

# PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok VIII.

1 Kwietnia 1930 r.

Zeszyt 7-8

Redaktor por. STEFAN JASIŃSKI.

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

## S O M M A I R E.

*Le choix raisonnable des lampes de réception par B. Starnecki I. E. — Prenant comme point de départ quelques équations fondamentales pour les triodes, l'auteur arrive à des conclusions, qui permettent d'effectuer un choix raisonnable des lampes de réception, en se basant sur leurs constantes. Dans ce but, l'auteur examine les conditions de travail des lampes amplificatrices h. f., b. f., lampes détectrices et lampes d'amplification finale.*

*Revue documentaire; Bulletins.*

## O ODPOWIEDNIM WYBORZE LAMP ODBIORCZYCH.

Inż. Bolesław Szapiro-Starnecki.

W epoce wielkiej wojny, na której okres przypadają młodzieńcze lata lampy katodowej, ilość stosowanych typów lamp radjowych była bardzo niewielka; przyczyna tego jest zrozumiała. Przede wszystkim chodziło o to, aby nie przeciążać składów i magazynów wojskowych — a przecież właśnie w 90% dla celów wojskowych stosowano wówczas lampy — zbyt wielką różnorodnością typów, ponadto, aby w każdym wypadku łatwo było zastąpić lampę uszkodzoną np. w odbiorniku polowym lampą z posiadanego pod ręką drobnego zapasu lamp. Było to możliwe jedynie przy umieszczaniu na wszystkich miejscach odbiornika lamp tego samego typu. Z drugiej strony nie spotykano się wówczas zupełnie jeszcze z zagadnieniami, jakie powstały dopiero z rozwojem radjofonji. Wówczas chodziło jedynie o odbiór telegraficzny, niekiedy telefoniczny, można jednak było nie zwracać uwagi na zniekształcenia, które na rozmowach telefonicznych nie odbijały się zbyt szkodliwie. Pozatem również ilość pracujących stacji była niezbyt duża, nadawano przeważnie na falach długich, odpadał przez to cały szereg trudności, które napotyka się obecnie przy odbiorze radjofonicznym.

Po wojnie, wraz z rozwojem radjofonji, zaczęto starać się o budowanie takich odbiorników, któreby odpowiadały warunkom dobrego odbioru muzyki, przyczem przez odbiór dobry należy rozumieć odbiór całkowicie pozbawiony zniekształceń. Okazało się, że niemożliwą jest rzeczą osiągnięcie dobrego odbioru na najlepiej nawet, z najlepszego materiału i w najstaranniejszy sposób zbudowanych odbiornikach, jeśli w odbiornikach tych nie zastosować odpowiednio dobranych lamp. Umieszczanie na wszystkich miejscach w odbiornikach lamp tego samego typu jest dzisiaj przy odbiorze radjofonicznym nie do pomyślenia.

Zadaniem niniejszego artykułu jest zbadanie warunków, jakim winny odpowiadać lampy, spełniające odrębne role w odbiorniku, aby odbiór użytkowany był:

- 1) silny,
- 2) niezniekształcony,

3) spokojny, to jest pozbawiony zakłóceń w postaci gwizdów i wycia, wywołanego wskutek wzbudzenia się drgań własnych w obwodach odbiornika.

Jak widać, warunki te różnią się nioco od warunków stawianych dawniej aparatom, służącym do amplifikowania energii, które to warunki brzmiały następująco:

- 1) dostosowanie amplifikatora do źródła energii ze względu na wytworzenie największych wahań, potencjałów siatki pierwszej lampy,
- 2) osiągnięcie największego wzmocnienia napięcia w następnych członach amplifikatora,
- 3) oddanie odbiornikowi energii największej ilości energii w ostatnim członie.

Dziś do powyższych warunków dochodzi warunek niezniekształcenia, spokojnej pracy w szerokim zakresie fal, oraz oczywiście uzyskanie możliwie dużej ilości energii przy możliwie małej ilości lamp.

Muszę podkreślić tutaj, że do dziś dnia zarówno tak zw. radioamatorzy, jak i większość konstruktorów odbiorników oraz „fachowych” radjotechników nie zdaje sobie dokładnie sprawy z warunków, jakim nowoczesna lampa odbiorcza winna odpowiadać, panuje tutaj zupełny chaos pojęć fałszywych i nieuzasadnionych.

Przystępując do właściwego tematu przypominać przede wszystkim, że zależnie od dość odrębnych warunków pracy, lampy odbiorcze dadzą się podzielić na zasadnicze kategorie: lamp wzmacniających wielkiej częstotliwości, lamp detektorowych, lamp wzmacniających małej częstotliwości oraz wreszcie lamp głośnikowych. W każdej z tych kategorii istnieje dzisiaj całe mnóstwo rozmaitych typów lamp. W istocie jednak, jak to wynika z teoretycznych rozważań, w każdej grupie wystarczałyby w zupełności jedna lub najwyżej dwie lampy o odmiennych danych.

### Uwagi ogólne.

Punktem wyjścia dla dalszych rozważań będzie równanie Barkhausena

$$S \cdot R_i = g$$

gdzie  $S$  oznacza nachylenie charakterystyki statycznej,  $R$  opór wewnętrzny, a  $g$  współczynnik amplifikacji lampy.

Przy rozważaniu krytycznym, jak powinny być dobierane powyższe stałe lampy, jeśli ma ona pracować w określonym charakterze, należy uwzględnić pewne warunki ograniczające, nie pozwalające na zupełnie dowolny wybór powyższych stałych.

Jak wiadomo, nachylenie charakterystyki statycznej lampy w punkcie jej największej stromości wynosi:

$$S_{max} = const. \left( \frac{l_a}{r_s} \right)^{1/2} I_{ec}^{1/2},$$

gdzie  $l_a$  oznacza długość anody,  $r_s$  — promień siatki (w cylindrycznym układzie elektrod), zaś  $I_{ec}$  — prąd emisyjny całkowity.

Wzór powyższy wskazuje, że w lampach odbiorczych wielkość nachylenia charakterystyki jest z natury rzeczy bardzo ograniczona. Ze względu bowiem na ograniczone wymiary lampy, nie można nadmiernie powiększać długości anody; względy konstrukcyjne nie pozwalają na nadmierne zwiększanie promienia siatki; wreszcie zaś względem małe zużycie mocy żarzenia ogranicza wielkość prądu emisyjnego. Wszystkie zatem wielkości, występujące w powyższym wzorze, posiadają wartości, mogące zmieniać się w bardzo nieznacznych granicach. Stąd wynika, że nachylenie lamp odbiorczych bywa dość niewielkie: w lampach żarzonych prądem stałym dochodzi ono do 2 mA/V., w lampach zaś żarzonych prądem zmiennym — ponieważ w lampach tych można nie liczyć się z wielkością mocy żarzenia, gdyż moc tę pobiera się z sieci, nie zaś z akumulatorów, — wartość nachylenia dochodzi do 3,5 — 4 mA/V.

Jak okaże się z dalszych rozważań, wielkość nachylenia lampy jest w każdym wypadku bardzo ważnym czynnikiem, świadczącym o wartości lampy. Nic zatem dziwnego, że poszczególne firmy, fabrykujące lampy katodowe, starają się o uzyskanie możliwie dużego nachylenia charakterystyki swoich lamp. Początkowo, gdy lampy posiadały katody wolframowe, nachylenie było bardzo niewielkie, ponieważ przy niewielkiej mocy żarzenia otrzymywało się bardzo mały prąd emisyjny. Sytuacja poprawiła się, gdy wprowadzono na rynek lampy z katodami torowanymi, jeszcze zaś lepsze wyniki uzyskano przez zastosowanie katod tlenkowych.

Wobec ograniczonej wielkości nachylenia, ze wzoru Barkhausena wynika, że powiększanie współczynnika amplifikacji lampy  $g$  poza pewną granicę pociągnie za sobą również wzrost oporu wewnętrznego lampy  $R$ . Należy o tem dobrze pamiętać przy roważaniu właściwości lamp odbiorczych.

### Lampy wzmacniające wielkiej częstotliwości.

Zadaniem lamp wzmacniających wielkiej częstotliwości jest — jak zresztą wogóle wszystkich lamp wzmacniających odbiorczych — możliwie naj-

większe wzmocnienie napięciowe, przyczem wzmocnienie to winno odbywać się bez wprowadzania zniekształceń oraz bez wywoływania zakłóceń w postaci gwizdów i wycia, uniemożliwiających spokojny odbiór.

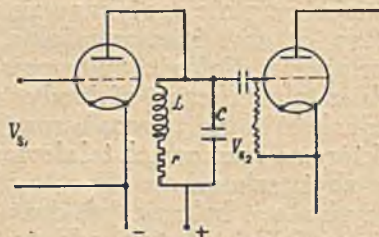
Jak wiadomo, wzmocnieniem lampy nazywa się stosunek napięć na siatce lampy następnej do napięć na siatce lampy poprzedniej,  $\frac{v_{s2}}{v_{s1}}$ . Jak wiadomo również, jeżeli w obwodzie anodowym lampy wzmacniającej znajduje się czysto omowy opór  $R_a$ , wówczas wzmocnienie wyraża się wzorem:

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = \frac{g}{1 + \frac{R_i}{R_a}} \quad (1)$$

Jeżeli w obwodzie anodowym znajduje się nie opór omowy, a opór pozorny, wówczas wzmocnienie będzie zależało od wielkości tego oporu pozornego, t. zn. również od częstotliwości wzmacnianych napięć. Jeżeli wzmocnienie ma być *niezniekształcone*, wówczas oczywiście należy się starać o uniezależnienie oporu anodowego od częstotliwości. W wypadku lamp w. cz. w obwodzie anodowym lampy znajduje się przeważnie strojony obwód rezonansowy, który dla prądów o częstotliwości rezonansowej przedstawia, jak wiadomo, opór zastępczy omowy o wielkości:

$$R_a \approx \frac{L}{r \cdot C},$$

gdzie  $r$  oznacza opór strat w obwodzie rezonansowym (rysunek 1). W tym wypadku przy badaniu wzmocnienia można posługiwać się wzorem 1.



Rys. 1.

(Uwaga: Wprawdzie obecność kondensatora siatkowego w obwodzie anodowym lampy wzmacniającej wpływa nieco na odchylenie od powyższych rozważań, jednakże wpływ ten, jako nieznaczny, można w rozważaniach, dotyczących ogólnych zasad wyboru lamp odbiorczych, pominąć).

Zasadniczo wzmocnienie można nazwać *niezniekształconym*, gdy stosunek:

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = const.$$

jest niezależny od częstotliwości i amplitud wzmacnianych napięć.

Jak zatem widać ze wzoru 1, w lampach wielkiej cz. można nie obawiać się zniekształceń spowodowanych zależnością oporu  $R_a$  od częstotliwości. Z pozostałych wielkości, występujących w tym

wzorze,  $g$  można uważać za stałą; jeśli zatem lampa nie ma wywoływać zniekształceń, musi spełniać dodatkowo warunek:

$$R_i = \text{const.}$$

Warunek ten spełniony jest wówczas, gdy praca odbywa się na prostoliniowej części charakterystyki roboczej. Warunek ten jest niezmiernie ważny w wypadku lamp wzmacniających m. cz., jak o tem będzie mowa później. Jednakże w wypadku w. cz. mamy do czynienia z tak małymi amplitudami napięć zmiennych, że dla nich można uważać za prostoliniowy również niewielki odcinek krzywoliniowej części charakterystyki, na której ewentualnie odbywałaby się praca.

Powyżej powiedziane pozwala na wybór początkowego punktu pracy dla lamp w. cz.; zazwyczaj punkt ten bierze się w bezpośrednim pobliżu dolnego zakrzywienia charakterystyki, gdzie nachylenie — decydujące, jak zobaczymy, o wzmacnieniu — jest jeszcze dostatecznie duże, gdzie natomiast mały jest normalny prąd anodowy oraz stosunkowo niskie wymagane napięcie anodowe.

Drugim punktem, jaki należy rozważyć, jest wielkość wzmacnienia, uzyskiwanego przy pomocy lamp w. cz.

Jak widać ze wzoru 1, wzmacnienie będzie tem większe, im mniejszy jest stosunek  $\frac{R_o}{R_i}$  oraz im większy jest współczynnik amplifikacji  $g$ . Z tego też powodu bardzo często twierdzi się bez żadnych dalszych rozważań, że dobra lampa w. cz. powinna posiadać możliwie duży współczynnik amplifikacji  $g$  oraz, że dla wyzyskania jej należy budować obwody rezonansowe o bardzo wielkim oporze pozornym  $R$ . Z twierdzenia tego wynika bezpośrednio, że z dwóch lamp w. cz. lepszą będzie lampa o większym współczynniku amplifikacji. Tymczasem — lak to się zaraz okaże — rzecz przedstawia się często zupełnie przeciwnie. Należy przedewszystkiem zdać sobie sprawę z tego, że wielkość oporu  $R$ , jaką można uzyskać przy pomocy obwodów strojonych, jest bardzo ograniczona. Doskonale skonstruowany obwód, o bardzo małym oporze strat  $r$ , przystosowany do odbioru stacyj w zakresie długości fal radijofonicznych, posiadać może opór pozorny, sięgający do 80 000 omów. Zatem stosunek  $\frac{R_i}{R_o}$  będzie ma-

ły tylko wówczas, gdy  $R_i < 80\,000$ . W tym wypadku jednak, jak wynika z równania Barkhausena, również i współczynnik amplifikacji lampy nie będzie mógł być dowolnie duży. Współczynnik ten w normalnych lampach nie może być zbyt duży z jeszcze innego powodu — warunkującego odbiór spokojny, bez gwizdów, a wywołanego pojemnością układu anoda - siatka.  $C_{as}$ . Jak wiadomo, skutek tej pojemności może powstać sprzężenie zwrotne, t. zw. sprzężenie przez lampę, pobudzające układ lampy do drgań własnych, będących ze swej strony źródłem gwizdów i wycia, uniemożliwiającego odbiór.

Celem badania wpływu tej pojemności na pracę lamp odbiorczych w. cz. skorzystamy z rozważań nad układem nadawczym Kuehn-Hutha, którego działanie polega na sprzężeniu przez lampę.

Z rozważań tych wynika, że w układzie wspomnianym powstaną drgania, gdy

$$C < g \frac{\pi}{\vartheta} C_{as},$$

gdzie  $C$  oznacza pojemność w obwodzie siatkowym danej lampy (w wypadku sprzężenia dwóch lamp w. cz. — jest to pojemność obwodu rezonansowego poprzedzającej lampy), zaś  $\vartheta$  oznacza logarytmiczny dekrement tłumienia obwodu siatkowego.

Z powyższego wzoru możemy otrzymać warunek *niepowstawania* drgań własnych, t. zn. warunek spokojnej pracy wzmacniającej w. cz.:

$$g C_{as} < \frac{C \vartheta}{\pi};$$

wzór ten przekształcamy, podstawiając:

$$\vartheta = \frac{r}{2L} \cdot \frac{1}{f},$$

gdzie  $f$  oznacza częstotliwość rezonansową. Otrzymany warunek *niepowstawania* drgań:

$$g C_{as} < \frac{C_r}{2L} \cdot \frac{1}{\pi f}.$$

Obwód siatkowy rozważanej lampy jest jednocześnie obwodem anodowym lampy poprzedzającej i bywa on naogół tak samo skonstruowany, jak i obwód anodowy następujący po rozważanej lampie. Wobec tego można napisać:

$$\frac{L}{rC} = R_o.$$

i wobec tego warunek *niepowstawania* drgań wyrazi się w postaci:

$$g \cdot C_{as} < \frac{1}{2R_o} \cdot \frac{9 \cdot 10^{11}}{\pi f} \quad (2)$$

(przyczem wyrażono tu pojemność  $C_{as}$  w centymetr.)

a zatem, jeżeli lampa wzmacniająca w. cz. ma pracować spokojnie, iloczyn współczynnika amplifikacji tej lampy przez pojemność anoda-siatki musi być mniejszy od pewnej określonej liczby.

Jeżeli w danym odbiorniku zastosowano obwody rezonansowe o możliwie małym tłumieniu, t. zn. o dużym  $R_o$  (80 000 omów), czyli obwody umożliwiające uzyskanie jaknajwiększego wzmacnienia, przyczem długość fali odbieranej wynosi 300 m ( $f = 1\,000\,000$ ). (Jest to mniej więcej dolna granica długości normalnych fal radijofonicznych) wówczas warunek spokojnej pracy odbiornika będzie:

$$g \cdot C_{as} < 2.$$

W normalnych lampach trójelektrodowych pojemność anoda-siatka ze względów konstrukcyjnych nie może być uczyniona zbyt małą. Waha się ona — dla lamp przeznaczonych dla wzmacnienia w. cz. w granicach od 1 — 3 cm. W niektórych specjalnych typach lamp, np. w lampie Philipsa A 435, pojemność ta zmniejszona jest do rzędu 0,3 cm, dzięki wyprowadzeniu anody do wierzchołka bańki lampy, nie zaś do cokołu.

Widać jednak, że nawet przy tak stosunkowo niewielkiej pojemności iloczyn współczynnika amplifikacji normalnych lamp przez ich pojemność anoda-siatka nie bywa nigdy mniejszy od 10. A zatem lampy takie pracować będą spokojnie tylko wtedy, gdy prawa strona wzoru 2 będzie większa od 10, t. zn., przy zastosowaniu obwodów silnie tłumionych, o małym  $R_a$ , czyli wówczas, — jak wynika ze wzoru 1 — spokojna praca osiągnięta zostanie kosztem wielkości wzmocnienia. Sytuacja jeszcze bardziej pogorszy się, jeżeli ilość lamp w. cz. będzie większa od 1, ponieważ wówczas będzie zachodziła obawa, sprzężeń zwrotnych między obwodami rozmaitych lamp. Ze wzoru 2 widać również, że w normalnych lampach nie można zwiększać nadmiernie współczynnika amplifikacji, celem uzyskania większego wzmocnienia, ponieważ przy zwiększaniu  $g \cdot C_{as}$  prędko przekroczy wartość graniczną nawet w bardzo silnie tłumionych obwodach rezonansowych.

Wpływ pojemności wewnętrznej lamp 3-elektrodowych można zmniejszać sztucznie przez stosowanie neutralizacji. W tym wypadku rzeczywiście warunki pracy lamp w. cz. będą przedstawiały się korzystniej, jednakże i tu nie można bez obawy wywołania drgań własnych zwiększać nadmiernie współczynnika amplifikacji. Zresztą to nadmierne zwiększanie  $g$  wpłynęłoby również na wzrost  $R_i$  zatem i ze względu na wzmocnienie niema celu nadmiernie powiększać  $g$ . Zysk stosowania neutralizacji polega na tym, że obwody neutralizowane można budować o słabym tłumieniu, t. zn. o dużym  $R_a$ , bez obawy zakłóceń w odbiorze.

Weźmy dla przykładu lampę Philipsa A 410. Jej pojemność wewnętrzna wynosi 1  $cm$ , współczynnik amplifikacji 10. A więc lampa ta bez neutralizacji posiadałaby iloczyn  $g \cdot C_{as} = 12$ . Aby lampa pracowała spokojnie, musiałaby być spełniony specjalny warunek:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{9 \cdot 10^{11}}{R_a \pi f} > 12,$$

co dla fali 300  $m$ , daje  $R_a < 15\,000$  omów.

Opór wewnętrzny lampy A 410 wynosi 20 000 omów. A zatem wzmocnienie uzyskane w tym wypadku może być w najlepszym razie:

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = \frac{10}{1 + \frac{20\,000}{15\,000}} \approx 4,$$

bardzo małe.

W wypadku zastosowania neutralizacji będzie można dla tej samej lampy zastosować obwód o oporze:  $R_a = 80\,000$ , i wówczas uzyskane wzmocnienie wyniesie 8.

Dla lampy typu A 435 krytyczna wartość oporu  $R_a$  bez neutralizacji wyniesie również około 15 000 omów, a więc z lampy tej można uzyskać wzmocnienie ( $R_i = 29\,000$ ).

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = \frac{35}{1 + \frac{29\,000}{15\,000}} \approx 12.$$

Jak na lampę w. cz. bez neutralizacji jest to dużo.

O wiele lepiej przedstawia się sprawa przy stosowaniu lamp ekranowych. Np. lampa Philipsa A 442 posiada przy współczynniku amplifikacji 150 pojemność wewnętrzną 0,01  $cm$ , dla tej więc lampy  $g \cdot C_{as} = 1,5$  ( $< 2$ ). Dla lampy na prąd zmienny typu E 442,  $g = 1000$ ,  $C_{as} = 1$ . Dla obu tych lamp spełnia się zatem warunek niezakłóconej pracy przy doskonałych obwodach anodowych ( $R_a = 80\,000$ ) oraz przy fali 300  $m$  (krótkiej), t. zn.  $g \cdot C_{as} < 2$ . Dla obu tych lamp opłaca się zatem budować słabo tłumione obwody rezonansowe, (a więc np. przy użyciu cewek toroidalnych i t. d.), bez obawy powstawania drgań własnych. Myliłby się zresztą ten, kto by przypuszczał, że lampa E 442, posiadająca tak wielki współczynnik amplifikacji 1000, daje o wiele większe wzmocnienie, niż lampa A 442. Przeliczmy to wzmocnienie dla obu tych lamp, przyjmując  $R_i = 80\,000$  omów:

dla lampy A 442 ( $R_i = 150\,000$ )

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = \frac{150}{1 + \frac{150\,000}{80\,000}} \approx 50,$$

dla lampy E 442 ( $R_i = 1\,000\,000$  omów)

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = \frac{1\,000}{1 + \frac{1\,000\,000}{80\,000}} \approx 80,$$

a zatem niecałe 2 razy więcej, niż dla lampy A 442!

Widać stąd, że o wartości lampy ekranowanej nie decyduje wyłącznie współczynnik amplifikacji. Naogół wszystkie lampy ekranowane mają współczynnik amplifikacji dostatecznie duży, idzie jednak o to, że celem wyzyskania go należy stosować możliwie duży opór  $R_a$ . Tymczasem zaś o wyborze wielkości tego oporu decyduje — jak wiemy — iloczyn  $g \cdot C_{as}$ . Weźmiemy np. lampę o współczynniku amplifikacji 500, oporze wewn. 700 000 omów. Wzmocnienie uzyskane przy pomocy tej lampy byłoby przy  $R_a = 80\,000$ :

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = \frac{500}{1 + \frac{700\,000}{80\,000}} \approx 50.$$

Wzmocnienie to wypada takie same, jak uzyskane przy pomocy lampy A 442 o współczynniku amplifikacji 150. Jest zatem dostatecznie duże, jednakże można je uzyskać przy  $R_a = 80\,000$  omów. Jeżeli lampa, o której mowa, ma pojemność naprz. 0,01  $cm$ , wówczas  $g \cdot C_{as} = 5$ . Oporność krytyczna  $R_a$  będzie wynosiła około 30 000 omów i stosowanie większego oporu byłoby bezcelowe, ponieważ lampa nie pracowałaby wówczas spokojnie. Otóż przy  $R_a = 30\,000$  wzmocnienie rozważanej lampy będzie:

$$\frac{v_{s2}}{v_{s1}} = \frac{500}{1 + \frac{700\,000}{30\,000}} \approx 25,$$

a więc 2 razy mniej, niż dla lampy A 442!

Na zakończenie tego rozdziału wypada dodać, że wielkość oporu wewnętrznego lampy wpływa na selektywność odbioru. Im większy jest ten opór, tem mniejsze jest tłumienie obwodu anodowego i tem większa jest selektywność. Z tego też względu lampy w. cz. nie powinny posiadać zbyt małego oporu wewnętrznego. Jasnym jest zresztą, że warunek ten jest łatwy do spełnienia, łatwiej bowiem budować lampy o dużym oporze wewnętrznym, niż o małym.

Na podstawie powyższych przykładów i rozważań można sformułować warunki, jakim winny odpowiadać lampy wzmacniające w. cz.:

Lampy wielkiej częstotliwości winny posiadać możliwie duży współczynnik amplifikacji  $g$  przy od-

powiednim oporze  $R_i$  — niezbyt małym ze względu na selektywność — i nie zadużym ze względu na wzmocnienie, przyczem jednak dla spokojnej pracy lampy przy całkowitem jej wyzyskaniu iloczyn  $g \cdot C_{os}$  winien by dostatecznie mały.

Najlepszymi lampami w. cz. odpowiadającymi tym warunkom, są bez wątpienia lampy ekranowane. Wszystkie istniejące dzisiaj na rynku lampy ekranowane, niezależnie od wielkości współczynnika amplifikacji, dają dostatecznie silne wzmocnienie przy najkorzystniejszych warunkach pracy. Jednakże o możliwości uzyskania takich warunków świadczy wyłącznie wielkość iloczynu  $g \cdot C_{os}$ , i ta tylko wielkość naprawdę decyduje o wartości lampy w. cz. (Dok. nastąpi).

## WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

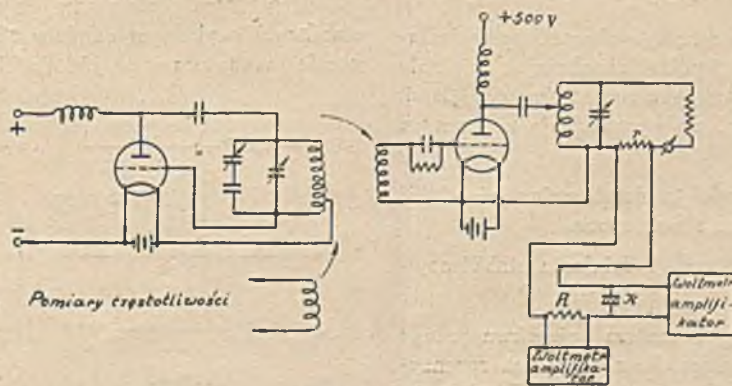
(Dokończenie).

### O POMIARACH NIEKTÓRYCH STAŁYCH ELEKTRYCZNYCH REZONATORA PIEZOKWARCOWEGO

(Naučno Techniczeskij Sbornik, Moskwa, 1928).

Wiele trudności sprawiają pomiary nie tylko wielkości lecz i fazy oporu  $Z$  rezonatora. Najbardziej dogodnym przy posiadanych przyrządach, okazał się sposób trzech woltmierzów, schemat którego podany na rys. 5.

Wyniki pomiarów. Pomiary miały na celu:



Rys. 5.

1. Określenie charakterystyki niektórych posiadanych płytek piezokwarcowych i wyjaśnienie częściowo wpływu różnych czynników.

2. Wykonanie pomiarów zdolności stabilizacyjnych i działania stabilizacyjnego w różnych układach i orientacyjne zestawienie działania układów stabilizacji.

3. Pomiarami nie tylko wielkości oporu rezonatora  $Z$ , lecz i fazy, określić analogię między rezonatorem piezokwarcowym a innymi elektromechanicznymi wibratorami.

W układzie rys. 4 zbadano trzy rezonatory piezokwarcowe (patrz tabela 1).

Wyniki pomiarów jednego z rezonatorów podano na rys. 6, wg. których można określić tłumienie  $\delta$ , opór przy rezonansie  $Z_{min}$  dane elektrycznego układu zastępczego.

Tabela 2 wskazuje te wielkości dla trzech badanych rezonatorów.

TABELA I.

Nr. Płytek	Wymiary płytek m/m	Własna częstotliwość	Kierunek drgań
3	2,5×25×40	147.000	w kier. długości
5	3×30×60	104.000	„ „
6	2×10×40	1.420.000	„ grubości

TABELA II.

Nr.	$Z_{min}$	$\delta$	$\alpha$ Henry	$C \mu F.$
3	1400	0,000150	31,800	0,0370
5	3500	0,000120	140,000	0,0167
6	300	0,000098	1,185	0,0107

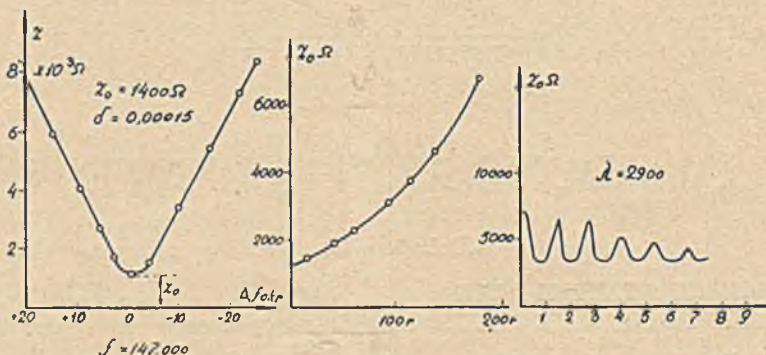
Wielkość minimalnego oporu  $Z_{min}$  zależna jest od warunków mechanicznych, w których powstają drgania płytki kwarcowej. Z tego powodu zbadano:

1. Wpływ na wielkość  $Z_{min}$  mechanicznego ciśnienia na powierzchnię elektrod; krzywa jest podana na rys. 7, gdzie na osi odciętych jest obciążenie górnej płyty rezonatora, a na osi rzędnych odpowiednie wielkości  $Z_{min}$ .

Jak widać z krzywej,  $Z_{min}$  rośnie ze wzrostem ciśnienia na płytkę, to zn., że ostrość rezonansu płytki kwarcowej pogarsza się. Jakościowe badania wskazały, że wielkość  $Z_{min}$  zależną jest nie tylko od wielkości sił mechanicznych, lecz i od miejsca ich działania, to zn. od rozłożenia ciśnienia na powierzchni płytki.

Wpływ obciążenia akustycznego wyjaśniony został za pomocą reflektora, umieszczonego równolegle do jednej z promieniujących powierzchni płytki.

Odpowiednie krzywe podane są na rys. 8, gdzie na osi odciętych wykreślone są odległości pomiędzy promieniującą powierzchnią kwarcu a reflektorem, a na osi rzędnych wielkości odpowiedniego minimalnego oporu rezonatora  $Z_{min}$ . Ustawieniom reflektora, znajdującym się jedno od drugiego



Rys. 6.

Rys. 7.

Rys. 8.

o 1,62 mm., odpowiadają odpowiednio wyraźnie określone „wierzchołki” oporu  $Z_{min}$ . W ten sposób za pomocą pomiarów elektrycznych mogą być określone i niektóre akustyczne wielkości: jak długość fali drgań akustycznych, szybkość ich rozchodzenia się, tłumienie etc.

Z punktu widzenia elektrycznego obecność promieniujących powierzchni w odległości półfal, zwiększając działanie akustyczne, pogarsza jego pracę, jako rezonatora; odległości, nie równe całym liczbom półfal nie wprowadzają widocznych zmian w wielkości  $Z_{min}$ .

3. Wpływu temperatury w granicach zmian jej od  $15^{\circ}$  do  $60^{\circ}$  C. na wielkość  $Z_{min}$ . nie zauważono.

Pomiary zdolności stabilizacji i działania stabilizacyjnego wykonano w czterech różnych układach.

Charakter zmian oporu rezonatora piezokwarcowego wskazany na rys. 1 a mianowicie: obecność dwóch rezonansów w punkcie A, jako szeregowego obwodu elektrycznego, i w punkcie B, jako równoległego, określa i dwie zasadnicze grupy, na które mogą być podzielone wszystkie układy stabilizacji za pomocą rezonatorów piezokwarcowych.

Rezonator może być włączony równolegle do obwodu drgającego, lub równolegle do obwodu sprzężenia zwrotnego. W ten sposób, możliwe są cztery zasadniczo różne układy stabilizacji, podane na rys. 9 a, b, c i d.

Zmiana włączenia zasilania, zastosowanie reakcji pojemnościowej, użycie kilku lamp, włączonych równolegle, szeregowo lub w układzie symetrycznym zmieniają zasady układu.

Do badań wzięto układ z indukcyjnym sprzężeniem zwrotnym, gdyż daje on możliwość łatwej zmiany sprzężenia zwrotnego i stopnia przeciągania przy stabilizacji.

Pomiary wykonane z tą samą płytką kwarcową w zmieniającym schemacie tegoż samego generatora; zmieniano

tylko włączenie rezonatora zgodnie z schematami rys. 9. Wyniki pomiarów podają na rys. 10 a, b, c, d.

Z tych krzywych można stwierdzić:

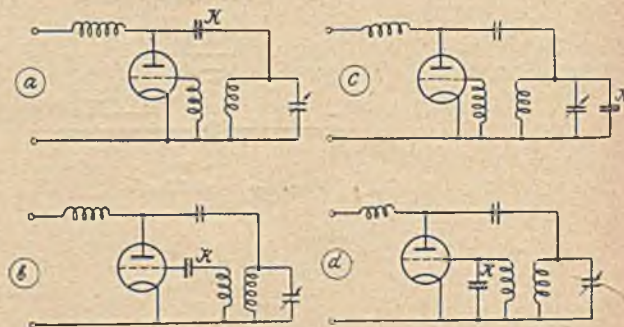
1. Znacznie większą zdolność stabilizacji otrzymuje się przy włączeniu rezonatora w obwód siatki, niż przy równoległym, lub szeregowym włączeniu, przy tym obciążenie rezonatora jest mniejsze, to zn. tym rezonatorem można stabilizować większą moc, niż przy włączeniu w obwód anody.

2. Zdolność stabilizacji i działanie stabilizacyjne wzrastają ze zwiększeniem obciążenia rezonatora.

Należy zauważyć, że stabilizacja w czterech wskazanych układach odbywa się na czterech różnych odcinkach charakterystyki rezonatora kwarcowego; uwidoczniło to na

rys. 1 grubszymi kreskami, oznaczonymi literami a, b, c, d, odpowiadającymi schematom 9a, 9b, 9c, 9d; odpowiada to różnym charakterom reakcji, którymi oddziaływa rezonator na połączony z nim obwód.

Prócz tych porównawczych pomiarów czterech układów stabilizacji, wykonano pomiary z układem szeregowego włączenia rezonatora w obwód siatki wg. schematu rys. 9-b przy



Rys. 9.

zmianie parametrów obwodów elektrycznych. Te pomiary orientacyjne, dają jedynie wyniki jakościowe: a więc, nie zauważono widocznej zmiany stabilizacji przy zmianie oporu obwodu i współczynnika indukcji wzajemnej sprzężenia zwrotnego; zwiększenie indukcyjności obwodu reakcyjnego zmniejsza stabilizację. Jednak kwestja zależności stabilizacji od parametrów elektrycznych obwodów i lamp w różnych układach stabilizacji wymaga dodatkowych badań.

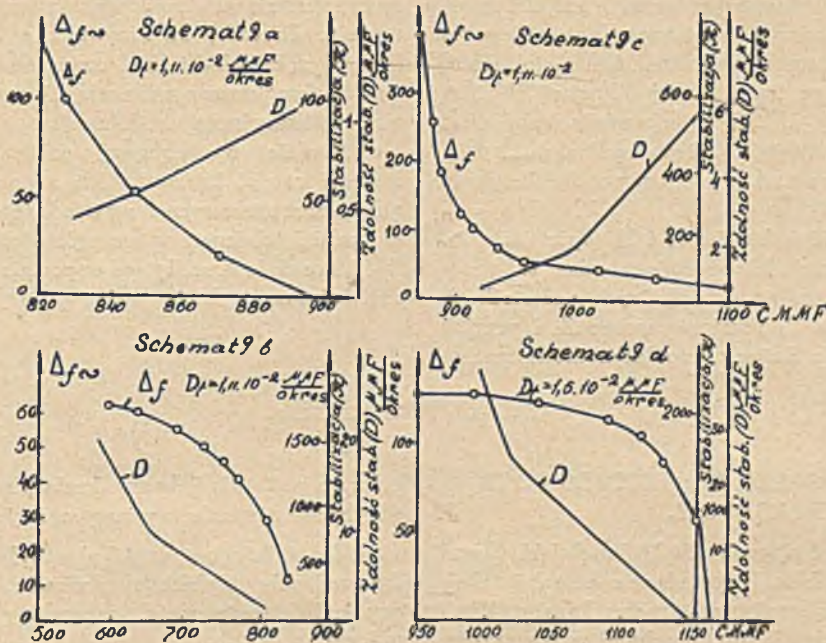
Wyniki pomiarów fazy oporu  $Z$  uwidocznione są na rys. 11, gdzie oś OR służy jako oś rzeczywistej części oporu, a oś OX — urojonej.

Dla ułatwienia pomiarów była wzięta płytką kwarcu ze świadomie zlemi własnościami rezonującymi, a mianowicie

plytka Nr. 5, tabela 1 przy zasadniczej częstotliwości ( $f = 47$  kilocyklów) w kierunku długości.

Z rys. 11 widzimy, że zmiany  $Z$  w zależności od częstotliwości dla danego rezonatora są nieduże, a składowa urojona  $Z$  pozostaje pojemnościową.

częstotliwości prądu w granicach od 450 do 1600 przy stałym natężeniu. Krzywa 2 stanowi wykres rezonatora piezokwarcowego ze złemi własnościami rezonującymi (rys. 11), otrzymany przy zmianie częstotliwości zasilającej od 47.000 do 47.050 okr./sek. (wielkość napięcia pozostawała stałą).

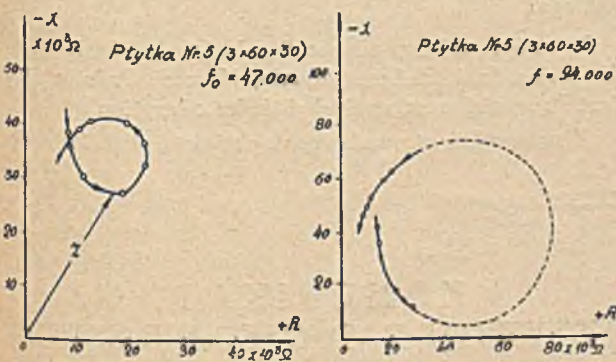


Rys. 10.

Pomiary z tą samą płytką, lecz dla drgań w kierunku szerokości dały krzywą rys. 12; w tym wypadku należy zaznaczyć, że opór  $Z$  zachowuje się pojemnościowo, aczkolwiek zmiany  $Z$  z częstotliwością są znacznie większe. Wreszcie, na rys. 13 są wektory  $Z$  dla płytki Nr. 3 przy częstotliwościach, zbliżonych do częstotliwości, odpowiadającej  $Z$  min.

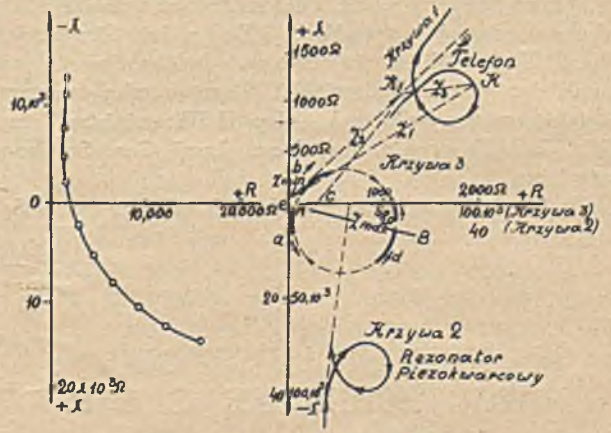
Wreszcie krzywa 3 kropkowana, stanowi „idealną” krzywą rezonatora piezokwarcowego, poszczególne punkty której, leżące na pełnej (nie kropkowanej) części krzywej, otrzymano drogą doświadczalną (wielkość zastosowanego napięcia pozostawała również stałą); strzałkami na wszystkich krzywych wskazano kierunek zwiększenia częstotliwości zasilającej.

Jak można zauważyć z krzywej, w tym wypadku mamy zmianę obciążenia pojemnościowego na indukcyjne.



Rys. 11.

Rys. 12.



Rys. 13.

Rys. 14.

Przeprowadzone pomiary pozwalają porównać rezonator piezokwarcowy z innymi oscylatorami elektromechanicznymi, z których najbardziej rozpowszechniony jest telefon z drgającą membraną, którego teorię wyczerpująco przedstawił Kennelly (Electrical Vibration Instruments by A. E. Kennelly).

Rys. 14 przedstawia trzy wykresy zmian wielkości i fazy oporu pozornego  $Z$  przy zmianie częstotliwości.

Krzywa I stanowi wykres  $Z$  telefonu (Western Electric Company) z drgającą membraną, otrzymany przy zmianie

Jednorodny charakter zmian  $Z$  z częstotliwością w telefonie i rezonatorze piezokwarcowym daje możliwość ustalić niektóre wspólne cechy jakościowe różne ilościowo.

Różnica geometryczna wektorów

$$Z_1 - Z_2 = Z_3$$

gdzie  $Z_1$  — całkowity opór pozorny oscylatora przy drganiach i  $Z_2$  — opór pozorny zaciśniętego niedrgającego wibratora, stanowi mechaniczną składową oporu  $Z_1$  (opór

drgań), uzależnioną od drgań mechanicznych i związaną z tem stratą energii elektrycznej.

Jeżeli zmiany  $Z_2$  niedrgającego wibratora dla telefonu charakteryzują się odcinkiem, odpowiadającym oporowi omowemu uzwojenia telefonu i krzywą  $f_g$ , nachyloną pod pewnym kątem do osi  $OR$  i określającą wzrost strat elektrycznych z częstotliwością w samym oscylatorze (straty biegu luzem), to, w wypadku zastosowania rezonatora piezokwarcowego, krzywa oporu biegu luzem stanowi krzywą zbliżoną do prostej, równoległej do osi  $OX$ , co odpowiada małej składowej rzeczywistej oporu tego niedużego kondensatora, który tworzą okładziny rezonatora z kwarcowym dielektrykiem między niemi.

W telefonie wielkość wektorów  $Z_2$  i  $Z_3$  (opór biegu luzem i opór drgań) w rezonansie pozostaje ta sama, zaś w rezonatorze piezokwarcowym przy niektórych częstotliwościach można składową  $Z_2$  pominąć wobec  $Z_3$  i przyjąć  $Z_1 = Z_3$ . To odpowiada dużemu współczynnikowi mecha-

niczemu (a więc i akustycznemu) sprawności rezonatora piezokwarcowego w przeciwstawieniu do telefonu, mającego, jak wiadomo, małą sprawność.

Krzywe rys. 14 dają możność ustalić i te dziedziny stabilizacji, w których pracuje rezonator piezokwarcowy w czterech schematach stabilizacji, wskazanych na rys. 9, przy czem te dziedziny na krzywej rys. 14, oznaczone są temiż literami a, b, c, d, któremi oznaczono cztery schematy rys. 9; strzałki kropkowane wskazują kierunek zwiększenia działania stabilizacyjnego i stabilizacji.

Bardziej wyczerpujący materiał doświadczalny da możność ustalić bardziej ścisły związek pomiędzy rezonatorem piezokwarcowym i wogóle oscylatorami elektromechanicznymi i telefonem w szczególności, i zastosować te wnioski, które daje Kenelly we wspomnianej książce w stosunku do telefonu.

H. T.

## I OGÓLNO-POLSKI ZJAZD KRÓTKOFALOWCÓW W WARSZAWIE.

Dn. 22 lutego został otwarty I Ogólno-Polski Zjazd Krótkofalowców, oraz Walne Zgromadzenie członków Polskiego Związku Krótkofalowców w gmachu Państw. Wyższej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Warszawie. Na zjazd przybyło przeszło 100 krótkofalowców oraz szereg zaproszonych gości.

Zagajenie wygłosił prof. D. M. Sokolcow, wicedyrektor Instytutu Radjotechnicznego. Na przewodniczącego Zjazdu został wybrany prof. M. Pożaryski.

Mowy powitalne wygłosili: p. prof. M. Pożaryski w im. Kuratorjum Instytutu Radjotechn.; p. gen. Kwaśniewski, 1 - zastępca Szefa Szt. Gł. w imieniu Władz Wojsk.; p. inż. E. Stalinger, nacz. Wydz. Radjokomunikacji, w im. Pana Ministra Poczty i Telegr.; p. ppłk. Karaffa-Kraeuterkraft — Dow. Pułku Rtelgr.; p. inż. Zuchmantowicz w imieniu Rady Teletechnicznej przy M. P. i T.; p. inż. Straszewicz, w im. S. E. P. W imieniu zebranych krótkofalowców odpowiedział p. por. S. Białowiejski. Poza tem odczytano szereg telegramów powitalnych od p. II Wiceministra Spraw Wojsk. Gen. Fabrycego, Inspektora Armji Gen. Sosnkowskiego i inn.

Następnie zgromadzeni wysłuchali odczytu prof. So-

kolcowa p. t. „Radjokomunikacja Krótkofalowców”, poczem odbyło się otwarcie wystawy sprzętu krótkofalowego

Tegoż dnia o godz. 16-ej odbyły się obrady I Walnego Zgromadzenia Polskiego Związku Krótkofalowców. Na przewodniczącego został zaproszony ppłk. Karaffa-Kraeuterkraft.

Walne Zgromadzenie P. Z. K. wybrało Zarząd Główny P. Z. K. w następującym składzie: Prezes: prof. Groszkowski, Wiceprezes inż. K. Siennicki, członkowie: prof. D. Sokolcow, W. Cichowicz. Prócz tego do Zarządu wchodzi po 2 delegatów od poszczególnych Organizacji Okr. P. Z. K. Do Komisji Rewizyjnej weszli pp.: ppłk. Karaffa-Kraeuterkraft, mjr. inż. Krulisz, inż. Trepka oraz zastępcy pp.: Orłowicz i Trembiński.

Dla podkreślenia zasług w dziedzinie rozwoju fal krótkich Walne Zgr. P. Z. K. wybrało 5 członków honorowych, a mianowicie: prof. J. Groszkowskiego, prof. D. Sokolcowa, prof. Malarskiego, dyr. K. Okuniewskiego i inż. M. Gronowskiego.

W czasie wolnym od obrad członkowie Zjazdu zwiedzili Polskie Zakł. Philipsa, fabrykę Marconi, Państw. Wytwórni Łączności oraz wysłuchali kilku odczytów.

Zjazd i walne zgromadzenie zamknięto w dniu 24 lutego.

## KOMUNIKAT SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ S. E. P.

Dnia 7 marca r. b. odbyło się zebranie dyskusyjne Sekcji na temat: „Najnowsze kierunki w budowie odborników”.

Po zagajeniu zebrania przez przewodniczącego mjr. inż. Krulisza i wygłoszeniu krótkiego referatu nawiązała się ożywiona dyskusja, w której wzięli udział koledzy: profi. Groszkowski, inż. Siennicki, K. Piotrowski, inż. Rotkiewicz i kpt. Schoen.

## K O M U N I K A T INSTYTUTU RADJOTECHNICZNEGO

W piątek, 11 kwietnia r. b., o godz. 20-ej, odbędzie się w pomieszczeniu Instytutu posiedzenie naukowe Instytutu, na którym p. *St. Manczarski* zreferuje swoją pracę pod tytułem: „Nowe metody usuwania pasożytniczych prądów w odbornikach”.

Referat będzie połączony z demonstracjami”.

Dyrekcja Instytutu.