

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XI.

1 Marca 1933 r.

Zeszyt 5—6

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

Warszawa, Marszałkowska 33 m. 11, tel. 8-40-45.

S O M M A I R E.

Les variations de la capacité du circuit oscillant et la fréquence dans les générateurs. — Par J. Groszkowski et Z. Jelonek. On admet habituellement que la variation de fréquence d'un système oscillant en fonction de la variation de capacité est déterminée par l'équation (1). Dans cette contribution on a démontré théoriquement et expérimentalement qu'en réalité les variations de fréquence peuvent différer de celles, calculées d'après (1), même de quelques dizaines pour cent.

Etude sur les lampes receptrices a coefficient d'amplification variable. Par Boleslaw Starnecki I. E. Par la voie de l'analyse de la caractéristique dynamique d'une lampe réceptrice à haute fréquence l'auteur démontre, que la caractéristique d'une lampe ne causant pas des déformations ou d'effet de „cross talk”, doit s'exprimer par une équation en désaccord avec le loi des puissances 3/2. Par la suite l'auteur démontre, qu'une telle caractéristique est propre aux lampes dont le coefficient d'amplification varie le long de l'axe de la cathode. Se basant sur des formules qu'il vient de prouver l'auteur analyse le cas particulier d'une caractéristique dont l'équation est une courbe exponentielle, de même qu'il donne une méthode de calcul des lampes a coefficient d'amplification variable.

Vers la fin, l'étude nous donne quelques compléments aux résultats théoriques, et cela par une analyse des caractéristiques de quelques types des lampes existantes.

Revue documentaire; Bulletin.

ZMIANY POJEMNOŚCI OBWODU DRGAŃ A CZĘSTOTLIWOŚĆ W GENERATORACH O WZBUDZENIU WŁASNEM *).

J. Groszkowski i Z. Jelonek.

Uważa się naogół, że jeżeli w prostym generatorze o własnym wzbudzeniu zmienimy pojemność obwodu drgań C o ΔC , to jego częstotliwość f zmieni się o Δf według zależności:

$$\frac{\Delta f}{f} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C}, \dots \dots \dots (1)$$

co wynika ze zróżniczkowania wzoru na częstotliwość:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots \dots \dots (2)$$

Są metody pomiarowe, które opierają się na powyższej zależności (1).

I tak na przykład, jeśli chcemy zmierzyć zmianę częstotliwości drgań wytwarzanych przez jakieś urządzenie, ustawiamy pomocniczy generator z obwodem o stałych L i C . Dostrajamy go do zaniku dudnień z częstotliwością badaną f , a gdy ta się zmieni o Δf , zmieniamy C generatora o ΔC do ponownego zaniku dudnień. Znając f , C i ΔC oblicza się Δf ze wzoru (1).

W innym przypadku, gdy chcemy zmierzyć zmiany jakiejś pojemności, włączamy ją do obwodu drgań generatora. Jeśli częstotliwość jego będzie równa jakiejś stałej częstotliwości f , to po zmianie badanej pojemności C o ΔC , powstaną

dudnienia o częstotliwości Δf . Jeżeli one są słyszalne, można je zmierzyć np. na mostku. Znając tedy C , f i Δf , oblicza się ΔC ze wzoru (1).

W obydwóch tych metodach, jeśli nie zwrócić bacznej uwagi na stan pracy generatora, to otrzymane wyniki mogą być błędne. Błąd może stanowić kilka, kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt % mierzonej wartości.

Czynnikami wprowadzającym powyższe błędy są prądy harmoniczne w obwodzie drgań generatora. Ich obecność powoduje, że już wzór (2) nie stosuje się ściśle. Naogół częstotliwość jest mniejsza niż obliczona z tego wzoru.

Najłatwiej rozpatrzyć tę kwestję w generatorze dynatronowym, gdyż w nim zasada powstawania drgań jest najprostsza. Zgodnie z pracą jednego z nas *) pojawienie się harmonicznych napięcia na obwodzie drgań generatora dynatronowego zmienia jego częstotliwość f o Δf w myśl zależności:

$$\frac{\Delta f}{f} \approx -a\sigma^2, \dots \dots \dots (3)$$

gdzie

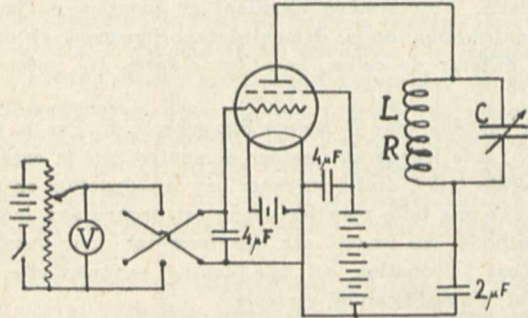
$$\sigma^2 = \left(\frac{\bar{V}_2}{\bar{V}_1}\right)^2 + \left(\frac{\bar{V}_3}{\bar{V}_1}\right)^2 + \dots$$

*) J. Groszkowski. The Interdependence of the Frequency Variation and the Content of Harmonics. — The Wireless Engineer, 1932, Sierpień, str. 446.

*) Refer. na posiedzeniu Sekcji Radjot. S.E.P. w dn. 16 listopada 1932 r.

V_1 — amplituda napięcia o częstotliwości podstawowej,
 $\bar{V}_2, \bar{V}_3, \dots$ — amplitudy napięć harmonicznych (drugiej, trzeciej...).

Zawartość harmonicznych σ zależy od punktu pracy lampy (nachylenie spadającej charakterystyki prądu anodowego i t. p.) i od oporu rezonansowego obwodu drgań: $r \cong \frac{L}{RC}$; R — oporność omowa cewki. Jeżeli więc zmieni się C , to zmieni



Rys. 1.

się także r , a więc i σ . Zmiana σ wywoła dodatkową zmianę częstotliwości δf , czego nie uwzględnia wzór (1). Jeśli teraz napiszemy zależność $f = f_0 + \Delta f$, gdzie $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, a Δf określimy z zależności (3), otrzymamy nowy wzór na częstotliwość:

$$f = f_0(1 - a\sigma^2) \dots \dots \dots (4)$$

Stąd łatwo otrzymać (dla małych Δf):

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta f_0}{f_0} - \frac{2a\sigma \cdot \Delta\sigma}{1 - a\sigma^2} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C} - \frac{2a \cdot \sigma \cdot \Delta\sigma}{1 - a\sigma^2} \quad (5)$$

Oznaczmy $-\frac{2a\sigma \cdot \Delta\sigma}{1 - a\sigma^2}$ przez $\frac{\delta f}{f}$. W porównaniu ze wzorem (1) otrzymamy błąd $\frac{\delta f}{\Delta f} = -\frac{2a\sigma \cdot \Delta\sigma}{(1 - a\sigma^2) \cdot \frac{\Delta f}{f}}$.

Widać z tego, że $\frac{\delta f}{\Delta f}$ jest proporcjonalne do σ .

Wnioski z tych wywodów zostały sprawdzone na generatorze w układzie pliodynatronowym (rys. 1).

Lampa ekranowana Tungstam S407 miała napięcia: anody $V_a = 60$ V, siatki zewnętrznej (ekranu) $V_e = 118$ V, żarzenia $V_k = 4$ V.

W układzie tym można wygodnie zmieniać zawartość harmonicznych przez zmianę napięcia wewnętrznej siatki V_s . Jak wiadomo, na granicy powstawania drgań, gdy $V_s = V_{s0}$, jest najmniej harmonicznych. Zwiększając V_s , otrzymujemy przebiegi coraz to bardziej odkształcone, a więc otrzymujemy coraz to większe σ .

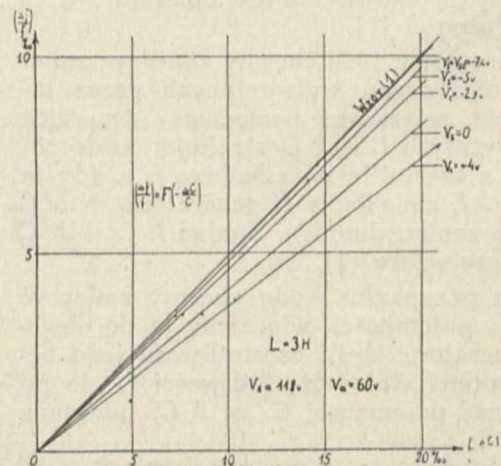
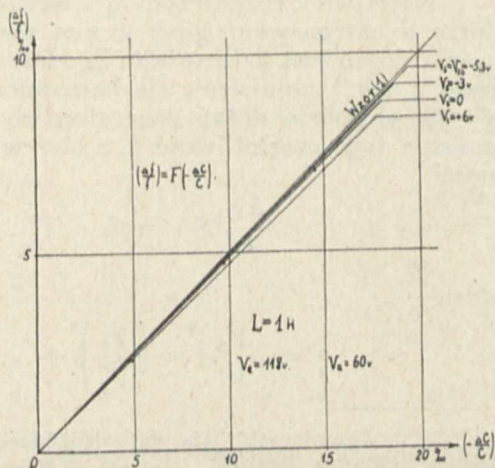
Układ pracował na częstotliwości akustycznej ok. 1000 c. Zmiany tej częstotliwości, wywołane zmianami pojemności obwodu C , określano przez liczenie dudnień ze wzorcowym generatorem kamertonowym 1000 okresowym. Zawartość harmonicznych przy pewnym V_s obliczano w przybliżeniu ze wzoru (3), gdzie Δf jest wywołane tylko zmianą napięcia siatki wewnętrznej od V_{s0} do V_s .

W poniższej tabliczce podane są pomiary przy stałych układu: $L = 3$ H, $R = 420 \Omega$, $C = 7075 \mu\mu\text{F}$ i przy $V_s = 0$, wówczas $f = 1000$ c. (Widać tu, że ze wzoru (2) $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{3 \cdot 7075 \cdot 10^{-12}}} \cong 1093 > 1000$.

W tym stanie pracy nie było dudnień. Powstały one po zmianie C o ΔC . Licząc je, znaleźliśmy $\frac{\Delta f}{f}$. W trzeciej rubryce jest obliczone $-\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C}$, a w czwartej różnica $\frac{\delta f}{f} = \frac{\Delta f}{f} - \left(-\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C}\right)$; wpiątej rubryce — procentowy błąd pomiaru $\frac{\delta f}{\Delta f}$.

ΔC $\mu\mu\text{F}$	$\left(\frac{\Delta f}{f}\right)_{0/100}$	$\left(-\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C}\right)_{0/100}$	$\left(\frac{\delta f}{f}\right)_{0/100}$	$\left(\frac{\delta f}{\Delta f}\right)_{0/100}$	$\left(\frac{\delta f}{\Delta f}\right)_{\text{sr.}}$
-61	+3,47	+4,31	-0,84	-24	22,5%
-122	+7,15	+8,63	-1,48	-21	

Podobnie zostały wykonane pomiary dla innych V_s , a także dla innych stałych obwodu: $L = 1$ H; $R = 140 \Omega$, $C \cong 25000 \mu\mu\text{F}$. Wyniki są podane na wykresach (rys. 2). Na osi odciętych są wartości $\left(-\frac{1}{2} \frac{\Delta C}{C}\right)_{0/100}$, a na osi rzędnych $\left(\frac{\Delta f}{f}\right)_{0/100}$. Wszystkie punkty trzeciej rubryki leżą na wspól-



Rys. 2.

nej prostej (najwyższej). Są to zmiany częstotliwości, obliczone ze wzoru (1). Rzeczywiste zmiany częstotliwości dają punkty leżące poniżej.

Następnie zestawione są σ , obliczone z przybliżonego wzoru (3) i odpowiednie $\left(\frac{\delta f}{\Delta f}\right)_{sr}$.

$L = 1 \text{ H}$

σ %	na granicy ~ 0	4	8,8	14,5
$-\left(\frac{\delta f}{\Delta f}\right)_{sr}$ %	1,3	1,7	2,4	5,8

$L = 3 \text{ H}$

σ %	na granicy ~ 0	8,4	17	—	—
$-\left(\frac{\delta f}{\Delta f}\right)_{sr}$ %	0,6	3,3	9	22,5	36

Błędy na granicy ($V_s = V_{s0}$) są rzędu 1%. Są one sumą błędów cechowania indukcyjności i pojemności, błędów pomiaru oraz błędów wynikających z tego, że już na granicy zrywania się drgań jest trochę harmonicznych (<1%).

Widać ze wzoru (5), że można tylko wtedy korzystać z metod pomiarowych opisanych na wstępie, gdy generator pracuje w takim stanie, że 1° zawartość harmonicznych jest bardzo mała ($\sigma \cong 0$), lub 2° zawartość ich bardzo mała się zmienia ($\Delta\sigma \cong 0$). Pierwszy warunek może być łatwo spełniony, jeśli generator pracuje na granicy zrywania drgań, przyczem musi ona być jednocześnie granicą powstawania drgań. Drugiemu warunkowi dotychczas używane układy nie czynią zadość. Prowadzone są już jednak prace nad urzeczywistnieniem takiego układu.

Dział Naukowy
Instytutu Radjotechnicznego
w Warszawie.
Październik 1932.

TEORJA I PROJEKTOWANIE LAMP O ZMIENNYM WSPÓŁCZYNNIKU AMPLIFIKACJI.

Inż. Bolesław Starnecki.

(Ciąg dalszy).

Obliczmy jeszcze z równania (12) współczynnik amplifikacji (G) według wzoru (10). Otrzymamy łatwo:

$$G = \frac{\int_{x_1}^{x_2} \left[\frac{V_a'}{g(x)} + V_s \right]^{\frac{1}{2}} dx}{\int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{g(x)} \left[\frac{V_a'}{g(x)} + V_s \right]^{\frac{1}{2}} dx}$$

skąd po prostym przekształceniu:

$$\int_{x_1}^{x_2} \left[\frac{G}{g(x)} - 1 \right] \left[\frac{V_a'}{g(x)} + V_s \right]^{\frac{1}{2}} dx = 0$$

Ponieważ $g(x)$ jest oczywiście wielkością niezależną od V_a' i V_s , równanie powyższe może się spełnić naogół tylko wtedy, gdy $G = \varphi(V_a', V_s)$ t. zn. gdy *współczynnik amplifikacji lampy jest funkcją napięcia anodowego i siatkowego*. Jest to jeszcze jedna cecha omawianych lamp. W lampach normalnych — jak już mówiliśmy — współczynnik amplifikacji jest *wielkością stałą*, niezależną od położenia punktu pracy w polu charakterystyk.

Powyzsza własność uzasadnia nazwę omawianych lamp: lampy o *zmiennym współczynniku amplifikacji*.

Często używana nazwa: lampy o zmiennem nachyleniu — właściwie nic nie mówi, ponieważ normalne lampy również posiadają nachylenie zmienne.

Na podstawie dotychczasowych wywodów możemy rozważane lampy określić w jeden z 3-ech następujących sposobów:

1) lampy o charakterystyce, której równanie odbiega od prawa 3/2 potęg,

2) lampy o zmiennym geometrycznym współczynniku amplifikacji,

3) lampy o zmiennym współczynniku amplifikacji.

Jeśli z pośród możliwych do skonstruowania w powyższy sposób lamp wybierzemy te, których równania charakterystyk po rozwinięciu na szereg według wzoru (1) posiadają współczynnik a_3 bliższy lub równy zero (wzgl. dla których $\frac{\partial^3 I_a}{\partial V_s^3}$ jest

bliskie lub równe zero) — otrzymamy lampy, nadające się w myśl wywodów § 1 szczególnie dobrze jako lampy odbiorcze w cz. Ze względu na ich właściwość: nie pogarszania selektywności obwodów rezonansowych (dzięki nie wywoływaniu zjawiska modulacji skrośnej), dość trafną wydaje mi się dla tych lamp stosowana obecnie niekiedy nazwa „selektoda”. W każdym razie selektoda stanowi jedynie szczególny wypadek rodziny „lamp o zmiennym współczynniku amplifikacji”.

Przykład. Pragniemy zbudować lampę o charakterystyce

$$I_a = I_0 e^{bV_s} \dots \dots \dots (13)$$

W tym wypadku funkcja $g(x)$ winna mieć postać:

$$g(x) = \frac{-q}{\log(1 - px)} \dots \dots \dots (14)$$

Istotnie podstawiając tę wartość do równania (12) otrzymamy, oznaczając samą całkę przez λ :

$$\lambda = \int_{x_1}^{x_2} \left[-\frac{V_a' \log(1 - px)}{q} + V_s \right]^{3/2} dx \quad (15)$$

Zróbmy podstawienie

$$u = \sqrt{\frac{q}{V_a'} \left[\frac{V_a'}{g(x)} + V_s \right]}$$

czyli zgodnie z (14):

$$u^2 = \frac{q}{V_a'} \left[V_s - \frac{V_a' \log(1 - px)}{q} \right]$$

stąd

$$1 - px = e^{-u^2 + q \frac{V_s}{V_a'}}$$

$$dx = \frac{2u}{p} e^{-u^2 + q \frac{V_s}{V_a'}}$$

Podstawiając do równania (15), mamy

$$\lambda = \int_{u_1}^{u_2} \left(\frac{V_a'}{q} \right)^{3/2} \frac{u^3 \cdot 2u}{p} e^{-u^2} \cdot e^{q \frac{V_s}{V_a'}} du =$$

$$= \frac{2}{p} \left(\frac{V_a'}{q} \right)^{3/2} e^{q \frac{V_s}{V_a'}} \int_{u_1}^{u_2} u^4 e^{-u^2} du \quad (16)$$

Granice całkowania:

dolna granica wypada dla x_1 spełniającego równanie (11), t. zn. $u_1 = 0$. Górną granicę wyznaczymy, wiedząc, że dla krzywej wykładniczej λ winno być dodatnie nawet przy największych ujemnych wartościach V_s , co jest możliwe tylko wówczas, gdy istnieje x_2 , przy którym $g(x_2) = 0$.

(Naturalnie w rzeczywistości zbudowanej lampie prąd I_a , więc i wartość γ , staje się równy zeru przy jakiejś skończonej wartości V_s — jednakże jasnym jest, że rozważania nasze winny dać rezultat jedynie b. zbliżony do rzeczywistości).

W tym wypadku granica górna dla u wypada zatem $u_2 = \infty$.

Wyznamy więc teraz całkę określoną:

$$\int_0^{\infty} u^4 e^{-u^2} du = \gamma;$$

Całkując dwukrotnie przez części, otrzymamy:

$$\gamma = \left| -\frac{1}{2} u^3 e^{-u^2} - \frac{u}{2} e^{-u^2} \right|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} e^{-u^2} du = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

Podstawiając to do wzoru (16) widzimy, że otrzymaliśmy istotnie określoną funkcję wykładniczą argumentu V_s ; przez porównanie współczynników w tożsamości:

$$I_0 e^{b V_s} = c_0 \lambda$$

otrzymamy wartości p i q ; dostaniemy mianowicie:

$$q = b V_a'$$

$$p = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{c_0}{I_0 b^{3/2}}$$

A zatem lampa żądana winna posiadać geometryczny współczynnik amplifikacji postaci:

$$g(x) = \frac{-b V_a'}{\log \left(1 - \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{c_0}{I_0 b^{3/2}} x \right)} \quad (17)$$

We wzorze tym $g(x)$ zależy pozornie od V_a' , co byłoby niedorzecznością, ponieważ $g(x)$ stanowi jedynie funkcję geometrycznych właściwości lampy. W rzeczywistości V_a' występuje tutaj dlatego, że nie występuje w równaniu (13), t. zn. równanie to napisaliśmy właściwie tylko dla jednej określonej charakterystyki, przy $V_a' = \text{const}$. Możemy teraz wychodząc z założenia, że wzór (17) winien być niezależny od V_a' — wyprowadzić zależność równania (13) od V_a' .

We wzorze (17) winniśmy mieć w tym wypadku:

$$b V_a' = \text{const} = b_1$$

$$b = \frac{b_1}{V_a'}$$

aby zaś mianownik również był niezależny od V_a' musimy mieć

$$I_0 b^{3/2} = \frac{I_0 b_1^{3/2}}{(V_a')^{3/2}} = \text{const} = I_0'$$

skąd

$$I_0 = I_0' \left(\frac{V_a'}{b_1} \right)^{3/2}$$

i teraz rodzina charakterystyk, której szczególnym wypadkiem jest krzywa (13), ma równanie:

$$I_a = I_0' \left(\frac{V_a'}{b_1} \right)^{3/2} e^{b_1 \frac{V_s}{V_a'}} \quad (18)$$

Ze wzoru (17) możemy wyznaczyć długość katody jako górną granicę całkowania x_2 ; jak mówiliśmy wyżej, winno być $g(x_2) = 0$, co spełnia się przy $1 - \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{c_0}{I_0 b^{3/2}} X_2 = 0$; stąd wymagana długość katody:

$$X_2 = L = \frac{2 I_0 b^{3/2}}{\sqrt{\pi} c_0} = \frac{2 I_0'}{c_0 \sqrt{\pi}} \quad (19)$$

Na tym realnym przykładzie widzimy więc, że równanie (12) jest możliwe do spełnienia — w danym wypadku dla charakterystyki wykładniczej.

3. Projektowanie lamp o zmiennym współczynniku amplifikacji.

Mamy zadane równanie rodziny charakterystyk lampy (np. w konkretnym wypadku równanie (18)). Zaprojektować lampę — t. zn. określić następujące wielkości:

wymiary katody,
wymiary siatki,
wymiary anody.

Wyznamy przedewszystkiem kształt funkcji $g(x)$, wychodząc z tożsamości (12). (W rozważonym przykładzie otrzymaliśmy zależność (17)). Podobnie jak we wspomnianym przykładzie, wyznaczamy — opierając się na warunkach dla granic całkowania — długość katody L .

Zakładając całkowity prąd emisyjny lampy (tak duży, aby mieć pewność, iż prostoliniowy odcinek charakterystyki wypadnie poza obszarem napięć siatkowych, w którym charakterystyki winny mieć kształt zadany) oraz mając długość L wyznaczamy łatwo ze wzorów na emisję całkowitą

pozostałe wymiary katody (w wypadku katody cylindrycznej — średnicę).

Po wyznaczeniu katody należy określić kształt siatki. Oczywiście trudno jest ukształtować siatkę dokładnie według przebiegu funkcji $g(x)$. Praktycznie wystarczy podzielić długość katody L na kilka (trzy, cztery, pięć) części i wyznaczyć wartość funkcji $g(x)$ dla środkowych punktów tych części.

Dla każdego z tych odcinków wyznaczamy kształt siatki, wychodząc ze znanych wzorów na współczynnik amplifikacji normalnych lamp. Tak np. dla lamp z cylindrycznym układem elektrod, o siatce spiralnej, współczynnik amplifikacji:

$$g = \frac{2 \pi r_s n_s \log \left(\frac{r_a}{r_s} \right)}{\log \left(\frac{1}{\pi \delta_s n_s} \right)}$$

gdzie n_s — ilość zwojów siatki na 1 cm. jej długości,
 r_a — promień siatki,
 r_s — promień anody,
 δ_s — grubość drutu siatki.

Oczywiście, ze względów praktycznych dla całej lampy, t. zn. dla wszystkich obliczanych wartości g — wskazane jest zachowanie $r_a = \text{const.}$ oraz $\delta_s = \text{const.}$ Dobieranie g uskuteczniamy więc, zmieniając na różnych odcinkach n_s — czyli gęstość siatki — bądź r_s — promień siatki.

Zwracamy tu jednak uwagę, że przy wyprowadzaniu naszych wzorów (wzoru 12) założyliśmy stałą $c(x) = c_0 x$, a tem samym założyliśmy stałość promienia siatki r_s , ponieważ dla układu cylindrycznego elektrod w rzeczywistości $c(x) = c_1 \frac{x}{r_s}$.

Przy posługiwaniu się zatem wyprowadzonymi wzorami możemy operować już jedynie gęstością siatki. Oczywiście gdy wzór (12) wyprowadzić w założeniu, że również r jest funkcją x , moglibyśmy projektować lampy o zmiennym promieniu siatki. (Takie są np. niektóre typy selektod amerykańskich).

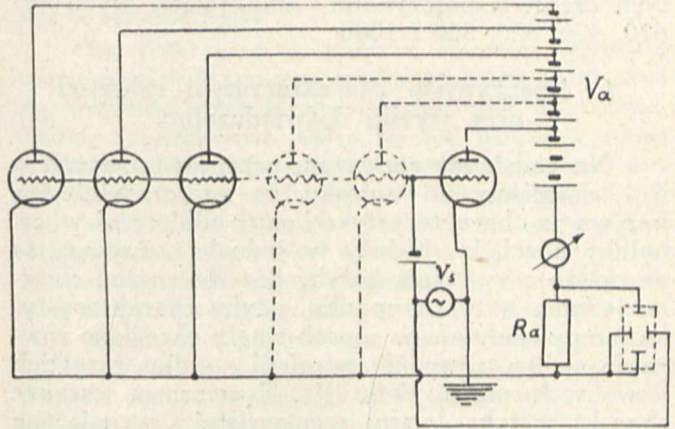
Jak widzimy, zaprojektowanie lampy o zmiennym współczynniku amplifikacji sprowadza się do zaprojektowania kilku lamp normalnych. Wynika to zresztą bezpośrednio z założeń, uczynionych na początku § 2 (Równanie 9!).

W wielu wypadkach możemy potrzebny przebieg funkcji $g(x)$ określić nie analitycznie, ale *eksperymentalnie*, posługując się pewną ilością lamp *normalnych*⁹⁾.

Jak mianowicie wiemy, charakterystyka lampy o zmiennym współczynniku amplifikacji stanowi wypadkową charakterystyk n lamp o różnych współczynnikach amplifikacji a wspólnym napięciu V_a' — zgodnie ze wzorem (9). Ale z konstrukcji tego wzoru wynika, że taką samą charakterystykę otrzymamy z n lamp, których *współczynniki amplifikacji g są jednakowe, a napięcia V_{an} — różne*, byleby był zachowany dla tych lamp warunek:

$$\frac{V_a'}{g_n} = \frac{V_{an}}{g} \dots \dots \dots (20)$$

Połączmy równolegle n jednakowych lamp [ilość ich zależy od dokładności, z jaką pragniemy wyznaczyć przebieg funkcji $g(x)$] tak, aby siatki i katody były połączone wprost, zaś anody dawały się załączać na różne napięcia anodowe (schemat taki pokazano na rys. 1 — dla lamp trójelektrodowych; w wypadku lamp ekranowanych — należałoby celem uzyskania różnych V_a' połączyć bezpośrednio również anody, zaś różne napięcia regulowane załączyć na siatki osłonne).



Rys. 1.

Regulując napięcia anodowe dla poszczególnych lamp możemy je wreszcie tak podobierać, aby wypadkowa charakterystyka tych lamp odpowiadała charakterystyce projektowanej lampy o zmiennym współczynniku amplifikacji.

Zamiast zdejmować każdorazowo charakterystykę statyczną, możemy załączyć na oporze R_a oscylograf katodowy; przy zastosowaniu zmiennej napięcia na siatki lamp (jak to wskazano na rys. 1) na ekranie oscylografu będzie się od razu rzutować charakterystyka.

Po odczytaniu poszczególnych napięć V_{an} , możemy obliczyć „zredukowane” do wspólnego napięcia V_a' (o wielkości zadanej dla projektowanej lampy) współczynniki amplifikacji g ze wzoru (20):

$$g_n = g \frac{V_a'}{V_{an}} \dots \dots \dots (21)$$

Przykład: Weźmy 5 lamp o współczynniku amplifikacji $g = 700$, dla których nadto $c_n = c = 1$. Przypuśćmy, że dla uzyskania żądanej charakterystyki lampy o zmiennym współczynniku amplifikacji musieliśmy zastosować napięcia V_{an} :

- $V_{a_1}' = 4200$
- $V_{a_2}' = 6200$
- $V_{a_3}' = 3400$
- $V_{a_4}' = 5000$
- $V_{a_5}' = 2600$

pragniemy zaś, aby dla lampy projektowanej $V_a = 4000$; otrzymamy wówczas wartości g_n ze wzoru (21):

$$g_1 = 700 \frac{4000}{4200} = 670$$

$$g_2 = 700 \frac{4000}{6200} = 450$$

⁹⁾ G. Jobst, j. w.

$$g_3 = 700 \frac{4000}{3400} = 820$$

$$g_4 = 700 \frac{4000}{5000} = 560$$

$$g_5 = 700 \frac{4000}{2600} = 1000$$

Jeżeli więc długość katody projektowanej lampy ma być $= L$, należy tę długość podzielić na 5 równych części i obliczyć lampę tak, aby dla tych części współczynniki amplifikacji wynosiły: 670, 450, 820, 560 i 1000.

4. Rzeczywiste charakterystyki selektod oraz wyniki doświadczalne.

Na podstawie rozważań, przeprowadzonych w § 1, doszliśmy do wniosku, że najkorzystniejszą krzywą na charakterystykę lampy odbiorczej w. cz. byłaby parabola. Należy tu jednak zauważyć, że powyższe rozważania byłyby bez zastrzeżeń słuszne jedynie w tym wypadku, gdyby charakterystyka lampy spełniała w sposób ciągły określone równanie — np. równanie paraboli — dla wszelkich dowolnych napięć siatki V_s . Tymczasem wszakże charakterystyka lampy rzeczywistej ograniczona jest z jednej strony warunkiem, że prąd anodowy lampy nigdy nie może przybierać wartości ujemnych — t. zn. że przy pewnej wartości ujemnego napięcia siatki prąd anodowy przybiera wartość zero, i tu właściwie kończy się zakres stosowalności równania charakterystyki. Z drugiej zaś strony przy pracy lampy w normalnych układach odbiorczych napięcie siatki winno pozostawać stałe w obszarze wartości ujemnych, inaczej bowiem pojawi się prąd siatki, wpływający na odbiór zdecydowanie szkodliwie.

Innymi słowy, rozważania § 1 pozostają w mocy jedynie wówczas, gdy wchodzące w grę chwilowe wartości napięć siatki według wzoru (3) pozostają w granicach: $V_{s \max} < V_s < 0$, gdzie $V_{s \max}$ oznacza największe ujemne napięcie siatki, przy którym $I_a = 0$. Nastąpi to w przybliżeniu wówczas, gdy

$$\left| \bar{V}_{sm} \right| < \left| V_{s \max} \right| \quad \text{oraz} \\ \left| \bar{V}_{sm} \right| < \left| V_{s_0} \right|$$

(bezwzględne wartości).

W przeciwnym razie lampa stanie się przyczyną b. silnych zniekształceń, niezależnie od formy charakterystyki.

Z powyższego bezpośrednio wynika, że w każdym razie odbiór niezniekształcony możliwy jest jedynie wówczas, gdy

$$\left| \bar{V}_{sm} \right| < \left| \frac{V_{s \max}}{2} \right|$$

W obecnym stanie rozwoju radjofonji amplitudy \bar{V}_{sm} , przychodzące na siatkę pierwszej lampy odbiornika, osiągają dla b. wielu stacyj odbieranych wartości b. duże (rzędu np. kilkunastu wolt). W związku z tem charakterystyki odpowiednich lamp w. cz. winny odpowiadać nietylko warunkom wyszczególnionym w § 1 ($\frac{\partial^3 I_a}{\partial V_s^3} = 0$ lub b. małe), ale nadto winno być dla nich $V_{s \max}$ dostatecznie duże — innymi słowy charakterystyki te muszą mieć przebieg dostatecznie wydłużony. (Stąd również jeszcze jedna używana niekiedy nazwa tych lamp: lampy o wydłużonej charakterystyce).

Zobaczymy później na przykładzie liczbowym, że dla charakterystyki parabolicznej, osiągalnej realnie (t. zn. przy niezbyt wielkich wartościach prądu anodowego, przy osiągalnych wartościach maksymalnego nachylenia i t. p.) wartość $V_{s \max}$ jest zbyt mała w stosunku do mocy istniejących stacyj radjofonicznych. Dlatego też — jak wspominaliśmy już uprzednio — selektody, wypuszczone przez wytwórnie lamp na rynek, posiadają charakterystyki nie paraboliczne, a wykładnicze (t. zn. kształtu równania 13). Dla tych charakterystyk, oczywiście teoretycznie, $V_{s \max} = -\infty$ w praktyce zaś przybiera $V_{s \max}$ wartości w każdym razie b. duże (kilkadziesiąt wolt). Skądinąd zaś — jak zobaczymy na przykładzie liczbowym — dla tych lamp $\frac{\partial^3 I_a}{\partial V_s^3}$ jest wielkością wielokrotnie mniejszą, niż dla lamp normalnych — nadają się więc one jako lampy w. cz. również w myśl rozważań § 1.

Powyżej powiedziane wyjaśnia jeszcze jedną (!) nazwę, nadawaną rynkowym selektodom: lampy wykładnicze (Exponentialröhren).

(C. d. n.).

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

Automatyczna regulacja siły odbioru.

(W. T. Cocking. Automatic volume control — is it worth, while? Wireless World. Vol. XXXI, Nr. 6. 1932).

Zadaniem automatycznej regulacji siły jest takie dopasowywanie czułości odbiornika, aby siła odbioru była niezależna od chwilowej wartości natężenia sygnału. Oczywiście taka regulacja nie powinna wpływać na jakość reprodukcji, a więc np. nie może ona w żadnym razie zacierać różnicy między forte i piano. Z warunku tego wypływa wniosek, że zadaniem automatycznej regulacji siły jest skompensowanie zmian amplitudy fali nośnej przez odpowiednie zmiany wzmocnienia w członie wielkiej częstotli-

wości odbiornika; powiązanie automatycznej regulacji z jednym z członów małej częstotliwości jest zasadniczo niedopuszczalne, gdyż wówczas regulacja wywierałaby wpływ nie tylko na amplitudę fali nośnej, lecz również na głębokość modulacji, t. j. właśnie na jakość reprodukcji. Ponieważ regulator ma reagować jedynie na napięcia w. cz., więc rolę czynnika, który go pobudza do działania, może spełniać napięcie, panujące na wejściu detektora, względnie odpowiadający temu napięciu prąd wyprostowany przez detektor. Ten prąd wyprostowany względnie napięcie wyrównane winno z kolei oddziaływać na lampę w. cz. w kierunku odpowiedniej zmiany wzmocnienia, jakie ta lampa daje. W praktyce najłatwiej jest uzyskać taką zmianę wzmoc-

mo, jak lampa dwuelektrodowa. Różnica polega głównie na specjalnym typie lampy, która spełnia 3 funkcje: *detekcja dwukierunkowa, wzmocnienie m. cz. i automatyczna regulacja siły*. Zastosowanie tej lampy upraszcza więc układ.

Przy ocenie automatycznej regulacji siły należy zwrócić uwagę na następującą okoliczność: ponieważ w zakresie regulacji wszystkie stacje, niezależnie od ich mocy są słyszane z jednakową siłą, więc osłabienie odbioru, wywołane przez fading, zostaje automatycznie wyrównane, co stanowi prawdopodobnie najważniejszą zaletę automatycznej regulacji siły.

Zastosowanie automatycznej regulacji wywiera wpływ na *strojenie* odbiornika. Ponieważ w granicach regulacji efekt akustyczny jest stały bez względu na amplitudę sygnału, więc jest niemal niemożliwością dostroić aparat w zwykły sposób na ucho, gdyż nie można znaleźć na skali kondensatora jaknajkorzystniejszego położenia dla danej stacji. Z tych względów narzuca się konieczność zastosowania optycznego wskaźnika dostrojenia, który może mieć postać lampki neonowej lub miliamperomierza, uruchamianego przez ujemny potencjał siatki lampy w. cz.

A. L.

Analiza i zmniejszenie zakłóceń wynikających z podgrzewania katod lamp żarzonych pośrednio przy pomocy prądu zmiennego.

Mc Nally. Proc. Inst. Radio Engineers, Sierpień 1932.

Wykonanie lamp o podgrzewanej katodzie umożliwiło żarzenie bezpośrednie z sieci prądu zmiennego. Stosowanie tych lamp jest jednak ograniczone przez szczytkowy szum sieci i żarzenie prądem zmiennym musi się odbywać kosztem charakterystyki wzmocnienia małej częstotliwości. Krzywa ta musi mieć charakter spadający poniżej 150 okresów, w przeciwnym zaś wypadku szum sieciowy na częstotliwości podstawowej 50 okr. względnie 60 (w Ameryce) oraz na harmonicznej 100 względnie 120 okr. stanie się zbyt duży przy wzmocnieniach rzędu 100 decybeli.

W normalnych lampach rynkowych wartość szumu lampowego zależy w dużej mierze od położenia suwaka potencjometra załączonego na włóknie żarzenia i do którego dołącza się katodę lampy oraz anodę i siatkę. Położenie suwaka nie zawsze odpowiada elektrycznemu środkowi uzwojenia żarzenia lecz zawsze istnieje wyraźne minimum szumu, wartość którego bywa nieraz o 30 decybeli niższa od maximum.

Źródła szumu sieciowego powstałego wskutek żarzenia lamp są następujące:

1) Pole elektryczne grzejnika, 2) Pole magnetyczne prądu grzejącego, 3) Oporność między grzejnikiem a siatką oraz anodą i pojemność między temi elementami. Nie ma więc mowy o wpływie zmian cieplnych.

Pole elektryczne grzejnika ma analogiczny wpływ na przebieg strumienia elektronów jak siatka sterująca lampy. Można zredukować jego działanie przez zastosowanie ekranu elektrostatycznego. Za ekran ten służy zwykle pochwka niklowa, na której znajduje się substancja aktywna (tlenki). Przez dodatkowe ekranowanie w specjalnych lampach eksperymentalnych zdołano zmniejszyć szum pochodzący od pola elektrycznego grzejnika o dalszych 30

decybeli. Szum pochodzący od tej przyczyny jest niezależny od położenia suwaka potencjometru żarzenia.

Najsilniejsze jest jednak działanie pola magnetyczne grzejnika. Ze względu na dwukrotne odchylenie strumienia elektronów w ciągu jednego okresu częstotliwości prądu zmiennego, szum powstały wskutek działania tego pola jest głównie 100 względnie 120 - okresowy, przyczem wartość jego zależy od kwadratu natężenia pola magnetycznego.

Celem zmniejszenia szumu powstałego z tego ostatniego źródła należy: 1) zastosować włókno kształtu takiego aby zewnętrzne pole magnetyczne było jaknajmniejsze. Odpowiednie są tutaj spiralki małej średnicy zagięte na kształt szpilki od włosów, 2) użyć ekranu magnetycznego naokoło grzejnika; ta kwestja jest jednak skomplikowana o tyle, że nikiel traci swe własności magnetyczne przy 340° C, żelazo w 750°, jedynie żelazo z kobaltem daje zadowalniające pod tym względem rezultaty, trudne jest jednak w obróbce, 3) otrzymywać niezbędną moc żarzenia zapomocą wyższego napięcia i słabszego prądu; tu jednak jesteśmy w sprzeczności z działaniem pola elektrycznego, które rośnie z napięciem.

Zmienne napięcia szumu sieciowego przenikają jeszcze do obwodów siatki i anody przez oporność i pojemność między grzejnikiem a temi elementami. Dla zmniejszenia wpływu tych czynników izolacja siatki i anody względem grzejnika oraz wzajemne pojemności muszą być oczywiście jaknajmniejsze.

Lampa o bardzo niskim poziomie szumu sieciowego. Dla umożliwienia żarzenia prądem zmiennym w amplifikatorach akustycznych o dużych wzmocnieniach zbudowano specjalny typ lampy (Western 262A) o szczególnie małym szumie sieciowym. Grzejnik ma postać cienkiej spiralki zagiętej na kształt szpilki od włosów i prąd żarzenia jest stosunkowo niewielki (0,3 amp., 10 woltów). Dokładne ekranowanie elektrostatyczne osiągnięto przez przedłużenie cylindra katody. Izolacja siatki i jej pojemność względem grzejnika zostały znacznie polepszone dzięki wyprowadzeniu siatki przez wierzchołek balonu szklanego. Lampa zabezpieczona jest przed osadzaniem par metali i pogarszaniem w ten sposób izolacji. Wynikiem takiej konstrukcji było znaczne zmniejszenie się szumu sieciowego lampy.

K. Lewiński.

KOMUNIKAT ZARZĄDU SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ SEP.

Dnia 8 marca 1933 r. (środa) o godz. 18.30 w lokalu Stowarzyszenia Elektryków Polskich przy ul. Czackiego 3 m. 3, odbędzie się doroczne Walne Zebranie członków Sekcji Radjotechnicznej z następującym porządkiem dziennym:

1. Wybór przewodniczącego
2. Sprawozdanie Zarządu:
 - a) z działalności za rok 1932
 - b) finansowe, łącznie z budżetem na rok 1933.
3. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej.
4. Wniosek o przyznanie prawa płacenia składki ulgowej podporucznikom W. P.
5. Wybory nowych członków Zarządu.
6. Wolne wnioski.

