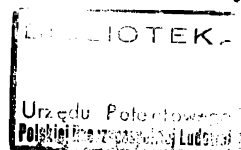


25 kwietnia 1932 r.

URZĄD PATENTOWY



H03b 19/00



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 15748.

Kl. 21 a⁴ 6.

Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson
(Stockholm, Szwecja).

Układ do zmiany częstotliwości.

Zgłoszono 27 września 1929 r.

Udzielono 26 lutego 1932 r.

Pierwszeństwo: 8 października 1928 r. (Szwecja).

Wynalazek niniejszy dotyczy układu z lampami elektronowymi, pracującego jako nieruchomy transformator częstotliwości i służącego do uzyskiwania drgań o dowolnych częstotliwościach bez wywoływania zakłócających częstotliwości ubocznych. W szczególności wynalazek ma na celu wytwarzanie dowolnych wielokrotności częstotliwości podstawowej zapomocą powielania częstotliwości. Układ do zmian częstotliwości według wynalazku odznacza się połączeniem z jednej strony układu z lampami elektronowymi, zawierającego dwie równolegle połączone ze sobą anody oraz dwie siatki, na które oddziaływają napięcia o dwóch częstotliwościach zasadniczych i o równych amplitudach, lecz o przeciwnych fazach, z drugiej zaś strony — urządzenia

do przybliżonego wyrównywania reakcji, pochodzącej z obwodu anodowego, w którym to obwodzie znajdują się opory pozorne, nastrojone na pewne częstotliwości. Działanie tego ostatniego urządzenia może np. polegać na zwrotnem przenoszeniu napięcia wyrównawczego z obwodu anodowego do obwodu siatkowego z odpowiednimi fazami. Dzięki takiemu układowi obwodu charakterystyka układu lampowego może mieć kształt krzywej symetrycznej względem osi rzędnych i być prawie dokładnie paraboliczną, przyczem prąd anodowy staje się wobec tego funkcją kwadratową napięcia wejściowego. W razie wprowadzenia do obwodu siatki dwu lub kilku częstotliwości zasadniczych prąd anodowy będzie zawierał częstotliwości podwojone względem

częstotliwości zasadniczych oraz częstotliwości równe sumie i różnicy tychże częstotliwości, podczas gdy wszystkie inne częstotliwości harmoniczne zostają usunięte (wyeliminowane). Najkorzystniej jest doprowadzać z zewnątrz jedną tylko częstotliwość zasadniczą, inne zaś częstotliwości zasadnicze wytwarzać w układzie generatorowym i doprowadzać je do siatek lamp tegoż układu.

Wynalazek niniejszy wyjaśniony jest szczegółowo w poniższym opisie przy rozpatrywaniu rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat połączeń układu generacyjnego, wykonanego według wynalazku niniejszego, fig. 2 — schemat połączeń innej odmiany wykonania, a fig. 3 — wykres charakterystyki.

W obu powyższych odmianach układ lampowy składa się z dwu lamp trójelektrodowych 1, 1' o anodach 2, 2', połączonych ze sobą równolegle i przyłączonych do

wspólnego obwodu anodowego, złożonego z kilku obwodów drgających. W wykonaniu według fig. 1 siatki 3, 3' obu lamp są przyłączone każda do końcówek wtórnego uzwojenia 4 transformatora, którego uzwojenie pierwotne 5 jest zasilane drganiami zasadniczymi lub drganiami, przeznaczonymi do powielenia. Punkt środkowy uzwojenia wtórnego połączony jest z obwodem katody poprzez baterję siatkową 6.

Ponieważ potencjały zmienne siatek 3, 3' posiadają tę samą amplitudę i fazy przeciwne, przeto charakterystyki tych dwu lamp przyjmą postać (fig. 3) dwóch krzywych i_a oraz i'_a , symetrycznych względem osi rzędnych. Na wykresie V_r i V'_r oznaczają wzajemnie równe i przeciwne w fazach napięcia wejściowe (siatkowe) lamp 1 i 1'. Zależność między prądami anodowymi i_a i i'_a obu lamp i ich napięciami wejściowymi można wyrazić wzorem algebraicznym:

$$\left. \begin{aligned} i &= C_0 + C_1 V_r + C_2 V_r^2 + C_3 V_r^3 + \dots \\ i'_a &= C'_0 + C'_1 V_r + C'_2 V_r^2 + C'_3 V_r^3 + \dots \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

*Pomiędzy poszczególnymi napięciami zachodzi zależność następująca:

$$V_r = V_g + \frac{V_a}{\mu}; \quad V'_r = -V_g + \frac{V_a}{\mu} \quad (2)$$

gdzie V_a oznacza zmienny potencjał anodowy, V_g zmienne napięcie siatkowe, μ zaś współczynnik wzmacniania lamp. Przyjmu-

jąc, że do uzwojenia pierwotnego 5 doprowadzane są dwie różne pulsacje podstawowe ω_1 i ω_2 , które można np. otrzymać z dwu szeregowo połączonych generatorów, wytwarzających wzmiankowane pulsacje, otrzymuje się wzór następujący:

$$V_g = A_1 \sin \omega_1 t + A_2 \sin \omega_2 t.$$

W połączeniu z równaniem (2)

$$\left. \begin{aligned} V_r &= A_1 \sin \omega_1 t + A_2 \sin \omega_2 t + \frac{V_a}{\mu} + \delta V_a, \\ V'_r &= -A_1 \sin \omega_1 t - A_2 \sin \omega_2 t + \frac{V_a}{\mu} + \delta V_a \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

przyczem we wzorach tych wyraz δV_a odpowiada napięciu wyrównawczemu, przeniesionemu wstecznie z obwodu anodowego do obwodu siatki.

Zgodnie z wynalazkiem niniejszym napięcie siatki dobrane jest w ten sposób, że

$$\delta V_a = -\frac{V_a}{\mu}$$

Wobec tego napięcia wejściowe będą:

$$V_r = A_1 \sin \omega_1 t + A_2 \sin \omega_2 t,$$

$$V'_r = -A_1 \sin \omega_1 t - A_2 \sin \omega_2 t = -V_r$$

Wstawiając wartości te w równanie (1), otrzymuje się wypadkowy prąd anodowy I_a :

$$I_a = i_a + i'_a = 2C_o \ddot{V}_r + 2C_2 V_r^2 + 2C_4 V_r^4 + \dots (4)$$

Z tego wzoru widać, że wyrazy z nieparzystymi potęgami zniósłły się wzajemnie. Ten wypadkowy prąd anodowy przedstawia na wykresie fig. 3 krzywa paraboliczna, wyciągnięta linią pełną. W większości przypadków można pominąć w ostatnim równaniu wyrazy rzędu wyższego niż drugi i z tego

powodu można uważać krzywą I_a za dokładną parabolę. Można wobec tego we wzorze (1) od razu pominąć wyrazy w potęgach czwartej i w potęgach wyższych i otrzymać wypadkowy prąd anodowy w postaci następującej:

$$\begin{aligned} I_a &= 2C_o + 2C_2 (A_1 \sin \omega_1 t + A_2 \sin \omega_2 t)^2 = \\ &= 2C_o + C_2 A_1^2 (1 - \cos 2\omega_1 t) + C_2 A_2^2 (1 - \cos 2\omega_2 t) + \\ &+ 2C_2 A_1 A_2 \cdot \{\cos (\omega_1 - \omega_2) t - \cos (\omega_1 + \omega_2) t\} \end{aligned}$$

Prąd anodowy zawiera zatem cztery pulsacje: $2\omega_1$, $2\omega_2$, $\omega_1 + \omega_2$ oraz $\omega_1 - \omega_2$. W obwód anodowy włączono kilka obwodów drgających, dostrojonych każdy do jednej ze wskazanych pulsacji.

Obwody te w układzie przedstawionym są ze sobą połączone szeregowo i każdy z nich składa się z samoindukcji 7 i pojemności 8, połączonych równolegle. Każda z samoindukcji 7 sprzężona jest indukcyjnie z jedną cewką wyrównawczą 9, przyczem cewki te są ze sobą oraz z baterią siatkową 6 połączone szeregowo. Dzięki sprzężeniu zwrotnemu przy pomocy cewek 9 doprowadza się do obu siatek 3, 3' potencjały wyrównawcze wzajemnie równe co do amplitudy i fazy. Potencjały te wyrażone są we wzorach (3) i (4) zapomocą wyrazu δV_a .

Współczynnik sprzężenia między cewkami 7 i 9 jest tak dobrany, aby był spełniony warunek: $\delta V_a = -\frac{V_a}{\mu}$. Każdy z obwodów drgających zaopatrzony jest w końcówki 10, z których można pobierać odpowiednie pulsacje:

$$2\omega_1, 2\omega_2, (\omega_1 - \omega_2) \text{ i } (\omega_1 + \omega_2).$$

Gdy pulsacje zasadnicze ω_1 , ω_2 pobierane są z niezależnych od siebie generatorów, wtedy może się zdarzyć, że wyższe harmoniczne jednej z tych pulsacji zasadniczych interferują w obwodzie siatki z drugą pulsacją zasadniczą tak, że w obwodzie anodowym powstaje ton interferencyjny o małej częstotliwości. Gdyby jedna z pulsacji zasadniczych, np. ω_1 , była dwukrotnie większa od drugiej ω_2 , wówczas pierwsza wyższa harmoniczna drugiej pulsacji zasadniczej, to jest pulsacja $2\omega_2$ mogłaby z powodu mimowolnych zmian stosunku wielkości obu pulsacji zasadniczych interferować z pulsacją ω_1 i wywoływać wskutek tego ton zakłócający. Dwie pulsacje $\omega_1 + \omega_2$ oraz $\omega_1 - \omega_2$, występujące w obwodzie anodowym, są uzależnione również od zmian pulsacji ω_1 i ω_2 , doprowadzanych do siatek.

Niedogodności powyższe usuwa w zupełności układ, wskazany na fig. 2, a różniący się od opisanego powyżej tylko tem, że uzwojenie wtórne transformatora wejściowego podzielone jest na dwie połowy 11, 11', między które włączone są szeregowo połączone cewki 12 i 12' sprzężenia

zwrotnego. Cewki wyrównawcze 9 przyłączone są szeregowo do punktu połączenia cewek 12, 12'. Jeden z obwodów drgających, np. obwód, nastrojony na 2ω , jest połączony również indukcyjnie z cewkami 12, 12'.

Według układu, wskazanego na fig. 2, do końcówek transformatora wejściowego jest doprowadzona tylko jedna pulsacja zasadnicza ω .

Drugą pulsację zasadniczą otrzymuje się natomiast z obwodu anodowego zapomocą sprzężenia zwrotnego jednego z obwodów (7—8), posiadającego pulsację, która jest wielokrotną pulsacji ω_1 , z obwodem siatkowym za pośrednictwem cewek 12, 12'. W układzie, przedstawionym na fig. 2, druga harmoniczna 2ω , wytworzona w obwodzie anodowym, zostaje w ten sposób przeniesiona zwrotnie do obwodu siatki i tam nałożona na pulsację zasadniczą, doprowadzaną z zewnątrz. Obwód drgający z pulsacją 2ω jest w tym przypadku sprzężony z obwodem siatki zapomocą podwójnego sprzężenia zwrotnego, to znaczy, zapomocą cewki wyrównawczej 9, dzięki której obie siatki 3, 3' otrzymują potencjały wyrównawcze z temi samymi fazami i o pulsacji 2ω i zapomocą dwu cewek sprzężenia zwrotnego 12, 12', przenoszących napięcia o pulsacji 2ω na te siatki, przyczem wspomniane napięcia posiadają równe amplitudy, lecz przeciwne fazy.

Wobec tego w układzie, przedstawionym na fig. 2:

$$\begin{aligned}\omega_1 &= 2\omega; \\ \omega_2 &= \omega;\end{aligned}$$

W obwodzie anodowym otrzymywane są zatem pulsacje:

$$\begin{aligned}2\omega_1 &= 4\omega; & 2\omega_2 &= 2\omega; \\ \omega_1 + \omega_2 &= 3\omega; & \omega_1 - \omega_2 &= \omega\end{aligned}$$

W razie życzenia można, oczywiście, przenieść zwrotnie nawet więcej niż jedną

pulsację, występującą w obwodzie anodowym. Jeżeli np. doprowadzić do obwodu siatki dwie pulsacje ω_1 i 4ω , wytworzone w oddzielnym generatorze, oraz dwie pulsacje 3ω i 5ω , przeniesione zwrotnie z obwodu anodowego, wówczas w obwodzie anodowym można otrzymać drgania o pulsacjach 3ω , 5ω , 7ω oraz 10ω . W tym celu cewki zwrotne 12 i 12' muszą być dołączone do dwu obwodów drgających, dostrojonych do pulsacji 3ω i 5ω .

Układ według fig. 2 posiada tę zaletę w porównaniu z układem, opisanym poprzednio, że w razie zmiany doprowadzanej z zewnątrz częstotliwości zasadniczej wszystkie częstotliwości, wytworzone w obwodzie anodowym, będą się zmieniały dokładnie w tym samym stosunku wzajemnym. Występujące niekiedy wyższe harmoniczne częstotliwości zasadniczej będą wobec tego we wszystkich przypadkach bądźto dokładnie się zgadzały, bądź też znacznie różniły się od częstotliwości, przenoszonej zwrotnie z obwodu anodowego do obwodu siatki, i wskutek tego nie będą wywoływały tonu zakłócającego.

Gdy pożądane jest otrzymywanie drgań o jeszcze wyższej częstotliwości, wówczas można odprowadzić z obwodu anodowego jedną z częstotliwości, wytworzonych tamże, i użyć jej jako częstotliwości zasadniczej w innym transformatorze częstotliwości, wykonanym np. według fig. 2 lub podobnie. Podobnież można odprowadzić dwie częstotliwości z obwodu anodowego i w sposób zwykły doprowadzić je do transformatora częstotliwości, urządzonego według fig. 1. W ten sposób można połączyć szeregowo pewną liczbę transformatorów i osiągać wielokrotne powielenie danej częstotliwości zasadniczej. Jeżeli pobrać z obwodu anodowego układu według fig. 2 np. pulsacje 3ω i 4ω i zasilać nimi stronę wejściową następnego transformatora częstotliwości o układzie według fig. 1, wówczas

w obwodzie anodowym układu pierwszego uzyskane będą pulsacje 6ω , 8ω , 7ω oraz ω . Jeśli natomiast pobrać tylko pulsację 4ω i zasilac ją stronę wejściową następnego transformatora częstotliwości o układzie według fig. 2, to otrzymuje się pulsacje 8ω , 4ω , 12ω , oraz 16ω .

W wielu przypadkach zaleca się włączenie do obwodu anodowego generatora wielokrotnego jednego lub kilku obwodów filtrujących zamiast obwodów drgających, przedstawionych na fig. 1 i 2.

Nieruchomy transformator częstotliwości wykonany według wynalazku posiada zalety następujące:

1) W obwodzie anodowym istnieją tylko częstotliwości, będące sumą lub różnicą częstotliwości zasadniczych, występujących w obwodach siatek.

2) Dzięki odpowiedniemu doborowi wskazanych częstotliwości zasadniczych, w obwodzie anodowym można otrzymać dowolną żadaną częstotliwość.

3) Można pobierać z obwodu anodowego częstotliwość pożądaną niezależnie od innych częstotliwości.

4) Dzięki szeregowemu połączeniu kilku transformatorów częstotliwości można uzyskać wszelką potrzebną częstotliwość.

5) Możliwe jest otrzymanie pożądaney częstotliwości, wolnej, praktycznie biorąc, od wyższych harmoniczných.

6) Osiągana wydajność pracy jest w przybliżeniu jednakowa w rozmaitych obwodach drgających, włączonych do obwodu anodowego, w przeciwieństwie do znanych dotąd generatorów lampowych, w których wydajność pracy przy rozmaitych częstotliwościach tem jest mniejsza, im częstotliwość jest większa.

7) Generator wielokrotny według wynalazku może być dokładnie zwymiarowany na podstawie uprzedniego dokładnego obliczenia teoretycznego.

Cechy charakterystyczne, wskazane w

punktach 3) i 6) osiągnięte są dzięki temu, że układ według wynalazku nie działa jako oscylator w zwykłym tego słowa znaczeniu, to znaczy, że nie działa przy pomocy sprzężenia zwrotnego, zwykle stosowanego w generatorach lampowych. Nawet i wewnętrzne sprzężenie zwrotne poprzez pojemności międzyelektrodowe lamp urządzenia niniejszego jest wyrównane zapomocą cewek wyrównawczych 9.

Dzięki opisanym powyżej cechom układ według wynalazku nadaje się w szczególności do zastosowania np. w urządzeniach telefonicznych, posługujących się drganiami szybkozmiennymi, w charakterze fal nośnych do przekazywania prądów mówniczych po przewodach telefonicznych. Cały układ przewodów można wówczas zasilac drganiami, będącymi powieleniem zwykłej częstotliwości zasadniczej. Wzmiankowana częstotliwość zasadnicza może być dość mała, np. leżeć w granicach częstotliwości głosowych, poczem można ją przetwarzać na częstotliwości wyższe w drodze szeregowego połączenia dwu lub kilku generatorów wielokrotnych, wykonanych według wynalazku i służących do powielania częstotliwości. Drganie zasadnicze o częstotliwości zupełnie stałej można np. otrzymywać zapomocą strojonego generatora szybkozmiennego. W ten sposób można przesyłać po przewodach rozmaite drgania szybkozmienné przy zachowaniu ich zupełnie stałej częstotliwości.

Można uskutecznić skompensowanie sprzężenia zwrotnego obwodu anodowego z obwodem siatkowym w inny sposób, niż zapomocą przyłączenia obwodu anodowego do obwodu siatki, jak to opisano powyżej. Można np. dokonać wyrównania zapomocą ekranowanych lamp elektronowych.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Układ do zmiany częstotliwości,

znamienny tem, że posiada układ dwóch lamp elektronowych, zawierających dwie połączone równolegle ze sobą anody oraz dwie odpowiednie siatki, na które nakładają się odpowiednio napięcia dwu pulsacyj zasadniczych (ω_1 oraz ω_2) o wzajemnie równych amplitudach, lecz o fazach przeciwnych z zastosowaniem środka do przybliżonego wyrównywania oddziaływania zwrotnego na napięcie siatki, wywoływane go obciążeniem obwodów anodowych pewną liczbą oporów pozornych, dostrojonych do pulsacyj $2\omega_1, 2\omega_2, \omega_1 + \omega_2$ $\frac{\text{oraz}}{\text{albo}}$ $\omega_1 - \omega_2$,

przyczem środek ten polega na zwrotnem przenoszeniu napięcia wyrównującego z obwodu anodowego do obwodu siatki z tą samą fazą.

2. Układ do zmiany częstotliwości według zastrz. 1, znamienny tem, że w celu całkowitego lub częściowego zrównoważenia reakcji obwodu anodowego na obwód wejściowy układu lamp, zastosowane są specjalne lampy z małą pojemnością anoda-siatka, np. lampy ekranowane.

3. Układ do zmiany częstotliwości według zastrz. 2, znamienny tem, że obwód anodowy posiada pewną liczbę obwodów drgających, nastrojonych na odpowiednie pulsacje $2\omega_1, 2\omega_2, \omega_1 + \omega_2$ oraz na $\omega_1 - \omega_2$, z których ω_1 i ω_2 są pulsacjami zasadniczymi, doprowadzonymi do obwodu siatkowego układu lampowego.

4. Układ do zmiany częstotliwości według zastrz. 3, znamienny tem, że każdy z obwodów drgających, włączonych w obwód anodowy, jest połączony zapomocą cewki wyrównawczej (9) z obwodem siatki w ten

sposób, iż reakcja potencjału anody na napięcie siatki ulega w zasadzie skompensowaniu.

5. Układ do zmiany częstotliwości według zastrz. 4, znamienny tem, że jeden lub kilka obwodów drgających, prócz sprzężenia zapomocą cewki wyrównawczej (9), są jeszcze sprzężone zapomocą cewek sprzężenia zwrotnego (12, 12') z obwodem siatki w taki sposób, iż odpowiednia pulsacja, jako jedna z pulsacyj zasadniczych (ω_1) zostaje przeniesiona zwrotnie na dwie siatki z fazami przeciwnymi.

6. Układ do zmiany częstotliwości według zastrz. 4, znamienny tem, że cewki wyrównawcze (9) są włączone pomiędzy punkt środkowy wtórnego uzwojenia transformatora wejściowego (4) i baterję siatkową (6).

7. Układ do zmiany częstotliwości według zastrz. 5, znamienny tem, że dwie cewki sprzężenia zwrotnego (12, 12') są połączone w szereg każda z jedną połową (11 względnie 11') uzwojenia wtórnego transformatora wejściowego, włączonego między obydwie siatki lamp.

8. Układ do zmiany częstotliwości według zastrz. 1, znamienny tem, że siatka jest połączona z ujemnym biegunem baterji siatkowej i posiada takie napięcie, iż w zasadzie kompensuje reakcję stałego napięcia anodowego na napięcie siatki.

Telefonaktiebolaget

L. M. Ericsson.

Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

