzie mikrofonu kondensatorowego. J. d. d. T. u. T. B. 31 H. 3 S. 85.*

Pan A. J. Jakowleff zbadał w oddziale akustycznym Państwowego Badawczego Instytutu Elektrotechnicznego w Moskwie układ z mikrofonem kondensatorowym, przedstawiony na rys. 1, gdzie C oznacza mikrofon kondensatorowy, E — S.E.M. baterji, R — opór omowy.

Chodzi tu o wyznaczenie zależności natężenia prądu I od zmian pojemności mikrofonu kondensatorowego.

Na mocy drugiego prawa Kirchhoffa możemy dla powyższego obwodu napisać następujące równanie różniczkowe:

$$iR + \frac{1}{C} \int i dt = E \dots (1)$$

Zakładamy, że pojemność mikrofonu zmienia się według wzoru:

$$C = \frac{S}{4\pi(d_0 + d_1 \sin \omega t)} \dots (1a)$$

gdzie S = powierzchnia membrany w cm.<sup>2</sup>

d<sub>0</sub> = odległość w spoczynku pomiędzy membraną i okładziną stałą w cm.

d<sub>1</sub> = amplituda wychylenia membrany, spowodowana zmiennym ciśnieniem akustycznym w cm.

Z równania (1a) otrzymujemy:

$$\frac{1}{C} = \frac{4\pi d_0}{S} + \frac{4\pi d_1}{S} \sin \omega t = \frac{1}{C_0} + \frac{1}{C_1} \sin \omega t$$

gdzie

$$C_0 = \frac{S}{4\pi d_0} \dots (1b)$$

$$C_1 = \frac{S}{4\pi d_1} \dots (1c)$$

Dla uproszczenia oznaczamy:

$$\int i dt = q \text{ oraz } i = \frac{dq}{dt}$$

Po podstawieniu do równania (1) i przekształceniu otrzymujemy:

$$\frac{dq}{dt} + \left( \frac{1}{C_0 R} + \frac{1}{C_1 R} \sin \omega t \right) q = \frac{E}{R} \dots (2)$$

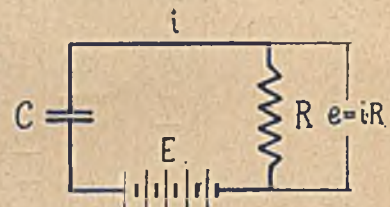
Równanie (2) rozwiązujemy metodą stopniowych przybliżeń: zakładając  $q = q_0 + Q_1$  przedstawiamy równanie (2) zapomocą dwóch następujących równań:

$$\frac{dq_0}{dt} + \frac{q_0}{C_0 R} = \frac{E}{R} \dots (3)$$

$$\frac{dQ_1}{dt} + \frac{Q_1}{C_0 R} + \frac{Q_1}{C_1 R} \sin \omega t = -\frac{q_0}{RC_1} \sin \omega t \dots (4)$$

Po scałkowaniu równania (3) otrzymujemy:

$$q_0 = E C_0 + K_1 e^{-\frac{t}{C_0 R}} \dots (5)$$



Rys. 1.

gdzie K jest stałą całkowania. Dla dużych wartości t, znika drugi wyraz równania (5) i dla stanu ustalonego otrzymujemy:

$$q_0 = E C_0 \dots (6)$$

Zakładając dalej  $Q_1 = q_1 + Q_2$  przedstawiamy równanie (4) zapomocą dwóch równań:

$$\frac{dq_1}{dt} + \frac{q_1}{C_0 R} = -\frac{q_0}{C_1 R} \sin \omega t \dots (7)$$

$$\frac{dQ_2}{dt} + \frac{Q_2}{C_0 R} + \frac{Q_2}{C_1 R} \sin \omega t = -\frac{q_1}{C_1 R} \sin \omega t \dots (8)$$

Po podstawieniu do równania (7) wartości q<sub>0</sub> z równania (6) i po scałkowaniu otrzymujemy:

$$q_1 = -\frac{E C_0 \cos(\omega t + \varphi_1)}{\omega C_1 \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C_0}\right)^2}} + K_1 e^{-\frac{t}{C_0 R}} \dots (9)$$

gdzie K<sub>1</sub> jest stałą całkowania i

$$\text{tg } \varphi_1 = \frac{1}{\omega C_0 R} \dots (9a)$$

Dla dużych wartości t, znika drugi wyraz równania (9) i wtedy otrzymujemy:

$$q_1 = -\frac{E C_0}{C_1 Z_1 \omega} \cos(\omega t + \varphi_1) \dots (10)$$

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C_0}\right)^2} \dots (10a)$$

Zakładając dalej  $Q_2 = q_2 + Q_3$  otrzymujemy, analogicznie do poprzedniego, dla stanu ustalonego:

$$q_2 = -\frac{E C_0 \cos(2\omega t + \varphi_1 + \varphi_2)}{4\omega^2 C_1^2 Z_1 Z_2} - \frac{E C_0^2}{2 C_1^2 \omega Z_1} \sin \varphi_1 \dots (11)$$

przytem

$$Z_2 = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\omega C_0}\right)^2} \dots (11a)$$



$$i \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{1}{2 \omega C_0 R} \dots \dots \dots (11b)$$

Gdy założymy  $Q_2 = q_3 + Q_1$ , to odpowiednio otrzymamy dla stanu ustalonego:

$$q_3 = - \frac{E C_0 \cos(3 \omega t + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)}{24 \omega^3 C_1^3 Z_1 Z_2 Z_3} - \frac{E C_0 \cos(\omega t + 2\varphi_1 + \varphi_2)}{8 \omega^3 C_1^3 Z_1^2 Z_2} - \frac{E C_0^2 \sin \varphi_1}{2 \omega^2 C_1^3 Z_1^2} \cos(\omega t + \varphi_1) \dots (12)$$

$$C_1 = \frac{S}{[4 \pi d_0]} = \frac{\pi r^2}{4 \pi d_0} = \frac{(2,5)^2}{4 \cdot 0,2} = 7,82 \text{ cm}$$

$$C_1 = \frac{S}{4 \pi d_1} = \frac{\pi r^2}{4 \pi d_1} = \frac{(2,5)^2}{4 \cdot 0,002} = 782 \text{ cm}$$

Dalej ze wzorów (13a) i (14) znajdujemy Z i I dla różnych harmoniczych.

Wyniki obliczeń są zestawione w poniższej tabeli:

| Oznaczenie                   | 1<br>harmoniczna | 2                    | 3                     | 4    | 5    | U w a g i  |
|------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|------|------|--|
| $Z_n \text{ meg } \Omega$    | 23,09            | 11,66                | 7,91                  | 6,08 | 5,02 | prądy $i_4$ i $i_5$ są tak małe, że je nie obliczamy |
| $i_n \text{ w amp.}$         | 0,13             | $1,29 \cdot 10^{-3}$ | $9,37 \cdot 10^{-6}$  |      |      |  |
| $C = i_n R \text{ volt}$     | 0,26             | $2,58 \cdot 10^{-3}$ | $18,74 \cdot 10^{-6}$ |      |      |  |
| $\frac{i_n}{i_1} \%$         | 100              | 0,91                 | 0,0072                |      |      |  |
| $f = \frac{n \omega}{2 \pi}$ | 800              | 1600                 | 2400                  |      |      |  |

gdzie

$$Z_3 = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{3 \omega C_0}\right)^2} \dots \dots \dots (12a)$$

$$i \quad \operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{1}{3 \omega C_0 R} \dots \dots \dots (12b)$$

W równaniu (12) wyrazy 2 i 3 są bardzo małe w porównaniu z  $q_1$  (patrz rów. 10), więc możemy je pominąć.

Stosując dalej metodę stopniowych przybliżeń otrzymujemy w wyniku przybliżoną całkę równania różniczkowego (2):

$$q = q_0 + q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + \dots = E C_0 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{E C_0 \cos(n \omega t + \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n)}{2^{n-1} n! \omega^n \cdot C_1^n \cdot Z_1 \cdot Z_2 \dots Z_n} \dots A \quad (13)$$

gdzie

$$Z_n = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{n \omega C_0}\right)^2} \dots \dots \dots (13a)$$

$$i \quad \operatorname{tg} \varphi_n = \frac{1}{n \omega C_0 R} \dots \dots \dots (13b)$$

zaś A jest sumą wyrazów stałych, otrzymanych analogicznie do drugiego wyrazu w równaniu (II).

Stąd otrzymujemy całkę równania (I):

$$i = \frac{dq}{dt} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{E C_0 \cdot n \cdot \sin(n \cdot \omega t + \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n)}{2^{n-1} \cdot n! \cdot \omega^{n-1} \cdot C_1^n \cdot Z_1 \cdot Z_2 \dots Z_n} \dots \dots (14)$$

Równanie (14) jest też przybliżone, charakteryzujące tylko stan ustalony, przytem u wszystkich harmoniczych wyrazy poczynając od trzeciego rzędu wzwyż są pominięte.

Przykład liczbowy:

Dla obwodu przedstawionego na rys. 1 zakładamy napięcie baterji  $E = 300 \text{ Volt.}$ , oporność  $R = 2 \cdot 10^6 \Omega$ ;

mikrofon kondensatorowy ma promień membrany  $r = 2,5 \text{ cm.}$

amplituda wahań membrawy  $d_1 = 0,002 \text{ cm.}$

odległość membrany w spoczynku  $d_0 = 0,2 \text{ cm.}$

Trzeba znaleźć natężenie prądu w obwodzie i spadek napięcia na oporności R w stanie ustalonym przy częstotliwości drgań membrany  $f = 800 \text{ okr./sek.}$ ;  $\omega = 5000 \text{ sek}^{-1}$

Rozwiązanie: ze wzorów (1b) i (1c) znajdujemy:

Z tabeli widzimy, że zasadnicza częstotliwość daje główną wartość, zaś druga harmoniczna wynosi zaledwie 0,91% tej wartości.

Wynika stąd, że mikrofon kondensatorowy, włączony jak na rys. 1, praktycznie biorąc, zupełnie nie daje zniekształcenia krzywej prądu.

W. Rotkiewicz.

M. Chireix, Francuska kierunkowa radjostacja nadawcza krótkofalowa — *L'onde électrique Nr. 77.*

Towarzystwo „Radio-France” zainstalowało w Sainte-Assise kierunkową radjostację nadawczą krótkofalową, będącą zaczątkiem projektowanego przez Zarząd Poczty i Telegrafów krótkofalowego centrum kierunkowego, celem którego będzie utrzymanie stałej łączności z kolonjami francuskimi.

Stacja ta urządzona jest według najnowszych wymagań techniki, mających na celu łatwość obsługi i bezpieczeństwo personelu, który z początku zautomatyzowania wielu czynności ogranicza się tylko do 1 elektrotechnika i 1 operatora.

Nadajnik o wzbudzeniu własnem posiada dwa obwody drgań, które mogą być czynne równocześnie niezależnie od siebie przy różnych częstotliwościach, lub tylko jeden z nich, wszecnie równocześnie przy tej samej częstotliwości dla wzmożenia mocy nadajnika.

Całość składa się z 5 głównych części: 1) zespół urządzeń zasilających, 2) nadajnik z lampami o chłodzeniu wodnem, 3) regulator częstotliwości, 4) zespół kontrolny, 5) zespół antenowy.

Zespół zasilający w energię elektryczną składa się z 4 źródeł dostarczających napięć: a) 10 000 V napięcia anodowego lamp nadawczych, b) 20 V z baterji akumulatorów do żarzenia katod tych lamp, c) 400 i 160 V z baterji akumulatorów do zasilania anod lamp regulatora częstotliwości i aparatów kontrolnych, d) 6 V z baterji akumulatorów do żarzenia katod tych lamp.

Tablica rozdzielcza źródeł napięć składa się z czterech części, z których pierwsza należy do sieci z prądem zmiennym, prostowników, oświetlenia i pomp, druga do ładowania akumulatorów 20-woltowych, a dwie ostatnie do ładowania baterji 400 i 160 woltowych. Prostownik składa się z 24 lamp o mocy 1,5 KW każda; zasilany on jest prądem trójfazowym i zabezpieczony od przepięć bezpiecznikami i wyłącznikiem głównym.



Chłodzenie anod lamp — wodne, dławików — olejowe, połączenie szkła z metalem w lampach — zgęszczeniem powietrzem.

Podwójny nadajnik składa się z dwóch części; w skład każdej z nich wchodzi: 1 lampa nadawcza, jedna cewka potrójna (dwie w obwodzie żarzenia, a jedna w obwodzie siatki stanowi właściwą indukcyjność obwodu drgań), jeden kondensator obrotowy powietrzny, jeden dławik wielkiej częstotliwości w obwodzie anodowym zasilającym, dwa dławiki w obwodzie żarzenia i jeden kondensator blokujący w obwodzie anodowym wielkiej częstotliwości.

Automatyczne uruchomienie stacji odbywa się ze stołu manipulującego, posiadającego do tego celu tylko 4 wyłączniki: do puszczenia w obieg wody, oleju i powietrza, oraz do zasilania anod i żarzenia katod.

Regulator częstotliwości polega na zależności częstotliwości drgań nadajnika do częstotliwości drgań nadajnika wzorcowego małej mocy. Obydwa nadajniki działają równocześnie na odbiornik; otrzymane w ten sposób dudnienia zostają wzmocnione amplifikatorem i następnie wyprowadzone na prąd stały. Prąd ten obiega następnie uzwojenia dławika sprzęgniętego z nadajnikiem głównym, co powoduje zmianę indukcyjności obwodu drgań w razie odchylenia częstotliwości nadajnika głównego od częstotliwości nadajnika wzorcowego.

Nadawanie odbywa się zapomocą aparatów Baudot, znajdujących się w biurze centralnym, przez zmianę częstotliwości nadajnika wskutek oddziaływania tych aparatów na regulator częstotliwości.

Kontrola odbywa się zapomocą odbiornika reakcyjnego (autodyna ze wzmacniaczem małej częstotliwości), umieszczonego w sali z aparaturą nadawczą.

Stacja jest przewidziana do nadawania trzema falami: 15,5 m. dla korespondencji dziennej z Rio de Janeiro i Buenos Ayres, 25 m. dla korespondencji nocnej z temi miejscowościami, 40 m. dla korespondencji z Europą.

Dla każdej z dwóch pierwszych fal będzie zbudowana oddzielna antena kierunkowa, lecz dytychczas jest wykonaną i czynną tylko antena dla fali 15,5 m.

Antena ta jest typu CM; złożona jest z dwóch oddzielnych siatek znajdujących się w jednej płaszczyźnie poziomej i odległych od siebie na  $1/4$  długości fali. Siatka złożona jest z przewodników wzajemnie do siebie prostopadłych ułożonych w kształcie litery X w płaszczyźnie poziomej. Każda z tych dwóch części anteny, za pośrednictwem załączonych do ich środków dwuprzewodowych doprowadzeń, naregulowanych odpowiednio do długości fali, łączy się ze skrzynkami końcowymi feeders'ów znajdujących się przy ziemi w płaszczyźnie anteny.

Obydwe części anteny zawieszono na trzech masztach żelaznych. Podobna druga antena, tworzy ekran. Opisany zespół antenowy promieniuje tylko w jednym kierunku, a kąt rozproszenia wynosi około  $20^\circ$ .

Działanie stacji jest zupełnie zadawalające i pewne. Łączność z Brazylią, przy sprzyjających warunkach, może być utrzymana między godz. 7 a 22-a. Szybkość nadawania przekracza często 100 słów na minutę.

Th.

*Eberhard Goebeler. Zakłócenia spowodowane przyrządami. szybkozmiennymi stosowanymi w lecznictwie oraz sposoby usunięcia tych zakłóceń. J. d. d. T. u. T. B. 31, H. 1, str. 20, styczeń 1928 r.*

Przy pomiarach wielkiej częstotliwości oraz podczas odbioru występują zakłócenia, które można podzielić na dwie zasadnicze grupy: 1) zakłócenia powstające w przestąpieniu pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem inaczej zakłó-

cenia atmosferyczne oraz, 2) zakłócenia wywołane przez działanie przyrządów oraz maszyn elektrycznych.

Natura pierwszych z tych zakłóceń nie została dotychczas dokładnie zbadana i dlatego sposoby do ich całkowitego usunięcia nie są jeszcze ustalone. Ponieważ nie można ich wytworzyć sztucznie przy badaniach, z konieczności jest się zadowolonym od zjawisk natury przypadkowej.

Badania drugiej grupy zakłóceń są o wiele w lepszych warunkach, ponieważ można je w dowolnym czasie wywołać.

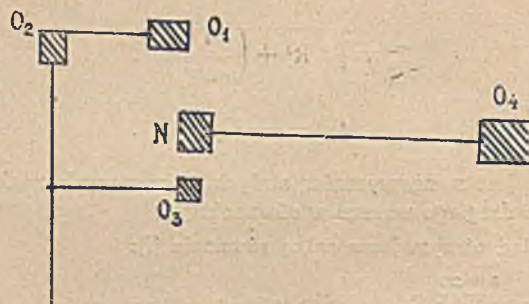
Przyrządy zakłócające można podzielić na dwie grupy a mianowicie na takie, które przez dłuższy czas działają w sposób stały. Do tej grupy należą silniki, dźwigi, tramwaje oraz przyrządy stosowane w lecznictwie. Do drugiej grupy należeć będą wszelkiego rodzaju wyłączniki, przełączniki i przekaźniki, które wywołują jedynie krótkotrwałe zakłócenia.

Niejednokrotnie próbowano usunąć zakłócenia w samym odbiorniku. Uzyskane wyniki były jednak mierne.

Dotychczas zbadano oraz opracowano sposoby usunięcia zakłóceń spowodowanych przez tramwaje<sup>1)</sup> oraz silniki i prądnice prądu stałego<sup>2)</sup>. Autor rozpatruje zakłócenia spowodowane przez rozpowszechnione obecnie przyrządy wielkiej częstotliwości stosowane w lecznictwie i kosmetyce.

Przyrządy te, w zasadzie, są rodzajem uproszczonych transformatorów Tesli — lecz odróżniają się od nich pod dwoma względami. Po pierwsze iskiernik w układzie bieżącym oraz przerywacz obwodu zasilającego są skombinowane ze sobą w jednym przyrządzie. Po drugie, co jest szczególnie ważne, obwody są bardzo skupione i sprzężenie nadzwyczaj silne. Strojenie obwodów jest prawie niemożliwe i o rezonansie obwodów, w ścisłym tego słowa znaczeniu, mowy być nie może.

Wywołane, przez tego rodzaju przyrządy, zakłócenia w odbiorniku, dają się odczuć w odległości ponad 500 m. W miastach jeden przyrząd może zakłócić odbiór w kilku sąsiednich kwartałach. I tu, jak w przypadku maszyn elektrycznych prądu stałego, zakłócenia rozchodzą się wzdłuż



Rys. 1.

sieci zasilającej. W miejscowości gęsto zaludnionej, wskutek nieprzejrystości, trudno prowadzić badania zakłóceń, tembardziej, że gęsta sieć przewodów elektrycznych oraz przewody gazowe, wodociągowe i kanalizacyjne stwarzają do pewnego stopnia równomierne pole zakłócające. Z tego powodu badania zostały przeprowadzone w miejscowości zaludnionej oddzielnymi willami. Przyrządy zakłócające znajdowały się w domu N (rys. 1), odbiornik umieszczony był kolejno w domach  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  i  $O_4$ . Pomimo, że odległość odbiorników w domach  $O_1$ ,  $O_2$  i  $O_3$  od przyrządów w domu

<sup>1)</sup> E. Eppen. ETZ. 45, str. 817, 1924 i 48, str. 97, 1927, oraz Clausing i Müller ETZ. 49, H. 5, str. 178, 1928.

<sup>2)</sup> A. Esau und E. Goebeler. J. d. d. T. u. T. 31, H. 1, str. 17; 1928. Ref. patrz. Przegl. Radj. zeszyt 12 — 13, 1928



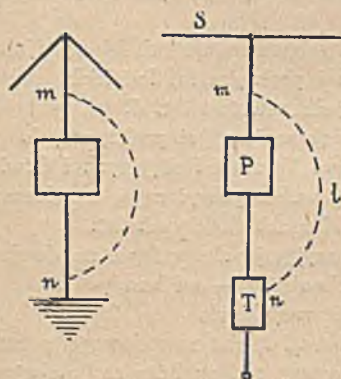
N wynosiła odpowiednio tylko 20, 30 i 10 m., żadnych zakłóceń tam nie zauważono. Odwrotnie, w domu  $O_4$  odległym o 700 m. zakłócenia występowały bardzo silnie. Zjawisko tłumaczy się tem, że domy  $O_1$ ,  $O_2$  i  $O_3$  przyłączone były do sieci zasilającej linję, przychodzącą od strony południowej, domy zaś N i  $O_4$  połączone były ze sobą linją bezpośrednią. Okoliczność ta wyraźnie potwierdza przypuszczenie o rozchodzeniu się zakłóceń wzdłuż przewodów zasilających.

Przed pojawieniem się leczniczych przyrządów szybkozmiennych, powszechnie były w użyciu u lekarzy i w szpitalach t. zw. przyrządy diatermiczne, które zakłóceń nie wywoływały. Przyrządy diatermiczne pracują znaczną mocą, przyczem napięcie na elektrodach jest stosunkowo niskie. Poza tem przyrządy diatermiczne zaopatrzone są w zamknięty obwód wtórny, wskutek czego, prawie nie promieniują na zewnątrz. Z obwodem wtórnym sprzężony jest mocniej lub słabiej obwód wyjściowy, który również jest zamknięty przez ciało pacjenta.

Inaczej rzecz się dzieje w przyrządach szybkozmiennych gdzie pomimo stokrotnie mniejszej mocy uzyskane napięcia dochodzą jednak do 30 kV. Układ tych przyrządów upodobnić można do otwartego, silnie promieniującego, obwodu drgań. Z powodu trudnego dostrojenia przyrządów szybkozmiennych, nie można usunąć wywołane zakłócenia za pomocą obwodów filtrowych oraz równolegle załączonych kondensatorów. Opancerzenie również nie daje dodatnich wyników, ponieważ bezpośrednio promieniowanie jest słabe i dostatecznie zaekranowane murami.

Pewne powodzenie uzyskać można stosując, podobnie jak przy silnikach, wielkie dławiki, załączone przed zaciskami wejściowymi. Cewki te nawinięte możliwie bezpojemnościowo, przyjmują jednak zbyt wielkie wymiary by znaleźć zastosowanie. Poza tem przy pomocy dławików uzyskać można jedynie pewne osłabienie lecz nie całkowite usunięcie zakłóceń.

Dla racjonalnego rozwiązania zagadnienia należy stwierdzić gdzie znajdują się punkty napięcia szybkozmiennego m i n (rys. 2). Przyrządy tego rodzaju działają jak silnie tłumione nadajniki z siecią zasilającą jako anteną oraz transformatorem Tesli wraz z osobą obsługiwaną jako przeciwwagę. Dlatego też, w razie zwarcia anteny z przeciwwagą,



Rys. 2.

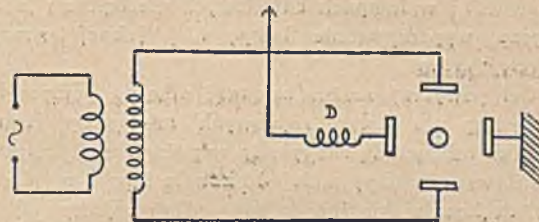
Rys. 3.

gą, zakłócenia winny zniknąć. Na rysunku 2—S oznacza sieć zasilającą, przewody której wskutek znacznej pojemności względem siebie, nie są wykreślone pojedynczo, P— przerywacz i, T— transformator Tesli. Na rys. 3 to samo urządzenie przedstawione jest w układzie schematycznym. Przy zwarciu przewodem l, punktów m i n, zakłócająca energia szybkozmienna zostaje usunięta bez jakichkolwiek bądź zmian we właściwych obwodach wielkiej częstotliwości.

W wykonaniu praktycznym, otacza się transformator

Tesli na wysokości punktu n metalowym pierścieniem, rozciętym w jednym miejscu dla uniknięcia prądów wirowych. Przewód l winien być poprowadzony równoległe do istniejących przewodów połączeniowych i przyłączony do jednego przewodu zasilającego, powyżej przerywacza P. Poza tem, dla bezpieczeństwa, zgodnie z istniejącymi przepisami, w przewód l winien być włączony kondensator by unieвозмоwić bezpośrednie dotknięcie do napięcia sieci.

Następnie autor opisuje przeprowadzone próby i podaje szereg wykresów oscylograficznych. Z prób tych wynika, że skoki napięcia szybkozmiennego mogą wynosić do 600 woltów. Stąd wynika mała skuteczność dławików przy przyrządach wielkiej częstotliwości. Gdyby nawet udało się zapomocą dławików odgrodzić wielką częstotliwość od sieci, to jednak tak wielkie i raptowne skoki napięcia nie mo-



Rys. 4.

gą być tym sposobem wyrównane, dopóki, oczywiście, wymiary dławików pozostaną w możliwych granicach.

Inaczej rzecz się dzieje w urządzeniach wysokiego napięcia dla przyrządów Röntgena. Przeszarżałe, silnie zakłócające urządzenia, z wirującym przerywaczem rtęciowym nie są już obecnie stosowane. Nowoczesne, urządzenia zaopatrzone są celem dostarczenia prądu stałego lampie Coolidge'a bądź w wirujące prostowniki wysokiego napięcia, bądź w prostowniki lampowe.

W obydwu przypadkach prąd pierwotny wytwarzany jest przez jednotwornikową przetwornicę załączoną do sieci zasilającej. W pierwszym rzędzie należy usunąć zakłócenia spowodowane działaniem przetwornicy, co z łatwością daje się skutecznie zapomocą dławików. Lampowe urządzenia prostownikowe niezależnie od liczby lamp (dwóch lub czterech) zakłóceń nie powodują, ponieważ niema tu isker oraz przebieg prądu i napięcia jest równomierny.

Silne natomiast zakłócenia powodują synchroniczne, wirujące prostowniki wysokiego napięcia wg. układu przedstawionego na rys. 4. Występuje tutaj silne iskrzenie pomiędzy wirującym krzyżem i nieruchomym kontaktem. Oparte na zasadzie pojemnościowej urządzenie ochronne nastęrcza duże trudności związane z należyłą izolacją. Osłabienie zakłóceń w tym przypadku osiągnąć można za pomocą dławika D włączanego w nieuziemiony przewód prądu stałego. Zaleca się podzielenie dławika na sekcje celem zmniejszenia jego pojemności własnej.

W podobnych warunkach znajdują się i inne przewody szybkozmienne, w których, w odróżnieniu od silników i prądnic iskrzenie jest zjawiskiem zasadniczym, a nie pobocznym. Wytworzone impulsy rozchodzą się wzdłuż przewodów zasilających i wskutek wielkiej amplitudy nie mogą być zatrzymane przez dławiki. Impulsy te pobudzają każdy obwód drgań znajdujący się w ich sferze działania. Sprzężenie z odbiornikiem przeważnie jest pojemnościowe, ponieważ stosowane w miastach anteny w znacznej swej części biegną równoległe do przewodów. Najbardziej pobudzone będą obwody o małym tłumieniu, a więc szczególnie odbiorniki ze sprzężeniem zwrotnym. Anteny zastępcze i wnętrzo-we silniej są sprzężone z siecią elektryczną od dobrych an-



ten zewnętrznych i dlatego w silniejszym stopniu będą podlegać zakłóceniu.

Antena ramowa również nie polepszy warunków odbioru jeśli umieszczona będzie pomiędzy przewodami gazowymi, wodociągowymi i elektrycznymi.

Powyższe zakłócenia można usunąć zapomocą podanej metody na falach długich i radjofonicznych. Opisany układ jest prosty i niezawodny w działaniu.

St. Jasiński.

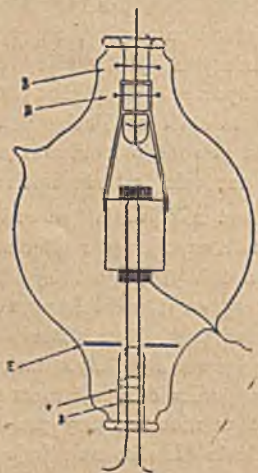
**Osiąganie wysokiej próżni metodą wielokrotnego rozpylania.**  
(Patent Rz. P. 7345).

30 kwietnia 1928 r. wyszedł z druku Patent Rz. P. 7345, który przedstawia duże znaczenie w fabrykacji lamp katodowych i nawet zwykłych żarówek.

Jak wiadomo w zwykłych żarówkach elektrycznych, jak również i w lampach katodowych niezbędnym jest jaknajlepsze wypompowanie lampy t. j. jaknajstaranniejsze usunięcie gazów.

Cel powyższy można osiągnąć albo za pomocą b. dobrych pomp np. pomp rtęciowych lub pomp Holwecka i t. p. lub też metodą rozpylania w próżni. Do pompowania lamp używamy pompy mniej doskonałe i po osiągnięciu tej mniej doskonałej próżni lampę odlutowujemy od stołu pompierskiego i następnie rozpylamy np. fosfor lub też magnez. W przypadku lamp katodowych wspomniany fosfor lub magnez umieszcza się na anodzie lampy i następnie metodą zwykłego bombardowania elektronowego lub za pomocą prądów wirowych doprowadza się anodę do wysokiej temperatury, przy której fosfor lub magnez ulatnia się i dzięki zachodzącym procesom chemiczno-technicznym zostaje osiągnięta próżnia lepsza niż była przed rozpyleniem. Metody tego rodzaju szeroko stosowane w fabrykacji żarówek i lamp katodowych nie są jednakowoż doskonałe.

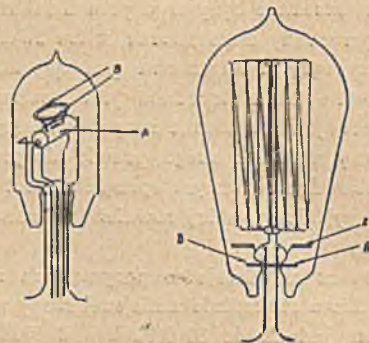
Metoda niniejsza polega na tem, że czynność rozpylania możemy powtórzyć kilka lub kilkanaście razy za każdym razem polepszając próżnię. W tym celu możemy np.



Rys. 1.

umieścić w lampie na anodzie jak zwykle magnez, a oprócz tego umieszczamy kółko metalowe z umieszczonym na nim magnezem lub innym metalem lub związkim chemicznym służącym do rozpylania. Pierwsze rozpylenie wykonujemy np. metodą zwykłego bombardowania elektronowego, drugie za pomocą nagrzewania prądami wirowymi. Możemy takich kółek lub innej formy części z umieszczonymi na nich substancjami służącymi do rozpylania umieścić kilka lub kil-

kanaście tak żeby potem stopniowo po kolei lub jednocześnie wszystkie te części doprowadzić do nagrzania metodami dowolnymi i wspomniane substancje rozpylić tak, żeby po rozpyleniu pokrywały dolną część lampy. (np. w okolicy nóżki). Możemy również pow. metodę stosować w lampach nadawczych, konstruując je tak, żeby rozpylone substancje nie nagrzewały się podczas działania lampy np. odpowiednio wydłużając lampy przed pokryciem rozpylaną substancją możemy tą część zasłaniać odpowiednimi ekranami. (E).



Rys. 2.

Na rysunkach podane są różne możliwe konstrukcje, oparte na zasadzie niniejszego patentu. Autorem Patentu 7345 jest niżej podpisany. Patent został wydany na imię Polskiego Towarzystwa Radjotechnicznego P. T. R. Sp. Akc. i inż. J. Plebańskiego — i jest wyłączną własnością P. T. R.  
Inż. Józef Plebański.

## Komunikaty.

Coraz szerszy rozwój radjotelefonji wymaga od zawodowego szkolnictwa technicznego ciągłego dostosowywania programów szkolenia do potrzeb rynku. Tylko wtedy może ono podołać swemu zadaniu, polegającemu na dostarczaniu krajowi gruntownie wykształconych specjalistów.

W myśl powyższego, z początkiem obecnego roku szkolnego, Państwowe Kursy Radjotechniczne, istniejące od 1923 roku, ulegają reorganizacji przez rozszerzenie programu i wprowadzenie szeregu nowych przedmiotów specjalnych, jak np.:

1. Teoria i budowa odbiorników radjofonicznych,
2. Teoria i praktyka fal krótkich,
3. Materiałoznawstwo i t. d.

oraz przez zwiększenie zajęć praktycznych.

Ministerstwo Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego zażądało, wobec powyższego, zwiększenia czasu trwania nauki na Kursach do dwóch lat.

Obecnie przyjmuje się podania na dwuletni wieczorowy kurs radjomechaników — od kandydatów z cenzusem minimum 4 klas gimnazjalnych.

Niezależnie od kursu zawodowego prowadzony będzie i nadal wieczorowy ogólny kurs radjotelegrafji i radjotelefonji z programem rozszerzonym do 8 miesięcy dla kandydatów obojga płci, z cenzusem minimum 6 klas gimnazjalnych.

Liczba miejsc na obu kursach ograniczona ze względu na prace laboratoryjne.

Początek zajęć dn. 15 września r. b.

Sekretariat Szkoły (Mokotowska 6) czynny codziennie od godziny 10-ej rano do 12-ej rano.