



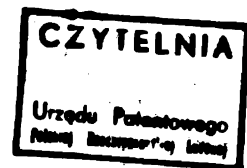
Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 23.10.76 (P. 193217)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 24.04.78

Opis patentowy opublikowano: 30.04.1981



Int. Cl.² H03G 5/12

Twórcy wynalazku: János Makkai, Barnabás Kiss, Lajos Tornyai, György
Ssányi

Uprawniony z patentu: Elektroakusztikai Gyár, Budapeszt (Węgry)

Układ regulacji barwy dźwięku w zakresie małych częstotliwości

1

Przedmiotem wynalazku jest układ regulacji barwy dźwięku w zakresie małych częstotliwości, zwłaszcza układ z rezystancyjnym elementem regulowanym.

W technice wzmacniania i reprodukcji dźwięku istotny jest problem regulacji wzmocnienia sygnału w poszczególnych częściach użytecznego pasma częstotliwości. Regulacja taka umożliwia przeprowadzanie pożądanych zmian w barwie dźwięku.

Znanych jest wiele układów do regulacji barwy dźwięku w zakresie małych częstotliwości. Biernie układy RC zapewniają regulowane tłumienie niezależne od częstotliwości sygnału. Dla średnich częstotliwości sygnału układ taki nie działa. Układy te wprowadzają duże tłumienie podstawowe, około 12 do 25 dB, oraz są bardzo wrażliwe na niedopasowanie zarówno po stronie źródła, jak i obciążenia. Podstawową wadą tych układów jest to, że podbicie realizowane jest jedynie względem tłumienia podstawowego, czyli sygnał nie jest wzmacniany, wobec czego nie nadają się one do stosowania w technice studyjnej.

Czynne układy RC zawierają elementy czynne objęte pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego, przy czym obwód sprzężenia zwrotnego jest układem biernym. Wadą tego rodzaju układów jest stosunkowo duże wzmocnienie, którego nie można ograniczyć.

Do regulacji barwy dźwięku można również wykorzystywać elementy indukcyjne. Rozwiązanie takie stwarza jednak bardzo wiele trudności technicznych związanych z rozmiarami uzwojeń, powstawaniem pól rozproszonych, realizacją dostrajania. Poza tym układy z elementami indukcyjnymi są stosunkowo podatne na powstawanie przydźwięku.

2

Lepsze wyniki uzyskuje się w układach stanowiących połączenie wyżej opisanych. Obwody biernie i aktywne połączone są w nich w ten sposób, że podbicie uzyskuje się za pomocą elementów aktywnych, a obcinanie za pomocą elementów biernych. Rozwiązania te umożliwiają uzyskiwanie wzmocnienia podstawowego wynoszącego 0 dB. Wadą tego rodzaju rozwiązań jest ich stosunkowo znaczne skomplikowanie układowe oraz trudności z uzyskaniem płynnej regulacji, gdyż wzajemnie dopasowane obwody biernie i aktywne wymagają dokładnego ustawiania.

W technice studyjnej dla zapewnienia odpowiedniej jakości regulacji barwy dźwięku stosuje się zazwyczaj regulatory skokowo zmieniające barwę dźwięku. Dla uzyskania poszczególnych etapów regulacji włącza się lub wylacza dowolne elementy, dzięki czemu można osiągnąć żądaną krzywą regulacji, lecz za to nie można zmieniać parametrów regulatora podczas odbioru.

Stosunkowo najkorzystniejszymi układami regulacji barwy dźwięku dla małych częstotliwości są układy z filtrami aktywnymi wykorzystujące wzmacniacze operacyjne. Jednym z takich układów jest regulator Baxandalla, którego wzmocnienie podstawowe wynosi 0 dB i który zapewnia płynną regulację.

Regulator Baxandalla zawiera odwracający fazę wzmacniacz operacyjny z pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego, przy czym obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego zawiera potencjometr i elementy RC dla uzyskania odpowiedniej zależności fazowej. Wadą tego regulatora jest to, że podbicie po osiągnięciu wartości maksymalnej

pozostaje stałe, a dla dużych wartości podbicia przy 1 kHz następuje znaczne przesunięcie poziomu.

Celem wynalazku jest opracowanie układu regulacji amplitudy dźwięku w zakresie małych częstotliwości, zapewniającego płynną regulację, wzmocnienie podstawowe wynoszące 0 db, mały wpływ na charakterystykę przenoszenia całego układu w zakresie średnich częstotliwości oraz stosunkowo dużą szerokość pasma, w którym można realizować podbicie sygnału, przy czym wartość podbicia po osiągnięciu maksimum powinna opadać w miarę malewania częstotliwości, układ nie powinien zawierać elementów indukcyjnych oraz powinien spełniać wymagania określone normami dotyczącymi techniki studyjnej.

Cel wynalazku osiągnięto przez to, że wzmacniacz operacyjny, stanowiący część układu objęty jest regulowanym obwodem dodatniego sprzężenia zwrotnego o parametrach zależnych od częstotliwości. Wyjście obwodu dodatniego sprzężenia zwrotnego dołączone jest do nieodwracającego wejścia wzmacniacza operacyjnego poprzez ślizgowy zestyk uziemionego potencjometru. Obwód dodatniego sprzężenia zwrotnego jest korzystnie mostkiem Wiena, którego wyjście dołączone jest do wejścia wzmacniacza operacyjnego.

Przedmiot wynalazku zilustrowany został przykładem wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat znanego regulatora Baxandalla, fig. 2 — charakterystykę przenoszenia regulatora Baxandalla, fig. 3 — schemat układu według wynalazku, fig. 4 — wykresy charakterystyk przenoszenia poszczególnych części układu według wynalazku, fig. 5 — rodzinę charakterystyk przenoszenia układu według wynalazku dla różnych wartości podbicia, a fig. 6 — schemat ideowy przykładowej realizacji układu według wynalazku.

Na fig. 3 widać, że do odwracającego wejścia D2 dwuwejściowego wzmacniacza operacyjnego 2 jest dołączone wyjście B obwodu 3 ujemnego sprzężenia zwrotnego, o parametrach zależnych od częstotliwości. Do nieodwracającego wejścia D1 tego wzmacniacza jest dołączone wyjście F regulowanego obwodu 1 dodatniego sprzężenia zwrotnego o parametrach zależnych od częstotliwości. Wyjście E wzmacniacza operacyjnego 2 jest połączone jednocześnie z wejściem C obwodu 3 ujemnego sprzężenia zwrotnego i z wejściem G obwodu 1 dodatniego sprzężenia zwrotnego. Wyjście E wzmacniacza operacyjnego 2 stanowi wyjście całego układu, podczas gdy wejście A obwodu 3 ujemnego sprzężenia zwrotnego stanowi wejście całego układu.

Zgodnie z fig. 6 w układzie według wynalazku do odwracającego wejścia wzmacniacza operacyjnego 2 jest dołączony zestyk ślizgowy potencjometru P1b. Zestyk ten jest połączony z kondensatorami C₃ i C₄, których drugie końcówki są połączone z końcówkami potencjometru. Wspólne połączenie końcówek kondensatora C₄ i potencjometru P1b jest sprzężone przez rezystor R₆ z wyjściem K wzmacniacza operacyjnego 2. Wspólne połączenie końcówek kondensatora C₃ i potencjometru P1b jest sprzężone przez szeregowy obwód obejmujący kondensator C₅ i rezystor R₅ z wejściem A układu. Do wyjścia K wzmacniacza operacyjnego 2 jest dołączone wejście mostka Wiena składającego się z kondensatorów C₁ i C₂ i rezystorów R₁, R₂. Środkowa gałąź mostka Wiena jest połączona z jedną końcówką potencjometru P1a, przy czym środek tego potencjometru jest uziemiony. Druga końcówka potencjometru P1a jest również uziemiona, przy czym zestyk ślizgowy

tego potencjometru jest dołączony przez rezystor R₄ do nieodwracającego wejścia wzmacniacza operacyjnego. Potencjometry P1a i P1b są ze sobą sprzężone.

Działanie układu jest następujące. Gdy charakterystyka przenoszenia regulatora jest liniowa zarówno wzmacniacz operacyjny 2, jak i obwód 3 ujemnego sprzężenia zwrotnego są skompensowane. Stąd przez obwód 1 dodatniego sprzężenia zwrotnego nie dostaje się na wejście układu żaden sygnał. W przypadku głębokiego obcięcia niskich tonów działa jedynie regulator aktywny, składający się ze wzmacniacza operacyjnego 2 i obwodu 3 ujemnego sprzężenia zwrotnego.

W przypadku konieczności podbicia niskich tonów uruchomiony zostaje także obwód dodatniego sprzężenia zwrotnego. Wykres c na fig. 4 przedstawia wypadkową charakterystykę układu, stanowiącą sumę charakterystyk przedstawionych na wykresach a i b. Maksimum charakterystyki wypadkowej, określającej podbicie sygnału o danej częstotliwości, odpowiada maksimum charakterystyki przenoszenia obwodu 1 dodatniego sprzężenia zwrotnego przedstawionej na wykresie b. Maksimum charakterystyki dodatniego sprzężenia zwrotnego występuje korzystnie dla częstotliwości, przy której załamuje się charakterystyka przenoszenia wzmacniacza operacyjnego 2 z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, przedstawiona na wykresie a. Dzięki temu obserwuje się pewne zwiększenie podbicia sygnałów o częstotliwościach większych od częstotliwości w maksimum.

Sumowanie się oddziaływań obu obwodów sprzężenia zwrotnego jest szczególnie widoczne w obszarze sąsiadującym z maksimum.

Opisany regulator aktywny zapewnia nieznaczne podbicie sygnałów oraz rozszerzenie pasma w kierunku dużych częstotliwości. Kierunek przesuwania się maksimum charakterystyki wypadkowej występujące podczas regulacji jest pokazane linią przerywaną na fig. 5. Przy mniejszych podbiciach uwydatnia się działanie czynnego regulatora, a działanie dodatniego sprzężenia zwrotnego jest pomijalnie małe. Jeśli podbicie zwiększa się, coraz bardziej znaczące staje się działanie dodatniego sprzężenia zwrotnego. Zatem maksimum charakterystyki amplitudowej przesuwa się podczas regulacji w kierunku wyższych częstotliwości. Jeśli przenoszony sygnał zawiera tylko składowe o niskich częstotliwościach, konieczne jest mniejsze podbicie. Podbicie to realizowane jest wówczas przede wszystkim na krańcu pasma. Jeśli sygnał zawiera mało niskich tonów, czyli konieczne jest duże podbicie, maksimum charakterystyki przenoszenia nie powinno znajdować się na krańcu pasma, ponieważ sygnał jest tam bardzo mały, lecz raczej w zakresie częstotliwości wyższych. Charakterystyka układu według wynalazku jest więc bardzo korzystna.

Z fig. 6 widać, że sygnał wyjściowy wzmacniacza operacyjnego 2 jest sumą sygnałów podanych na jego wejściu. Przy środkowym położeniu suwaków potencjometrów sprzężonych P1a, P1b, przy pracy liniowej oraz przy ruchu suwaków w jednym kierunku, przy tłumieniu, żaden sygnał nie jest doprowadzany na wejście nieodwracające i czynne jest drugie wejście. Jeśli natomiast ślizgacz zostanie przesunięty ze środkowego położenia w kierunku przeciwnym, przy podbijaniu, wtedy z wyjścia wzmacniacza, przez znany obwód mostka Wiena, na wejście nieodwracające doprowadzany jest sygnał.

Mostek Wiena realizuje selektywną charakterystykę przenoszenia obwodu dodatniego sprzężenia zwrotnego,

której charakterystyczne częstotliwości określone są wartościami elementów RC dzielnika napięcia. Znajdujący się w obwodzie sprzężenia zwrotnego dzielnik jest filtrem pasmowym o stromej charakterystyce, którego częstotliwość środkowa pasma została wybrana jako większa, niż nominalna częstotliwość podbicia regulatora. W tym przypadku wzmacniacz jest sterowany sygnałem z obu wejść i wówczas sumują się oddziaływania obu układów sprzężenia zwrotnego. Za pomocą rezystora **R3** ustawia się żądaną wartość dodatniego sprzężenia zwrotnego. Do układu może zostać wprowadzony potencjometr liniowy, który zapewnia ustawienie z wystarczającą dokładnością środkowej pozycji regulatora, dzięki czemu uzyskanie liniowej charakterystyki przenoszenia nie wymaga żadnego szczególnego ustawienia.

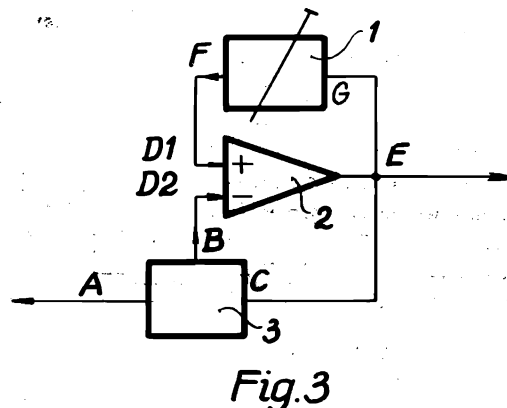
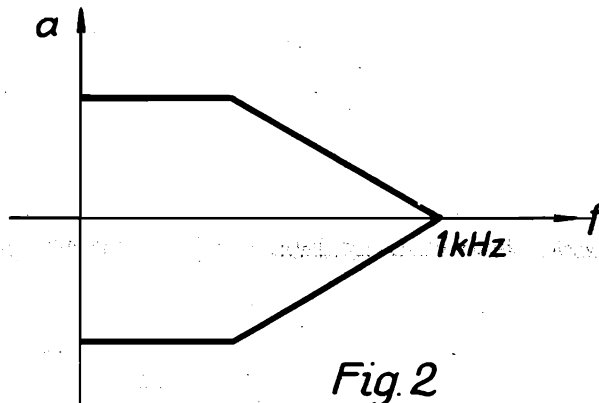
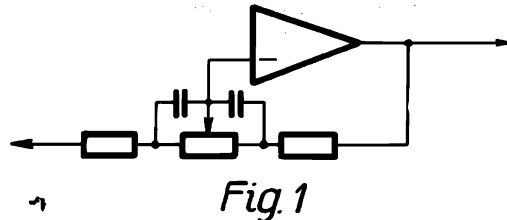
Za pomocą układu wykonanego zgodnie z wynalazkiem można zrealizować korekcję ± 12 do 16 dB w zakresie 40 do 100 Hz, ze spełnieniem wymagań dotyczących urządzeń stosowanych w technice studyjnej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ regulacji barwy dźwięku w zakresie małych częstotliwości, zwłaszcza z regulacją przez zmianę rezystancji, obejmujący wzmacniacz operacyjny i obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego o parametrach zależnych od częstotliwości, **znamienny tym**, że wzmacniacz operacyjny (2) objęty jest regulowanym obwodem (1) dodatniego sprzężenia zwrotnego o parametrach zależnych od częstotliwości.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyjście (F) obwodu (1) dodatniego sprzężenia zwrotnego dołączone jest do nieodwracającego wejścia wzmacniacza operacyjnego (2) poprzez ślizgowy zestyk uziemionego potencjometru (**P1a**).

3. Układ według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że obwód (1) dodatniego sprzężenia zwrotnego stanowi mostek Wiena, którego wyjście dołączone jest do wejścia wzmacniacza operacyjnego (2).



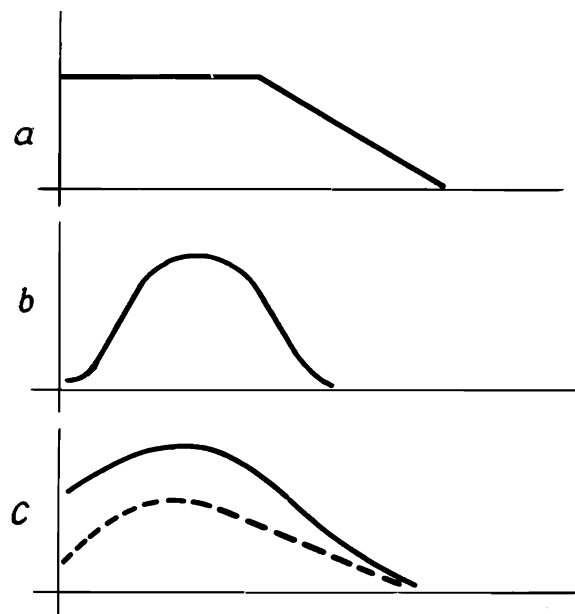


Fig. 4

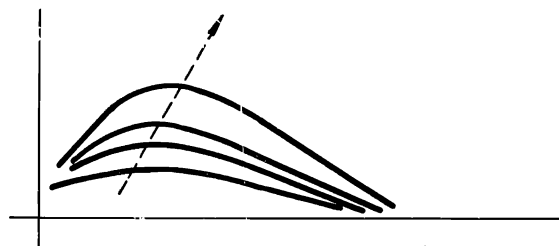


Fig. 5

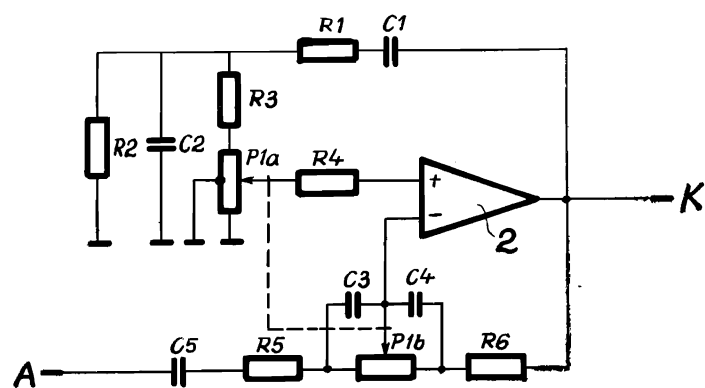


Fig. 6