

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y P A T E N T U T Y M C Z A S O W E G O

82482

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Kl. 21a², 18/08

Zgłoszono: 28.12.1972 (P. 159825)

Pierwszeństwo: _____

MKP H03f 1/34

Zgłoszenie ogłoszono: 01.03.1974

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1975

Twórcy wynalazku: Aleksander Metchev, Andrzej Obuchowski

Uprawniony z patentu tymczasowego: Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Radia i Telewizji,
Warszawa (Polska)

Układ elektronicznego wzmacniacza operacyjnego z wyjściem transformatorowym

Przedmiotem wynalazku jest układ elektronicznego wzmacniacza operacyjnego z wyjściem transformatorowym, przeznaczony do stosowania w profesjonalnej aparaturze elektroakustycznej.

Znane są układy wzmacniaczy operacyjnych z wejściem transformatorowym pracujące najczęściej w klasie A i B, przy czym konwencjonalny sposób dołączenia transformatora powoduje pogorszenie parametrów przeniesienia sygnału i stabilizacji punktu pracy. Przy połączeniu transformatora bezpośrednio do wyjścia wzmacniacza pracującego w klasie A prąd stały płynący przez uzwojenie pierwotne wytwarza strumień podmagnezujący rdzeń, a poza tym stałoprądowe sprzężenie zwrotne, pobierane z punktu o małej oporności, nieskutecznie stabilizuje punkt pracy wzmacniacza. Uniknięcie wymienionych wad układów wzmacniaczy z wyjściem transformatorowym, poprzez odcięcie składowej stałej za pomocą kondensatora dołączonego szeregowo do transformatora, wiąże się zazwyczaj ze zmniejszeniem sprawności układu i trudnościami w objęciu transformatora ujemnym sprzężeniem zwrotnym. Jednak bez względu na sposób dołączenia transformatora w znanych układach wzmacniaczy operacyjnych o wyjściu transformatorowym — jego uzwojenia i rdzeń nie są obejmowane skuteczną pętlą zmiennoprądowego sprzężenia zwrotnego, przy jednoczesnym zapewnieniu skutecznej stabilizacji punktu pracy układu.

Wadą układów wzmacniaczy z wyjściem transformatorowym, pracujących w klasie B, jest ich komplikacja układowa, polegająca na konieczności stosowania dwóch wzmacniaczy operacyjnych i większej ilości elementów biernych oraz trudności w ustawieniu i stabilizacji punktu pracy, a także większe zniekształcenia nieliniowe.

Zadaniem wynalazku jest zbudowanie operacyjnego wzmacniacza z wyjściem transformatorowym pozbawionego wad znanych dotychczasowych rozwiązań układowych wzmacniaczy z wyjściem transformatorowym. Zadanie to, według wynalazku, zostało rozwiązane przez zbudowanie operacyjnego wzmacniacza o wyjściu transformatorowym pracującego w klasie A, w którym transformator jest objęty skuteczną pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego, zapewniając jednocześnie wysoką jakość stabilizacji punktu pracy.

Istota wynalazku polega na tym, że wyjście układu wzmacniacza operacyjnego połączone jest z wtórnikami prądowym, stanowiącym dynamiczne obciążenie układu i z pierwotnym uzwojeniem transformatora o trzech

oddzielnych odpowiednio połączonych uzwojeniach. Jedno z uzwojeń wtórnych transformatora stanowi źródło sygnału dla obwodu zmiennie-prądowego ujemnego sprzężenia zwrotnego, a jednocześnie połączenie końca tego uzwojenia z końcem uzwojenia pierwotnego, zapewnia zamknięcie pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego również dla prądu stałego, dzięki czemu uzyskuje się skuteczną stabilizację punktu pracy, dla zmian w szerokim zakresie napięć i temperatur otoczenia układu.

Zaletą układu wzmacniacza według wynalazku jest możliwość objęcia transformatora wyjściowego układu pętlą silnego ujemnego sprzężenia zwrotnego, redukującego skutecznie zniekształcenia liniowe i nieliniowe układu. Równocześnie połączenie końcówek uzwojeń pierwotnego i ujemnego sprzężenia zwrotnego dobrano w taki sposób, że nawet przy stosowaniu silnych sprzężeń zwrotnych, co wiąże się z powstaniem znacznej składowej stałej prądu płynącego przez te uzwojenia, nie występuje zjawisko podmagnesowania rdzenia transformatora. Składowa stała prądu płynącego przez uzwojenia połączone w sposób właściwy dla wynalazku, wywołuje strumienie podmagnesowania wzajemnie znoszące się. Takie rozwiązania układowe szczególnie nadają się do budowy układów wzmacniaczy o małych zniekształceniach z wyjściem transformatorowym, w których stopień wyjściowy mocy pracuje w klasie A.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, zawierającym schemat ideowy wzmacniacza z wyjściem transformatorowym. Układ składa się z dwuwyjściowego wzmacniacza operacyjnego WO_1 o wejściach nieodwracającym i odwracającym fazę, z wtórnika prądowego zbudowanego na tranzystorach T_1 i T_2 , stanowiącego równocześnie obciążenie dynamiczne układu, oraz z odpowiednio dołączonego transformatora Tr_1 o trzech uzwojeniach W_1 , W_2 , W_3 . Początek pierwotnego uzwojenia transformatora W_1 , poprzez opornik R_7 , dołączony jest do wyjścia wzmacniacza operacyjnego WO_1 , a koniec tego uzwojenia połączony jest z końcem uzwojenia W_2 ujemnego sprzężenia zwrotnego. Wspólny punkt połączenia uzwojeń W_1 i W_2 poprzez kondensator C_5 , połączony jest z jednym z biegunów napięcia zasilania. Opornik R_6 , łączący początek uzwojenia W_2 i wejście odwracające fazę wzmacniacza operacyjnego, zamyka pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego obejmującą całkowicie układ wzmacniacza, zarówno dla prądu zmiennego jak i dla prądu stałego.

Pętla zmiennoprądowego ujemnego sprzężenia zwrotnego przebiega od wyjścia wzmacniacza, operacyjnego poprzez opornik R_7 , uzwojenie W_1 i połączone z nim za pomocą strumienia magnetycznego transformatora uzwojenie W_2 , kondensator C_5 łączący wspólny punkt dołączenia uzwojeń z jednym z biegunów zasilania, oraz przez opornik R_6 , do odwracającego fazę wejścia wzmacniacza operacyjnego. Stosunek wartości oporności oporników R_6 i R_2 określa wzmocnienie układu dla środka pasma przenoszonych częstotliwości, a kondensatory C_2 i C_4 określają odpowiednio dolną i górną częstotliwość krańca pasma przenoszenia układu. Wartość kondensatora C_5 określa się tak aby uniknąć rezonansu z indukcyjnością uzwojeń W_1 i W_2 w dolnej części pasma przenoszonych częstotliwości.

Pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego dla prądu stałego, określająca i stabilizująca równocześnie punkt pracy układu, przebiega bezpośrednio poprzez uzwojenia W_1 i W_2 połączone swoimi końcami oraz przez oporniki R_7 i R_6 , z wyjścia na wejście wzmacniacza operacyjnego WO_1 układu. Przy tym, prąd polaryzacji wejścia wzmacniacza lub prąd zwrotny w przypadku pracy bez kondensatora C_2 na wejściu wzmacniacza nie powoduje podmagnesowania transformatora, ponieważ uzwojenia W_1 i W_2 dla prądu stałego połączone są przeciwsośnie i strumień wynikowy podmagnesowania dla równej liczby zwojów tych uzwojeń jest w każdym przypadku pomijalnie mały. Wejścia układu stanowią końcówki kondensatorów C_1 i C_2 . Układ umożliwia uzyskanie wejścia odwracającego fazę na końcówce kondensatora C_2 lub wejścia nieodwracającego fazę o dużej oporności wejściowej na końcówce kondensatora C_1 , albo też wejścia różnicowego między końcówkami kondensatorów C_1 i C_2 .

Obciążenie dynamiczne wyjścia wzmacniacza stanowi układ wtórnika prądowego zbudowanego na tranzystorach T_1 i T_2 . Tranzystor T_1 w połączeniu diodowym, służy do stabilizacji temperaturowej punktu pracy tranzystora T_2 . Prąd punktu pracy określony jest przez stosunek wartości oporności oporników R_5 i R_7 oraz przez prąd polaryzacji złącz baza-emiter obu tranzystorów określony przez wartość oporników R_3 i R_4 .

Wysterowanie układu wtórnika uzyskuje się za pomocą spadku napięcia na oporniku R_7 , wywołanego prądem wyjściowym wzmacniacza operacyjnego, przy czym kondensator C_3 , łączący wyjście wtórnika z punktem wspólnym oporników R_3 i R_4 , wprowadza dodatkowe sprzężenie zwrotne, umożliwiające całkowite wysterowanie układu, a tym samym uzyskanie wysokiej sprawności całego układu wzmacniacza.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ elektronicznego wzmacniacza operacyjnego z wyjściem transformatorowym, z n a m i e n n y t y m, że zawiera wzmacniacz operacyjny (WO_1) obciążony dynamicznie wtórnikiem prądowym zbudowanym

na tranzystorach (T_1 i T_2), do wyjścia którego dołączony jest początek uzwojenia pierwotnego (W_1) transformatora (Tr_1), a koniec tegoż uzwojenia połączony jest z końcem uzwojenia (W_2) i przez kondensator (C_5) – z jednym z biegunów zasilania bądź z masą, przy czym uzwojenie (W_2) stanowi źródło sygnału dla obwodu zmiennoprądowego sprzężenia zwrotnego, a uzwojenie (W_3) – wyjście układu wzmacniacza.

2. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że uzwojenia (W_1 i W_2) transformatora (Tr_1) połączone przeciwobnie dla prądu stałego, zamykają pętlę stałoprądowego sprzężenia zwrotnego, przy czym strumienie indukcji podmagnesowania tych uzwojeń znoszą się wzajemnie.

3. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że układ wtórnika prądowego składa się z tranzystorów (T_1 i T_2), przy czym baza tranzystora (T_1) połączona jest z kolektorem tegoż tranzystora oraz z bazą tranzystora (T_2) i poprzez oporniki (R_3 i R_4) z dodatnim biegunem napięcia zasilania, do którego dołączony jest również kolektor tranzystora (T_2), a emiter tranzystora (T_1) poprzez opornik (R_5), jak również emiter tranzystora (T_2) poprzez opornik (R_7) połączone są z wyjściem wzmacniacza operacyjnego, przy czym wyjście układu stanowi punkt wspólny połączenia emitera tranzystora (T_2) z opornikiem (R_7).

4. Układ według zastrz. 1 lub 2 lub 3, z n a m i e n n y t y m, że wyjście wtórnika prądowego, stanowiącego jednocześnie wyjście całego układu wzmacniacza, połączone jest poprzez kondensator (C_3) z punktem wspólnego połączenia oporników (R_4 i R_5), przy czym połączenie to stanowi pętlę dodatniego sprzężenia zwrotnego zwiększającego sprawność układu wzmacniacza.

