

Warszawa, dnia 20 marca 1952 r.

H04b 1/10



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 34737

Kl. 21 a⁴, 29/50

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

(Eindhoven, Niderlandy)

Układ do przenoszenia drgań elektrycznych

Udzielono z mocą od dnia 30 grudnia 1947 r.

Pierwszeństwo: 31 stycznia 1940 r. (Niderlandy)

Wynalazek dotyczy układu do przenoszenia drgań elektrycznych, w szczególności drgań ultra wielkiej częstotliwości, zawierającego przynajmniej jedną sterowaną lampę wyładowczą, a celem jego jest zmniejszenie szumów, występujących w takim układzie.

Szумы, które w szczególności przy przenoszeniu słabych sygnałów bardzo przeszkadzają, są wywołane częściowo przez lampy wyładowcze, zawarte w układzie, częściowo zaś przez pozostałe elementy; można je więc podzielić na szum lampowy i szum sieciowy.

Szum sieciowy jest wywołany przez nagłe zmiany napięć, występujących na końcach każdego przewodu, wskutek ruchów cieplnych elektronów, i to tym silniej im większy opór omowy posiada odnośny przewód. Taki szum występuje np. w obwodzie drgającym, włączonym w obwód wejściowy lampy wzmacniającej wielkiej częstotliwości, i jest określany jako szum obwodowy.

Szum lampowy dzieli się zazwyczaj na szum emisyjny i na szum rozdzielczy. Szum emisyjny polega na wahanich emisji katody, przy czym może to dotyczyć zarówno katody termojonowej, jak i katody pomocniczej wtórnej emisji albo fotokatody. Szum rozdzielczy powstaje wskutek wahań w rozdziale prądu w lampach z więcej niż jedną dodatnią elektrodą, występuje więc na przykład w lampach z siatką osłonną i w lampach wielosiatkowych.

Szum tworzy na ogół ciągle widmo częstotliwości, przy czym jedynie ta jego część działa szkodliwie, która jest przepuszczana przez układ.

Próbowano już zmniejszyć szum lampowy stosując specjalną budowę lampy. W lampach z siatką osłonną można na przykład obniżyć szum rozdzielczy, bądź to przez ograniczenie prądu siatki osłonnej, bądź też przez tego rodzaju geometryczne rozmieszczenie elektrod, że emisja pewnych części katody wytwarza jedynie prąd anodowy.

Zgodnie z wynalazkiem obiera się oporność, leżącą w obwodzie jednej z elektrod sterujących, w ten sposób, że spadek napięcia, występujący na oporności wskutek dopływającego do elektrody kierującej prądu influencyjnego, steruje prądem wyjściowym lampy tak silnie i z taką fazą, że prąd szumu, związany z szumem wspomnianego prądu influencyjnego, znosi się w obwodzie wyjściowym albo zostaje znacznie osłabiony.

Jeżeli czas przelotu elektronów pomiędzy katodą i anodą lampy wyładowczej nie jest już znikomy w stosunku do okresu przenoszonych drgań, to wtedy występuje płynący do siatki sterującej prąd influencyjny, jak można łatwo stwierdzić na podstawie schematu wektorowego, przedstawionego na fig. 1. Schemat ten odnosi się do triody, w lampach wielosiatkowych występuje jednak zasadniczo to samo zjawisko. Napięcie Wskutek stosunkowo długiego czasu przebiegu elektronów pomiędzy siatką sterującą a katodą, zmienne siatki sterującej oznaczono literą V s, podąża prąd zmienny katody I_k nieco za prądem zmiennym siatki sterującej. Prąd anodowy I_a posiada, jeżeli czas przebiegu elektronów przynajmniej pomiędzy siatką sterującą a anodą nie jest większy niż pół okresu wzmacnianego drgania, mniej więcej tę samą wartość absolutną co I_k , podąża jednak za napięciem zmiennym siatki sterującej bardziej w tyle. Prąd I_s , stanowiący geometryczną różnicę pomiędzy prądami I_a i I_k , musi dopływać do siatki sterującej. Płynący do siatki sterującej prąd influencyjny I_g zawiera składową, która wyprzedza o 90° prąd zmienny siatki sterującej, co może być uważane jako skutek pozornego wzrostu pojemności „siatka sterująca — katoda”, oraz inną składową, będącą w fazie z napięciem zmiennym siatki sterującej i powodującą tzw. „tłumienie czasu przelotu”. Prąd I_g zawiera związaną z szumem katodowym składową szumu, wytwarzającą na obwodzie wejściowym napięcie szumu, przesunięte fazowo względem katodowego prądu szumu i powodujące znaczny wzrost prądu szumu, związanego z szumem katodowym. Ten dodatkowy prąd szumu jest oznaczony „szumem czasu przelotu”.

Dla uzupełnienia należy zauważyć, że występujące zjawiska są bardziej złożone niż wynikałoby to z wyżej podanych rozważań, a to dlatego, że szybkość elektronów pomiędzy siatką sterującą i katodą zależy od chwilowej wartości napięcia siatki sterującej. Powstające wskutek tego zmiany szybkości elektronów powodują powstanie dodatkowego prądu influencyjnego, przyczynia-

jącego się wprowadzić do pozornego wzrostu pojemności „siatka sterująca — katoda” i do „tłumienia czasu przelotu”, który jednak nie zawiera składowej szumu, a więc nie przyczynia się do szumu czasu przelotu.

„Tłumienie czasu przelotu” można uważać pozornie jako opór, połączony równolegle do obwodu wejściowego, a szum czasu przelotu jako samorzutne wahania napięcia na tym oporze. Przy takim ujęciu wynika, że wspomniany opór zachowuje się jak opór omowy, posiadający tę samą temperaturę co katoda i dlatego wywołujący znacznie silniejszy szum niż zwykły opornik tej samej wartości w temperaturze pokojowej. Szum czasu przebiegu jest więc w stosunku do powstałych źródeł szumu szczególnie szkodliwy,

W układach do przenoszenia drgań ultra wielkiej częstotliwości, okres przepuszczania obwodu wejściowego jest znacznie szerszy niż zakres przepuszczania całego układu. Wskutek tego, można zgodnie z wynalazkiem napięcie szumu, spowodowane wyżej wspomnianym zjawiskiem influencji w obwodzie wejściowym, wykorzystać do kompensacji szumu katodowego. Prąd influencyjny, dopływający do siatki sterującej, wyprzedza fazowo prawie o 90° prąd katodowy, jak to uwidoczniło na fig. 1. Przez lekkie rozstrojenie obwodu wejściowego w stosunku do przenoszonego sygnału można osiągnąć, że obwód wejściowy zachowuje się względem częstotliwości widma szumu, które objęte są zakresem przepuszczania układu, jak nieduża pojemność, tak że dla częstotliwości tych występuje na obwodzie wejściowym napięcie szumu, mające względem katodowego prądu szumu przeciwną fazę. To napięcie szumu wywołuje dodatkowy prąd anodowy, mający przeciwną fazę niż katodowy prąd szumu, tak że całkowity prąd szumu, związany z szumem anodowym, ulega w obwodzie anodowym zmniejszeniu i może nawet zostać zredukowany do zera.

Na fig. 2 krzywa 6 przedstawia krzywą rezonansu obwodu wejściowego, a krzywa 7 znacznie węższy zakres przepuszczania układu, wyznaczony przez następne stopnie układu, na przykład przy odbiorniku z przemianą częstotliwości przeważnie przez wzmacniacz pośredniej częstotliwości. Jak wynika z tej figury częstotliwość rezonansu ω_0 obwodu wejściowego jest nieco niższa niż częstotliwość sygnału ω_s , leżąca w zakresie przepuszczania, tak że obwód wejściowy zachowuje się w stosunku do częstotliwości sygnału, jak nieduża pojemność. Rozstrojenie obwodu wejściowego wpływa tylko nieznacznie

na wzmacnianie sygnału, albowiem zakres przepuszczania obwodu wejściowego jest znacznie większy niż potrzebny zakres przepuszczania. Ewentualnie szkodliwe zniekształcenie sygnału, spowodowane rozstrojeniem, można skompensować przez odpowiednie rozstrojenie w przeciwnym kierunku w jednym z następnych stopni, w którym sygnał jest już znacznie wzmocniony, tak, że szum nie przeszkadza.

Fakt, że prąd influencyjny, płynący do siatki sterującej, nie jest w stosunku do katody przesunięty ściśle o 90° , można w taki sposób uwzględnić, że tłumienie obwodu wejściowego z „tłumieniem czasu przelotu” włącznie obrane jest w ten sposób, że napięcie czasu, występujące na siatce sterującej, posiada fazę, potrzebną do wyrównania. W praktyce potrzebne jest do całkowitego zniesienia napięcia szumu takie rozstrojenie obwodu wejściowego, które odpowiada pojemności kilku $\mu\mu F$, np. 2 do 3 $\mu\mu F$.

W opisanym układzie szum katodowy i szum czasu przelotu znoszą się wzajemnie, przy czym moc sygnału, praktycznie wzięwszy, nie zmniejsza się. Jasne jest, że w ten sposób osiąga się bardzo skuteczne zmniejszenie zakłóceń.

Znane jest, że do przenoszenia drgań elektrycznych ultra wielkiej częstotliwości stosuje się lampę wyładowczą, w której wytwarzana jest wiązka elektronów, szybkość której sterowana jest napięciem ultra wielkiej częstotliwości, przy czym wahania szybkości wiązki przetwarzają się na wahania natężeniowe, a z wiązki o zmiennym natężeniu pobiera się napięcie wyjściowe.

Tego rodzaju lampa wyładowcza ma tę zaletę, że tłumienie, wywierane przez lampę na oporność wejściową, jest bardzo małe. Wadą lampy jednak jest, że wskutek wielkiego natężenia prądu katodowego szum katodowy jest niezwykle silny. Ten duży szum czyni lampę niezdadną do wzmocnienia słabych sygnałów. W praktyce stosowało się lampy wyładowcze tego typu, jak dotąd, prawie wyłącznie do wytwarzania drgań ultra wielkich częstotliwości, a nie do układów odbiorczych.

Wynalazek umożliwia prawie że całkowicie usunięcie szumu katodowego w lampach wyżej opisanego typu. Zgodnie z wynalazkiem, obiera się wielkość i fazę oporności wejściowej i czas przelotu elektronów pomiędzy elektrodami przyspieszającymi i elektrodą wyjściową w ten sposób, że przypadkowe wahania natężeniowe wiązki elektronów przy elektrodzie wyjściowej usuwa się całkowicie albo, praktycznie wzięwszy całkowicie, za pomocą zmiany oddziaływania szybko-

ściowego na natężeniowe wiązki przez napięcie szumu pod wpływem prądu influencyjnego, płynącego poprzez oporność wejściową do elektrody przyspieszającej.

Na fig. 3 przedstawiona jest lampa wyładowcza 31, zaopatrzona w układ elektrod 32 do wytwarzania wiązki elektronów. Układ elektrod posiada zwykłą budowę i składa się z katody, cylindra Wehnelta i jednej anody. Wytworzona wiązka elektronów przelatuje po kolei przez pewną liczbę cylindrycznych pustych elektrod 33, 34, 35, 36 i 37 i jest w końcu chwytna przez elektrodę chwytną 38.

Oddziaływanie szybkościowe wiązki elektronów odbywa się za pomocą elektrody przyspieszającej 34, znajdującej się w przestrzeni, wolnej od pola, ograniczonej elektrodą osłoną 33 i elektrodą 35. W tym celu elektroda 34 jest połączona z opornością wejściową 39, do której doprowadza się wzmacniane drgania i która jest utworzona na przykład przez obwód drgający, nastrojony na częstotliwość doprowadzanych drgań.

Wiązka elektronów o modulowanej szybkości wchodzi następnie w elektrodę 35, tworzącą tzw. „przestrzeń dopędzania”. W przestrzeni tej, szybsze elektrony dopędzają elektrony wolniejsze, tak że powstaje kolejne zagęszczenie i rozrzedzenie elektronów. W ten sposób następuje oddziaływanie szybkościowe wiązki w oddziaływaniu natężeniowe.

Napięcie wyjściowe pobiera się z wiązki elektronów o modulowanym natężeniu za pomocą drugiej elektrody przyspieszającej 36, znajdującej się w drugiej przestrzeni wolnej od pola, ograniczonej elektrodą osłoną 37. W tym celu, z elektrodą 36 połączona jest pozorna oporność 40, utworzona na przykład przez obwód drgający, nastrojony na częstotliwość wzmacnianych drgań, z której pobiera się drgania wzmocnione.

Natężenie wytworzonej przez układ 32 wiązki elektronów podlega przypadkowym wahaniom, które można nazwać szumem katodowym.

Wskutek zjawiska czasu przelotu płynie do elektrody przyspieszającej 34 prąd influencyjny, zawierający składową czasu, związaną z szumem katodowym. Ten prąd szkodliwy, płynący do elektrody przyspieszającej, powoduje powstanie na obwodzie 39 napięcia szumu tych częstotliwości widma szumu, dla których obwód ten posiada dużą oporność pozorną, przy czym wspomniane napięcie wywołuje związane z szumem katodowym zmiany szybkości wiązki elektronów. Te zmiany szybkości wiązki elektronów, prze-

tworząc się w „przestrzeni dopędzania” w zmianę natężenia, tak że wiązka zawiera przy elektrodzie 36 dwie składowe szumu, z których jedna jest utworzona przez zawarte pierwotnie w wiązce przypadkowe wahania a druga jest wytworzona przez napięcie szumu występujące na obwodzie 39. Przy odpowiednim doborze wielkości i fazy tej ostatniej składowej szumu można osiągnąć, że obie składowe szumu wyrównują się wzajemnie tak, że uzyskuje się praktycznie całkowicie wolne od szumów wzmocnienie.

Na wielkość i fazę składowej szumu wiązki elektronów przy elektrodzie wyjściowej 36, spowodowanej napięciem szumu, występującym na obwodzie 39, można wpływać w następujący sposób. W pierwszym rzędzie można wywrzeć wpływ na wielkość i fazę wzmocnianego napięcia przez odpowiedni dobór wielkości i fazy oporności wejściowej, w którym to celu obwód 39 może być w miarę potrzeby nieco rozstrajany w odniesieniu do częstotliwości wzmocnianych drgań i tłumiony za pomocą oporu tłumienia. Po drugie wielkość i faza wspomnianej składowej szumu zależy od sposobu w jaki przetwarza się zmiany szybkości, spowodowane napięciem szumu wiązki, na zmiany jej natężenia, tj. zależy od czasu przelotu elektronów pomiędzy elektrodami przyspieszającymi 34 i 36. Na czas przelotu można w miarę potrzeby wywierać wpływ przez odpowiedni dobór napięć poszczególnych elektrod i długości „przestrzeni dopędzania” 35. Przez odpowiednie połączenie tych środków można uzyskać zawsze prawie całkowite uwolnienie od szumu.

W niektórych przypadkach można osiągnąć dalsze polepszenie pracy opisanego urządzenia przez to, że pomiędzy elektrodą 32 i elektrodą przyspieszającą 34 umieszcza się elektrodę pomocniczą, wpływającą również na szybkość wiązki elektronów. W obwód tej elektrody pomocniczej włącza się odpowiednio zwymiarowaną oporność, na której prąd influencyjny, dopływający do elektrody pomocniczej, wytwarza napięcie szumu. Napięcie to oddziałuje na szybkość wiązki elektronów w ten sposób, że w wiązce występują przy elektrodzie przyspieszającej wyjściowej 36 trzy składowe szumu, z których jedna pochodzi od istniejących pierwotnie w wiązce wahań przypadkowych, druga od napięcia szumu na elektrodzie pomocniczej, a trzecia od napięcia szumu elektrody przyspieszającej 34. Wielkość i fazę napięcia szumu elektrody pomocniczej i elektrody przyspieszającej obiera się przez od-

powiedni dobór wielkości i fazy oporności pozornych, połączonych z tymi elektrodami, przy uwzględnieniu czasu przelotu elektronów, w ten sposób, że trzy składowe szumu się znoszą. Zaleta takiego wykonania polega na tym, że rozporządza się jeszcze inną możliwością regulacji wyrównania szumów, mianowicie przez takie nastawienie oporności pozornej w obwodzie elektrody pomocniczej, że nastawienie oporności wejściowej 39 można w wielu przypadkach obrać korzystniej jeżeli chodzi o osiągnięte wzmocnienie.

Ważne jest dbać przy opisanym układzie o to, żeby elektrody, znajdujące się pomiędzy elektrodą przyspieszającą 34 lub wyżej wspomnianą elektrodą pomocniczą i elektrodą przyspieszającą wyjściową 36, nie mogły chwytac elektronów, albowiem w tym przypadku występowałyby zmiany w rozdziale prądu pomiędzy wspomnianymi i pozostałymi elektrodami co wywołałoby powstanie nowej składowej szumu (szum rozdzielczy).

Wynalazek można zastosować z korzyścią w urządzeniu z lampą wyładowczą wyżej opisanego rodzaju, zawierającą dwie przeciwsośnie połączone elektrody przyspieszające, położone pomiędzy elektrodami 33 i 35, oraz dwie przeciwsośnie połączone elektrody przyspieszające wyjściowe pomiędzy elektrodami 35 i 37. Taka lampka wytwarza na ogół większe wzmocnienie niż lampka, przedstawiona na fig. 3, z pojedynczym sterowaniem i odbiorem energii, tak że stosunek sygnału do szumów ulega dalszemu polepszeniu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do przenoszenia drgań elektrycznych, w szczególności drgań ultra wielkiej częstotliwości, zawierający przynajmniej jedną sterowaną lampę wyładowczą, znamienny tym, że oporność, leżąca w obwodzie jednej elektrody przyspieszającej, obrana jest w ten sposób, iż spadek napięcia, powstający na niej wskutek prądu influencyjnego, płynącego do elektrody przyspieszającej, steruje prądem wyjściowym lampy z taką fazą i mocą, iż prąd szumu, związany z szumem wspomnianego prądu influencyjnego, zostaje w obwodzie wyjściowym zniesiony albo przynajmniej w znacznym stopniu zmniejszony.
2. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że obwód drgający, leżący w obwodzie elektrody przyspieszającej, zostaje tak dalece rozstrojony w stosunku do środka przepuszczanej wstęgi częstotliwości, iż tworzy dla przepuszczanych częstotliwości pojemność.

3. Układ według zastrz. 2, znamieny tym, że tłumienie wspomnianego obwodu drgającego, leżącego w obwodzie elektrody przyspieszającej, włącznie z tłumieniem czasu przelotu, obrane jest w ten sposób, iż napięcie szumu, wywołane w obwodzie przez prąd influencyjny, posiada fazę, przeciwną niż katodowy prąd szumu.
4. Układ według zastrz. 1, znamieny tym, że zawiera lampę wyładowczą, w której wytwarzana jest wiązka elektronów, której szybkość jest regulowana napięciem ultra wielkiej częstotliwości, po czym zmiany szybkości wiązki są przetwarzane na zmiany natężenia, a z wiązki o zmiennym natężeniu pobiera się napięcie wyjściowe, przy czym wielkość i fazę oporności wejściowej (40) oraz czas przelotu elektronów pomiędzy elektrodami przyspieszającymi (34 i 36) obiera się w ten sposób, iż przypadkowe zmiany natężenia wiązki elektronów w elektrodzie przyspieszającej wyjściowej (36) znoszą się całkowicie albo prawie całkowicie z zmianami natężenia, wynikłymi z oddziaływania szybkościowego wiązki przez napięcie szumu, wytworzone na oporności wejściowej (40).
5. Układ według zastrz. 4, znamieny tym, że pomiędzy układem elektrod (32), służą-

cym do wytworzenia wiązki elektronów, a elektrodą przyspieszającą (34) umieszczono elektrodę pomocniczą (33), wywierającą również wpływ na szybkość wiązki, przy czym oporność, leżąca w obwodzie tej elektrody pomocniczej, i oporność wejściowa, połączona z elektrodą przyspieszającą, oraz napięcia są obrane pod względem wielkości i fazy i przy uwzględnieniu czasu przelotu elektronów w ten sposób, iż składowe szumu wiązki w elektrodzie przyspieszającej wyjściowej (36) zostają całkowicie albo prawie całkowicie usunięte.

6. Układ według zastrz. 4, znamieny tym, że lampa wyładowcza jest tak zbudowana i tak nastawiona, iż elektrody, znajdujące się pomiędzy elektrodą przyspieszającą lub elektrodą pomocniczą i elektrodą przyspieszającą wyjściową (36), nie chwytają elektronów.
7. Układ według zastrz. 4—6, znamieny tym, że zawiera lampę wyładowczą, zawierającą dwie przeciwsobnie połączone elektrody przyspieszające i dwie przeciwsobnie połączone elektrody przyspieszające wyjściowe.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Zastępca: Inż. W. Zakrzewsk
Rzecznik patentowy

