

URZĄD PATENTOWY
w WARSZAWIE
OPIS PATENTOWY

H03 3/26

Nr 31367

Kl. 21 a⁴, 29/01

International Standard Electric Corporation, New York, N. Y.

Układ wzmacniacza lampowego

Patent zależny w zakresie zastrz. 9 i 10 od patentu nr 17 128

Zgłoszono 17 kwietnia 1936

Udzielono 9 stycznia 1943

Pierwszeństwo: 1 maja 1935 (Stany Zjednoczone Ameryki)

Wynalazek niniejszy dotyczy układów wzmacniaczy lampowych z lampami elektronowymi.

Celem niniejszego wynalazku jest uzyskanie lepszej wierności odtwarzania i zwiększonej mocy wyjściowej albo sprawności przy pomocy wzmacniacza. Cel ten osiąga się dzięki odpowiedniemu dozowaniu napięć wyjściowych wzmacniacza, polegającemu na tym, że zwiększa się moc wyjściową i amplitudę składowej o częstotliwości podstawowej, a zmniejsza się niepożądane lub szkodliwe harmoniczne w obwodzie wyjściowym wzmacniacza. Poza tym celem wynalazku jest także dozowanie napięć wzmocnionych, aby powiększyć zarówno moc wyjściową trzeciej harmo-

nicznej jak i częstotliwości podstawowej albo też zmienić wzajemny stosunek tych mocy wyjściowych.

Istota wynalazku polega na zastosowaniu specjalnie pomyślanego obwodu na drodze prądów o częstotliwościach harmonicznych parzystych we wzmacniaczu przeciwsobnym, przepuszczającym jedną lub kilka częstotliwości albo też we wzmacniaczu innym niż przeciwsobny, przepuszczającym częstotliwość pojedynczą lub wąski zakres częstotliwości, np. w układach telegraficznych z falą nośną.

W układzie przeciwsobnym wynalazek dotyczy jeszcze zastosowania transformatora sprzęgającego zwrotnie, pozwalającego na uzyskanie efektu ujemnej oporności

pozornej środkowej gałęzi, tj. oporności pozornej leżącej w tej części obwodu anodowego, która jest wspólna dla obu lamp połączonych przeciwsobnie, w celu polepszenia charakterystyki wzmacniacza, jak opisano poniżej.

Znaną jest rzeczą, że napięcie wyjściowe układów, złożonych z lamp elektronowych, zawiera składowe zniekształcające. Wiadomo również, że moc wyjściowa wzmacniacza, przeznaczonego do wzmacniania jednej tylko częstotliwości, zawiera składową o częstotliwości podstawowej i składowe, będące harmonicznymi tej częstotliwości podstawowej. Niektóre częstotliwości harmoniczne są dość szkodliwe, zwłaszcza harmoniczne niższego rzędu a to z tego powodu, że zazwyczaj są najsilniejsze i stanowią bezużyteczne obciążenie wzmacniacza. Ponadto prąd wyjściowy wzmacniacza zawiera fale o częstotliwościach równych sumie i różnicy częstotliwości podstawowych i ich harmonicznymi (produkty wzajemnej modulacji) oraz różne harmoniczne fal głównych, wprowadzonych do obwodu wejściowego. Zazwyczaj jest rzeczą pożądaną, aby ze względu na osiągnięcie dobrej wierności odtwarzania wzmacniacza w obwodzie wyjściowym wzmacniacza było jak najmniej tych produktów modulacji. Wynalazek przewiduje użytkowanie produktów modulacji wzajemnej częstotliwości wzmacnianych do zwiększenia mocy wyjściowej o częstotliwości podstawowej i zmniejszenia zniekształceń tak, aby otrzymać lepszą wierność odtwarzania. Prąd wyjściowy o częstotliwości podstawowej zostaje powiększony bez zwiększania energii, dostarczanej przez baterię anodową lub inne źródło prądu, dzięki czemu otrzymuje się lepszą sprawność, jak również lepsze odtwarzanie napięć wzmacnianych.

Wynalazek niniejszy wyzyskuje ten fakt, że jeżeli napięcia drugich harmonicznymi o częstotliwości $2f_0$ są modulowa-

ne napięciem podstawowym o częstotliwości f_0 , to otrzymana w rezultacie suma i różnica częstotliwości daje w wyniku trzecią harmoniczną o częstotliwości $3f_0$ i podstawową o częstotliwości f_0 . W ten sposób we wzmacniaczu wyjściowe napięcie podstawowe i napięcie trzeciej harmonicznej może być zmieniane przez rozrządzanie amplitudy napięcia drugiej harmonicznej i jego produktów modulacji. W przypadku wzmacniacza przeciwsobnego, drugie harmoniczne wszelkich częstotliwości podstawowych, wprowadzonych do obwodu wejściowego, mogą być z łatwością utworzone w dowolnym stopniu przez włączenie oporności pozornej w środkową gałąź obwodu, to jest w tę część obwodu anodowego, która jest wspólna obu lampom w układzie przeciwsobnym. W przypadku zwykłego wzmacniacza jednolampowego, druga harmoniczna pewnej określonej wyjściowej częstotliwości może być otrzymana w obwodzie wyjściowym przez zastosowanie obwodu dostrojonego do drugiej harmonicznej. Nowe składowe, to jest napięcie o częstotliwości podstawowej i trzecia harmoniczna, wynikające z wzajemnej modulacji częstotliwości podstawowej z drugą harmoniczną w sposób wyżej opisany, mogą wówczas być użyte do wzmocnienia mocy wyjściowej o częstotliwości głównej i do zmniejszenia mocy wyjściowej trzeciej harmonicznej lub odwrotnie.

Na rysunku fig. 1 i 2 przedstawiają schematy wzmacniacza przeciwsobnego, za pomocą którego otrzymuje się drugą harmoniczną przez zastosowanie oporności pozornej w gałęzi środkowej obwodu anodowego, to jest w części obwodu anodowego wspólnej obu lampom. Fig. 3 uwidocznia charakterystyki układu według fig. 1 i 2 w funkcji oporności środkowej gałęzi obwodu anodowego, fig. 4 — schemat przedstawiający zastosowanie oporności środkowej gałęzi do dodatkowego wygładzania dostarczanego napięcia anodowego, fig. 5 —

schemat prostego układu do przekazywania pojedynczej częstotliwości lub bardzo wąskiej wstęgi, stosowanej np. w układzie telegraficznym z falą nośną, wreszcie fig. 6 — schemat układu, w którym obwód wejściowy jest zasilany zwrotnie napięciami drugich harmonicznych poprzez transformator z obwodu anodowego.

Układ według fig. 1 posiada przewody wejściowe 6 i 7, prowadzące ze źródła energii sygnałów, np. z poprzedniego stopnia wzmacniacza lub z linii przesyłowej i przyłączone do transformatora 8, którego wtórne uzwojenie 9 rozrządza obwód wejściowy lamp 10 i 11 w układzie wzmacniacza przeciwsobnego. Obwód wyjściowy lamp 10 i 11 zawiera transformator 15 oraz wszelkie odpowiednie połączenia z obciążeniem 19, np. z głośnikiem lub aparatem odbiorczym. Energię do uruchamiania tego stopnia wzmacniacza otrzymuje się ze źródła prądu zmiennego, np. z pierwotnego uzwojenia 20 transformatora sieciowego. Wtórne uzwojenia 21 i 22 transformatora sieciowego dostarczają prądu zmiennego do żarzenia włókien lamp, a uzwojenie wtórne 23 dostarcza energii do zasilania anod lamp wzmacniacza, która zostaje wyprostowana w lampie 25. Napięcie otrzymane z prostownika 25 zostaje przefiltrowane przez cewkę indukcyjną L_1 , połączoną w szereg z prostownikiem, oraz kondensator C_{10} i duży opornik R_3 , przyłączone równolegle do niego. Ujemny biegun prostownika jest połączony z uzwojeniem żarzenia lamp wzmacniacza przez obwód gałęzi środkowej, użyty do sterowania napięcia harmonicznych parzystych, w sposób omawiany wyżej. Obwód ten zawiera opornik filtrujący R_2 i kondensator C_{11} z opornikami siatkowymi R_6 i R_5 oraz z kondensatorem C_{12} , przyłączonym równolegle do opornika R_5 . Ewentualne usunięcie kondensatora C_{11} w tym przykładzie wykonania powoduje sprzężenie zwrotne obwodu siatek, przez co otrzymuje się charaktery-

styki wzmacniacza, uwidocznione na odpowiednich krzywych według fig. 3.

W układzie według fig. 2, który przedstawia zmodyfikowany dla celów prób układ według fig. 1, są zastosowane oporniki R_5 i R_6 , zmienne w ten sposób, iż suma ich jest stała, i kondensator C_{12} , bocznikujący opornik R_5 . Zamiast zasilania z prostownika sieciowego zastosowano w układzie według fig. 2 zasilanie z baterii anodowej 28.

Charakterystyki wzmacniacza, otrzymane w układzie według fig. 2, w funkcji zmiennej oporności opornika R_6 są uwidocznione na fig. 3. Najkorzystniejszy warunek dla najmniejszego prądu trzeciej harmonicznej, według krzywej A na fig. 3, zachodzi wtedy, gdy oporność opornika R_6 w gałęzi środkowej wynosi około 35 Ω . Przy tej wartości oporności moc wyjściowa była w przybliżeniu największa w warunkach braku sprzężenia zwrotnego (krzywa C). W przypadku sprzężenia zwrotnego największa moc wyjściowa jest jak widać większa wtedy, gdy oporność opornika R_6 ma wartość mniejszą od 35 Ω (krzywa D).

Fig. 4 przedstawia układ wzmacniacza przeciwsobnego o nieznacznym przestawieniu elementów obwodu wyjściowego; pewne elementy obwodu gałęzi środkowej są umieszczone teraz w innym miejscu, dzięki czemu obwód gałęzi środkowej oprócz funkcji regulowania harmonicznych parzystych przyczynia się do wygładzania napięcia zasilającego. W obwodzie tym kondensatory C_{10} i C_{12} współdziałają z cewką indukcyjną L_1 i opornikiem R_5 dla utworzenia filtrów anodowego obwodu zasilającego.

Układ według fig. 5, używany do przekazywania pojedynczej częstotliwości f_0 , posiada przewody 31 i 32, prowadzące z linii przesyłania na fali nośnej lub ze wzmacniacza, oraz transformator 33, zasilający siatkę lampy 34. Obwód anodowy czyli wyjściowy lampy 34 jest połączony

poprzez transformator 35 z obciążeniem 36. Obwód użyty do rozrządzania parzystych harmonicznych jest nastrojony na częstotliwość $2f_0$ czyli drugą harmoniczną częstotliwości wejściowej f_0 . Obwód ten składa się z cewki indukcyjnej 38, kondensatora 39 i opornika 40, przy czym niektóre lub wszystkie te elementy mogą być strojone. Ponieważ w obwodzie tym nie ma sprzężenia zwrotnego, przeto krzywe według fig. 3, dotyczące sprzężenia zwrotnego, nie mają tu zastosowania. Jednakże zalety tego obwodu są podobne do zalet obwodów pozbawionych sprzężenia zwrotnego, które wynikają z krzywych uwidoczniionych na fig. 3. Bocznik umożliwia regulację amplitudy drugiej harmoniczej, a to z kolei wywiera wpływ zarówno na wytwarzanie trzeciej harmoniczej jak i podstawowej. Zależnie od doboru elementów tego bocznika w stosunku do innych części obwodu można zwiększyć moc wyjściową fali podstawowej, a zmniejszyć trzecią harmoniczną lub też otrzymać tylko jeden z tych efektów albo obydwa efekty razem lub ich odwrotności.

Układ według fig. 6 jest odmianą układu według fig. 1 i 2; elementy tego układu pozwalają na użycie transformatora odwracającego 42 w celu otrzymania sprzężenia zwrotnego ze znakiem odwrotnym. Kondensator 43 jest połączony w szereg z pierwotnym uzwojeniem transformatora 42, aby zapobiec zwarcia dla prądu stałego jednego z oporników polaryzujących R_{60} , odpowiadającego opornikowi R_6 na fig. 1. Opornik R_{50} gałęzi środkowej, użyty również jako oporność polaryzująca, posiada podobne działanie co i opornik R_5 na schemacie według fig. 1.

Zalety niniejszego wynalazku widać z krzywych według fig. 3, otrzymanych w wyniku pomiaru wzmacniacza tego typu, zwłaszcza wzmacniacza według fig. 1. Próby były przeprowadzone tylko ze wzmacnianiem pojedynczej stałej częstotliwości.

Poziome współrzędne dla wszystkich krzywych wyrażone są jako wartość oporności omowej opornika R_6 gałęzi środkowej. Pionowe współrzędne dla dolnej grupy krzywych wyrażają moc wyjściową w watach. Krzywe C i D uwidoczniają zmianę mocy wyjściowej dla dwóch warunków pracy wzmacniacza, a mianowicie ze sprzężeniem zwrotnym i bez sprzężenia zwrotnego. W przypadku sprzężenia zwrotnego poprzez transformator odwracający 42 moc wyjściowa w watach jest przedstawiona kropkowanym przedłużeniem krzywej D . Środkowa grupa krzywych A i B wyraża stosunek mocy trzeciej harmoniczej do mocy fali głównej w decybelach. Minimum tych krzywych istnieje dla warunku braku sprzężenia zwrotnego przy oporniku R_6 o oporności około 35Ω . Sprzężenie zwrotne środkowej gałęzi wraz z jego zaletami otrzymuje się jak wspomniano wyżej przez ominięcie kondensatora C_{11} w układach na fig. 1, 2 i 3, a przez użycie transformatora odwracającego 42 w układzie według fig. 6. Najmniejsza wartość trzeciej harmoniczej przy sprzężeniu zwrotnym zachodzi teoretycznie wtedy, gdy wartość opornika R_6 gałęzi środkowej jest równa iloczynowi ułamka $\frac{1}{1 + \mu}$ przez oporność przy najmniejszej trzeciej harmoniczej bez sprzężenia zwrotnego. Krzywe E i F u góry fig. 3 wyrażają w miliamperach wartość prądu drugiej harmoniczej, płynącego w obwodzie gałęzi środkowej.

Idealny warunek pracy wzmacniacza zachodzi wtedy, gdy wartość prądów trzeciej harmoniczej osiąga minimum, wtedy bowiem znacznie polepsza się moc wyjściowa wzmacniacza. Przy starannym rozpatrzeniu krzywych może być wybrany inny warunek pracy bardziej pożądaný. Krzywa mocy wyjściowej przebiega zasadniczo płasko gdy oporność opornika R_6 przekroczy 250Ω , dla warunków pracy bez sprzężenia zwrotnego. Prąd drugiej har-

monicznej maleje stopniowo wraz ze wzrostem oporności opornika R_6 . Gdy stosuje się sprzężenie zwrotne, zmniejszenie mocy prądu drugiej harmonicznej w gałęzi środkowej zachodzi jak widać znacznie szybciej ze wzrostem oporności opornika R_6 . Teoretycznie zmniejszenie powinno być większe aniżeli bez sprzężenia zwrotnego o współczynnik $(1 + \mu)$.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Układ wzmacniacza lampowego, znamienny tym, że zawiera w obwodzie anodowym lampy wzmacniającej lub w obwodach anodowych lamp wzmacniających układ elementów do uwydatniania drugiej harmonicznej napięcia wzmacnianego, w celu uzyskania w lampie wzmacniającej lub w lampach wzmacniających efektu modulacji wzajemnej napięć o częstotliwości podstawowej i drugiej harmonicznej.

2. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 1, znamienny tym, że układ elementów do uwydatniania drugiej harmonicznej jest utworzony z oporników o oporności rzeczywistej i kondensatorów.

3. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 1, znamienny tym, że układ elementów do uwydatniania drugiej harmonicznej jest utworzony z obwodu rezonansowego, zawierającego cewkę indukcyjną, kondensator i opornik połączone w szereg i nastrojone na częstotliwość drugiej harmonicznej.

4. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 1 — 3, znamienny tym, że wartości elementów układu do uwydatniania drugiej harmonicznej są tak dobrane, iż otrzymuje się na wyjściu wzmacniacza najmniejszą wartość napięcia trzeciej harmonicznej, a dużą wartość napięcia podstawowego.

5. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 1 — 3, znamienny tym, że wartości elementów układu do uwydatniania

drugiej harmonicznej są tak dobrane, iż otrzymuje się na wyjściu wzmacniacza maksymalną wartość napięcia trzeciej harmonicznej, a małą wartość napięcia podstawowego.

6. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 1, zawierający lampy wzmacniające w układzie przeciwsobnym, znamienny tym, że układ elementów do uwydatniania drugiej harmonicznej jest umieszczony w gałęzi środkowej obwodu anodowego, wspólnej dla obu lamp w układzie przeciwsobnym.

7. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 6, w którym napięcie anodowe jest czerpane poprzez filtr z prostownika, znamienny tym, że spośród elementów układu do uwydatniania drugiej harmonicznej opornik i kondensator są umieszczone w układzie w taki sposób, iż spełniają jednocześnie rolę elementów filtru.

8. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 7, znamienny tym, że opornik, spełniający jednocześnie rolę elementu filtru, daje również potencjał polaryzujący na siatki lamp wzmacniających.

9. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 6, znamienny tym, że posiada sprzężenie zwrotne między obwodem siatkowym a gałęzią środkową obwodu anodowego lamp wzmacniających, przez co pewna część spadku napięcia na oporności pozornej układu do uwydatniania drugiej harmonicznej jest przyłożona zwrotnie na siatki lamp wzmacniających.

10. Układ wzmacniacza lampowego według zastrz. 9, znamienny tym, że posiada transformator w obwodzie sprzężenia zwrotnego, który odwraca fazę napięcia, przyłożonego zwrotnie do siatek lamp wzmacniających.

International Standard
Electric Corporation
Zastępca: M. Skrzypkowski
rzecznik patentowy



