

20 marca 1928 r.

2

URZĄD PATENTOWY



H03f 1/00

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 6860.

Kl. 21 a⁴ 29.

Mariusz Latour
(Paryż, Francja).

Amplifikator o lampach katodowych.

Zgłoszono 8 lipca 1920 r.

Udzielono 29 stycznia 1927 r.

Pierwszeństwo: 15 kwietnia 1916 r. (Francja).

Wynalazek dotyczy udoskonaleń w stosowaniu lamp-przekazników lub amplifikatorów.

Lampa-przekaznik 1 zawiera płytkę 2, siatkę 3 oraz włókno 4 nagrzewane przez baterję 5 (fig. 1 i 2). Pomiedzy płytka i jednym z zacisków włókna (np. ujemnym) stosuje się napięcie jednego ogniwa 6 bądź przez opór 7 bezpośrednio (patrz fig. 1), bądź też przez obwód pierwotny transformatora 8, którego obwód wtórny zamyka opór 7 (fig. 2).

Z drugiej strony siatka i włókno łączą się bądź bezpośrednio, bądź za pośrednictwem transformatora z zaciskami źródła prądu o sile elektromotorycznej, nieskończenie małej, którą chcemy wykryć.

Wyprowadzamy najpierw równania prądu siatki oraz prądu płytki, w przypadku napięcia zmiennego, nieskończenie małego, wprowadzonego w obwód siatka-włókno. Równania te trzeba koniecznie poznać, chcąc uzyskać racjonalną budowę amplifikatorów z lampkami.

Wyznamy potencjały V na płycie i v na siatce w stosunku do jednego z zacisków włókna (np. w stosunku do bieguna ujemnego).

Prąd i siatki będzie funkcją v i V :

$$i = f(v, V).$$

Dokoła punktu działania, wyznaczonego przez potencjały stałe V_0 , v_0 odpowiadające prądowi stałemu i na siatce, mamy:

$$i - i_0 = \left(\frac{di}{dv} \right)_{v=v_0} (v - v_0) + \left(\frac{di}{dV} \right)_{V=V_0} (V - V_0). \quad (1)$$

Pochodne $\frac{di}{dv}$ i $\frac{di}{dV}$ łatwo wyznaczyć drogą doświadczalną. Daje je krzywa prądu siatki w funkcji v dla potencjału V_0 danego

na płycie oraz krzywa prądu siatki w funkcji V , dla potencjału v_0 danego na siatce. Odwrotność tych pochodnych posiada wymiary oporności. Zakładamy

$$\left(\frac{di}{dv} \right)_{v=v_0} = \frac{1}{r_1} \quad i \quad \left(\frac{di}{dV} \right)_{V=V_0} = \frac{1}{r_2}. \quad (C)$$

W tych warunkach równanie (1) przybiera postać:

$$i = \frac{v - v_0}{r_1} + \frac{V - V_0}{r_2}. \quad (1 \text{ bis})$$

Prąd I w płycie jest z kolei funkcją V

i v . Mamy $I = F(V, v)$. Można powtórzyć dla I to, co było powiedziane względem prądu i . Dookoła punktu działania, wyznaczonego przez te potencjały stałe V_0 i v_0 na płycie i na siatce i odpowiadające prądowi I_0 na płycie, mamy:

$$I - I_0 = \left(\frac{dI}{dV} \right)_{V=V_0} (V - V_0) + \left(\frac{dI}{dv} \right)_{v=v_0} (v - v_0). \quad (2)$$

Pochodne $\frac{dI}{dV}$ i $\frac{dI}{dv}$ określają się łatwo drogą doświadczalną. Wyznacza je krzywa prądu płytki w funkcji V dla potencjału v_0 na siatce oraz krzywa prądu płytki w funkcji v dla potencjału V_0 na płycie.

Odwrotność tych pochodnych posiada również i tutaj wymiary oporności. Zakładamy:

$$\left(\frac{dI}{dV} \right)_{V=V_0} = \frac{1}{r_3}, \quad \left(\frac{dI}{dv} \right)_{v=v_0} = \frac{1}{r_4}. \quad (D)$$

W tych warunkach równanie (2) przybiera postać:

$$(I - I_0) = \frac{V - V_0}{r_3} + \frac{v - v_0}{r_4}.$$

W okresie nieustalonym przyjmujemy, że ($v - v_0$) przedstawia zmienne napięcie nieskończenie małe u ; ($i - i_0$) stanie się prądem zmiennym j ; ($V - V_0$) napięciem zmiennym U , ($I - I_0$) — prądem zmiennym J i dla lampy — przekątnika otrzymujemy równania:

$$j = \frac{u}{r_1} + \frac{U}{r_2} \quad i \quad J = \frac{U}{r_3} + \frac{u}{r_4}. \quad (I)$$

Trzecie równanie otrzymamy z rozpatrzenia obwodu zewnętrznego płytka — włókno. Jeśli włączymy oporność R bezpośrednio w obwód płytka — włókno, otrzymamy, oznaczając przez E napięcie ogniwa:

$$\begin{aligned} E - IR &= V; \\ E - (I - I_0)R - I_0R &= (V - V_0) + V_0; \\ E - I_0R - V_0 &= U + JR. \end{aligned}$$

Wyraz pierwszy jest z konieczności równy zeru, gdyż dla rozpatrywanego punktu działania mamy według założenia:

$$E - I_0R = V_0.$$

Dochodzimy zatem do równania

$$U + JR = 0.$$

Jeżeli założymy, że oporność R jest włączona wraz ze wstawieniem transformatora doskonałego (prąd magnesujący równy zeru, pojemność uzwojeń równa zeru, rozproszenie i straty równe zeru), to dojdziemy do tego samego równania. Istotnie, spadek napięcia, wywołany przez transformator, pochodzi wskutek przepływu przez opór R prądu zmiennego kJ , jeśli oznaczymy przez

k przekładnię transformatora w kierunku obniżającym. Mamy więc:

$$U + k^2 JR = 0.$$

W przypadku transformatora istnieje tylko różnica, iż napięcie E ogniwa odpowiada napięciom V_0 na płytce.

Jeśli przeniesiemy we wszystkich przypadkach oporność R na obwód pierwotny lampy, równania podstawowe tej ostatniej wyrażą się:

$$\left. \begin{aligned} i &= \frac{u}{r_1} + \frac{U}{r_2}; \\ J &= \frac{U}{r_3} + \frac{U}{r_4}; \\ U + JR &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (II)$$

Jeśli oporność R jest czysto bezindukcyjna, wektory j , u , U i J posiadają tę samą fazę i układ równań II odpowiada układowi następującemu:

$$\left. \begin{aligned} j &= \left[\frac{1}{r_1} - \frac{r_3 R}{r_2 r_4 (r_3 + R)} \right] u; \\ U &= -\frac{r_3 R}{r_4 (r_3 + R)} u, \\ J &= \frac{r_3}{r_4 (r_3 + R)} u. \end{aligned} \right\} \quad (III).$$

Nazwiemy efektem przekąźnikowym stosunek pomiędzy energią wyzwoloną na obwodzie płytka-włókno w oporności R a energię dostarczoną i zużytą w obwodzie siatka-włókno. Efekt przekąźnikowy odpowiada stosunkowi $\frac{UJ}{uj}$.

Znajdujemy z łatwością:

$$\frac{UJ}{uj} = r_1 \left(\frac{r_3}{r_4} \right)^2 \frac{R}{+(r_3 + R) \left[(r_3 + R) - \frac{r_1 r_3 R}{r_2 r_4} \right]}.$$

Istnieje wartość R , którą nazwiemy R optimum, nadająca wartość maksymalną skutkowi przekąźnikowemu. Znajdujemy:

$$R_{opt.} = \frac{r_3}{\sqrt{1 - \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4}}}$$

Jeśli praca odbywa się zapomocą transformatora, to wybiera się transformator o przekładni k tak, aby

$$k^2 R = \frac{r_3}{\sqrt{1 - \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4}}} \quad (A)$$

Z drugiej strony znajdujemy, powracając do układu równań (III), że oporność pozorną obwodu siatka-włókno

$$Y = r_1 \frac{(r_3 + R)}{(r_3 + R) - \frac{r_1 r_3 R}{r_2 r_4}}$$

Jeśli źródło prądu o napięciu U posiada oporność pozorną Z , to dla zasilania obwodu siatka-włókno należy użyć transformatora o takiej przekładni w kierunku podwyższającym, aby

$$k^2 Z = Y = r_1 \frac{(r_3 + R)}{(r_3 + R) - \frac{r_1 r_3 R}{r_2 r_4}} \quad (B)$$

Tym sposobem wyciągnie się ze źródła prądu moc maksymalną. Należy dobrać pojemność uzwojenia wtórnego w transformatorze tak, iżby przy rozpatrywanej częstotliwości prądu nie usiłowała ona wprowadzić to uzwojenie w stan zwarcia przez zamknięcie go na oporność pojemnościową mniejszą od Y . Dla przyczyny wskazanej powyżej przyjmuje się, że pojemność przedstawia oporność pozorną nie większą niż Y .

W ten sposób zostały dokładnie wyznaczone przekładnie, jakie należy przyjąć w transformatorach lamp-przekąźników.

Co się tyczy ustroju samych transformatorów, to zbliżymy się do wskazanych wyżej warunków teoretycznych:

1) Stosując wystarczającą ilość żelaza oraz blach o wysokiej przenikliwości ma-

gnetycznej celem zmniejszenia prądu magnetycznego.

2) Umieszczając uzwojenia pierwotne i wtórne jedno w drugim (np. biorąc cewkę pierwotną do połowy zagłębioną w uzwojeniu wtórnym lub odwrotnie), celem zmniejszenia rozproszenia.

3) Stosując blachy nakrzesmione o grubości minimalnej lub żelazo wyżalone w próżni, celem zredukowania strat.

4) Zmniejszając pojemność uzwojeń w stosunku do masy.

5) Zmniejszając pojemność rozmieszczenia uzwojenia bądź obliczając je tak, żeby iloczyn oporności przez pojemność na jednostkę długości drutu wtórnego i pierwotnego był możliwie jak najmniejszy.

Ostatnie środki ostrożności mają na celu zapobieżenie spaceniu mowy w przypadku amplifikatora telefonicznego.

Na wypadek wielkiej częstotliwości zwoje pierwotne i wtórne mogą składać się z kilku warstw kolejnych, umieszczonych w odstępach kilku milimetrów, celem zmniejszenia pojemności pomiędzy warstwami. Każdy stopień może zawierać dwie warstwy podobne drutu w połączeniu równoległym, dla zmniejszenia oporności uzwojenia bez powiększenia jego pojemności.

W układzie równań II przyjęliśmy początkowo, że oporność R jest bezindukcyjna, jednakże można sobie wyobrazić, że R przedstawia w ogólności jakąkolwiek oporność pozorną i rozwiązać układ równań za pomocą wartości urojonych, uważając u , j , V , U za wektory, mogące zawierać pomiędzy sobą pewne przesunięcie fazy. Odpowiada to przypadkowi, kiedy przyrządem użytkowym jest np. słuchawka telefoniczna.

Rozpatrywany wyżej oporem użytkowym może oczywiście być obwód siatka-włókno drugiej lampy, która z kolei pracuje na właściwym oporze użytkowym R .

Przedstawia to właśnie fig. 3, gdzie jedna i ta sama bateria P służy do dwóch in-

nych lamp-przekazników. Dochodzimy wówczas do zastosowania trzech transformatorów T_1 , T_2 , T_3 .

Pierwszy transformator określa się przez znajomość oporności pozornej Z źródła prądu o napięciu U . Transformator T_2 określa się przez P_{op} . Y. Weźmiemy $k^2 R_{opt} = Y$.

Zjawiskiem szczególniejszym, zachodzącym w lampach-przekaznikach, jest zjawisko zapoczątkowania, wynikające ze zjawisk statycznych. Udaje się usunąć je przez wyznaczenie potencjału mas transformatorów i ewentualnie mas ich uzwojeń, zarówno jak i uzwojenia pierwotnego transformatora T_1 w stosunku do baterji P . W tym celu (fig. 3) wystarczy połączyć powyższe masy M_1 , M_2 , M_3 , oraz cewkę pierwotną transformatora T_1 z jakimkolwiek punktem baterji P , bądź z biegunem dodatnim, bądź z biegunem ujemnym, bądź wreszcie z ogniwem pośrednim, jak to przedstawia fig. 3 linią kropkowaną.

W przypadku poszczególnym, kiedy oporem użytkowym R jest słuchawka telefoniczna i gdy chcemy uniknąć zbyt dużej różnicy potencjałów pomiędzy uzwojeniem telefonu i masą, wówczas obieramy jako potencjał mas biegun dodatni baterji.

Również masa samych uzwojeń transformatorów (zwłaszcza transformatora T_1) może posiadać swój określony potencjał.

W systemie wielostopniowym źródłem zasilającym pierwszy transformator amplifikatora może być obwód, zawierający ogniwo i mikrofon. W tym przypadku, ponieważ nie może już być mowy o napięciu U nieskończenie małym, lecz o napięciu o pewnej wartości $E \sin \omega t$, przeto oporność Y siatki-włókna już musi być uważana jako oporność średnia, wynikająca z wartości średniej V pomiędzy $V_0 - E$ i $V_0 + E$. W praktyce zdarza się, że $\frac{di}{dv}$ osiąga szybko wartość zera dla odpowiedniego v , jeśli pracuje się o okolicach $v_0 = 0$. W tym ostatnim przypadku uzyskana śred-

nia będzie zatem dwa razy większą od średniej dla czasu, dopóki v pozostaje dodatniem, przyczem wartość tę z łatwością można wyznaczyć zapomocą krzywej prądu siatki. Po wyznaczeniu tej średniej należy wziąć jej odwrotność, aby określić oporność r .

W rzeczywistości należy brać pod uwagę harmoniki, wynikające z charakteru zmiennego r_1 . Mogłoby wyniknąć stąd odkształcenie, które zmniejszy się, jeśli zadowolimy się mniejszą przekładnią dla transformatora T_1 . Z punktu widzenia mowy zyska się na wyrazistości to, co się straciło na natężeniu.

W amplifikacji wyjściowej można postarać się zapobiec odkształceniu, wprowadzonemu przez linię telefoniczną, przez wywołanie uprzednio odkształcenia odwrotnego zapomocą środków sztucznych, zastosowanych do obwodu pierwotnego transformatora T_1 . Urządzenie elementarne polega np. na umieszczeniu cewki samoindukcyjnej w odgałęzieniu na obwodach pierwotnych transformatorów. Można też uzyskać takie transformatory z dużym prądem magnetycznym. Tym sposobem prądy o wielkich częstotliwościach staną się korzystniejszymi od prądów o małych częstotliwościach.

W amplifikacji odbiorczej można podobnie starać się o odtworzenie mowy oraz o zubożenie odkształcającego działania linii. Urządzenie elementarne polegałoby i tutaj też na zasilaniu obwodu pierwotnego transformatora przy włączeniu niewielkiej pojemności, przepuszczającej najłatwiej prądy wielkiej częstotliwości lub harmoniczne. Pojemności mogą rozciągać się na wszystkie kolejne transformatory. Zamiast jednej tylko pojemności można umieścić zespół samoindukcji i pojemności w odgałęzieniu, tak nastrojony, iżby posiadał oporność pozorną większą dla małych częstotliwości.

W każdym razie widzimy, że przez amplifikowanie przy nadawaniu i odbieraniu

można zrównoważyć odkształcenie prowadzone przez linię przesyłającą.

Przyrządu na fig. 3 można użyć tak dla amplifikowania przy nadawaniu, jak i dla amplifikowania przy odbieraniu, manipulując zwykłym przełącznikiem, przełączającym obwód mikrofonowy na linię i linię na telefon. Jako źródło prądu dla obwodu mikrofonowego może służyć bateria nagrzewająca lub część baterji P . Przy położeniu odbiorczem prąd byłby przerywany na mikrofonie.

Zresztą można byłoby zapomocą przełączenia przesyłania odbierania zmienić ewentualnie przekładnie transformatorów T_1 i T_3 . Podobny przyrząd dałby możliwość każdemu uczestnikowi sieci telefonicznej uzyskać indywidualność połączenia na wielką odległość.

Chcąc zmniejszyć wartość względną prądów zakłócających, można pracować poprzez opór dość duży, sprowadzający możliwość słyszenia mowy do wartości normalnej, przy znacznem zredukowaniu szmerów parasorzytnicznych.

W lampach-przekaznikach powstaje niekiedy zjawisko zapoczątkowane wywoływane przyczynami natury statycznej.

Można je usunąć, określając potencjał mas transformatorów, a ewentualnie również i ich uzwojenia tudzież potencjał uzwojenia pierwotnego transformatora T_1 względem baterji P . Wystarczy w tym celu połączyć pomienione masy M_1 , M_2 , M_3 tudzież zacisk pierwotny transformatora T_1 z jakimkolwiek punktem baterji P , np. z jej biegunem dodatnim lub ujemnym, albo z dowolnym punktem pośrednim, jak wskazano linjami kreskowanymi na fig. 3.

W sposób podobny można wyznaczyć potencjał mas transformatorów, a w szczególności transformatora T_1 .

W pewnych wypadkach bywa rzeczą korzystną umieszczenie transformatorów w osłonach przewodzących (miedzianych lub glinowych) celem zapobieżenia rozprasa-

niu magnetycznemu od jednego transformatora do drugiego, tudzież wyznaczenia ich potencjału statycznego metodą klatki Faradaya.

Układ ten posiada szczególną wartość w wypadku odbierania aperiodycznego o wielkiej częstotliwości.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Amplifikator do prądów elektrycznych zmiennych o lampach katodowych, połączonych między sobą transformatorami, znamienny tem, że transformatory zawierają rdzeń z metalu magnetycznego.

2. Amplifikator według zastrz. 1, znamienny tem, że uzwojenia transformatorów składają się z warstw zwojów oddzielonych od siebie, celem obniżenia pojemności własnej uzwojeń.

3. Amplifikator według zastrz. 1 i 2, znamienny zastosowaniem wspólnego źródła prądu do zasilania wszystkich obwodów anodowych.

4. Amplifikator według zastrz. 3, znamienny wyznaczaniem potencjału rozmaitych części przyrządu, celem zapobieżenia samoczynnemu powstawaniu drgań wewnętrznych.

5. Amplifikator według zastrz. 4, znamienny wyznaczaniem potencjału rozmaitych części przyrządu względem źródła prądu zasilającego anodę.

6. Amplifikator według zastrz. 5, znamienny tem, że uzwojenie pierwotnego transformatora wejściowego połączone jest ze źródłem prądu zasilającym anodę.

7. Amplifikator według zastrz. 5, znamienny tem, że rdzenie transformatorów są połączone ze źródłem prądu zasilającego anodę.

8. Amplifikator według zastrz. 4, znamienny zastosowaniem opon przewodzących naokoło transformatorów.

9. Amplifikator według zastrz. 1 do 8, znamienny tem, że lampy katodowe są po-

łączone ze sobą zapomocą transformatorów o przekładniach transformowania, wyznaczanych w funkcji stałych lamp zapomocą równań

$$k^2 R = \frac{r_8}{\sqrt{1 - \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4}}}$$

$$k^2 Z = Y r_1 \frac{r_3 + R}{(r_3 + R) - \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4} R}$$

10. Amplifikator według zastrz. 1 do prądów elektrycznych słabych, a w szczególności przeznaczonych do pracy na linii, znamienny tem, że częstotliwości znacznie-sze prądu mikrofonowego są wewnątrz przyrządu uprzywilejowane w porównaniu z prądami o częstotliwości mniejszej.

11. Amplifikator według zastrz. 10, znamienny tem, że uzwojenia pierwotne transformatorów są połączone przez samo-indukcję.

12. Amplifikator według zastrz. 10, znamienny tem, że w szereg z transformatorem włączony jest narząd (pojemność lub obwód współdrżający), przepuszczający łatwiej prądy o częstotliwości wielkiej, niż prądy o częstotliwości małej.

13. Amplifikator według zastrz. 10, znamienny tem, że transformator połączony z linią obliczony jest w ten sposób, że zapewnia maximum częstotliwościom największym prądów telefonicznych.

14. Sposób telefonowania na linii zakłócałej, zapomocą amplifikatorów według zastrz. 1, znamienny tem, że emisja wykonywa się w sposób schematycznie s'lny, dzięki zastosowaniu amplifikatorów nadawczych, celem uzyskania podczas uzyskania przy odbieraniu efektu silniejszego od efektu zakłóceń.

15. Sposób telefonowania na linii zapomocą amplifikatorów według zastrz. 1, znamienny tem, że emisja skuteczniejsza się

w sposób schematycznie silny, a wzmacnia dopiero przy odbieraniu, celem zapobieżenia zakłócaniu linii sąsiednich.

16. Amplifikator według zastrz. 10, stosowany na stacji abonenta, znamienny tem, że pozwala wzmacniać zapomocą odwrotnika na zmianę prądy mikrofonowe nadawane i odbierane.

17. Amplifikator według zastrz. 16, znamienny obwodem mikrofonowym zasilanym z baterji grzejnej lub częścią prądu z baterji zasilającej anodę.

Mariusz Latour.
Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

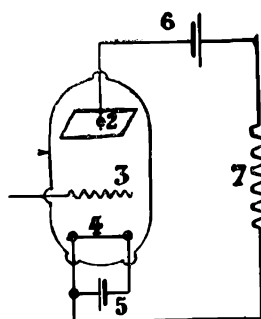


Fig. 1

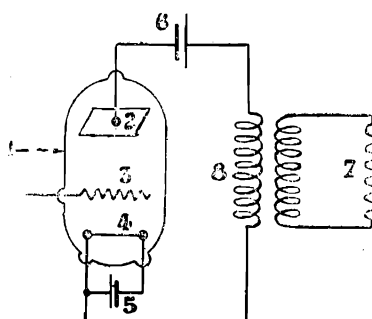


Fig. 2

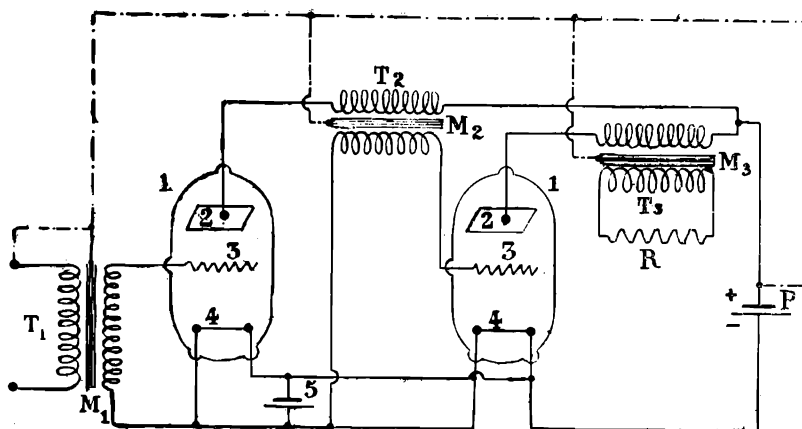


Fig. 3