



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 02.06.76 (P. 190100)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 19.12.77

Opis patentowy opublikowano: 15.08.1979

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
P. O. Box 1000, Warszawa

Int. Cl.² H03F 1/30

Twórca wynalazku: Henryk Pliszki.

Uprawniony z patentu: Kombinat Aparatury Badawczej i Dydaktycznej
„KABiD” Zakład Aparatury Elektronicznej
KABiD „Radiotechnika”, Wrocław (Polska)

Tranzystorowy wzmacniacz napięcia stałego

1

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest tranzystorowy wzmacniacz napięcia stałego o małym dryfcie temperaturowym z regulacją wzmocnienia i zerowym potencjałem na wyjściu układu. Wzmacniacz ten przeznaczony jest w szczególności do wzmacniania sygnałów elektrycznych w oscyloskopach o wysokim stopniu czułości.

Stan techniki. Wzmacniacz do oscyloskopu winien posiadać wysoką oporność wejściową, umożliwiać skokową oraz płynną regulację wzmocnienia, jak również powinien zapewnić możliwość regulowanej zmiany potencjałów na wyjściu układu, przy zachowaniu średniej wartości potencjału na tym samym poziomie. Ze względu na współpracę z innymi blokami oscyloskopu celowe jest ażeby potencjał wyjściowy wzmacniacza był na poziomie zerowym.

Znane układy wzmacniaczy o wysokiej czułości posiadają na wejściu wzmacniacza tranzystory polowe, których dreny połączone są z następującymi stopniami symetrycznych wzmacniaczy. W układach tych dla zapewnienia stabilności temperaturowej zastosowano prądowe sprzężenie trzeciego stopnia wzmacniacza z wejściowym tranzystorem. Zakresowa regulacja wzmocnienia uzyskiwana jest przez skokową zmianę rezystora sprzęgającego emiter w początkowych stopniach wzmocnienia. Płynną regulację wzmocnienia uzyskuje się przez płynną regulację rezystora sprzęgającego emiter w następnym stopniu wzmocnienia.

2

Zmianę potencjału wyjściowego dla uzyskania przesuwu plamki na ekranie uzyskuje się zazwyczaj przez zmianę dodatkowego prądu przepływającego przez rezystory kolektorowe wzmacniacza, w którym dokonywana jest płynna regulacja wzmocnienia. Znane dotychczas układy wzmacniaczy napięcia stałego o wysokiej czułości wykonywane są jako wzmacniacze symetryczne o możliwie identycznych parametrach elementów układu, gdyż dokładność doboru elementów decyduje o stabilności czasowej i temperaturowej wzmacniacza. Występujące w praktyce trudności w uzyskaniu tranzystorów o identycznych parametrach powodują konieczność stosowania elementów symetryzujących wzmacniacz dla uzyskania na wyjściu układu napięcia równego zeru przy sygnale wejściowym równym zeru. Regulacja wzmocnienia przez zmianę rezystora w obwodzie emiterowym wymaga jednakowych potencjałów emiterów symetrycznego wzmacniacza różnicowego. Stosowane układy symetryzacji wzmacniaczy o wysokiej czułości realizowane są przez różnicowanie wartości elementów rezystancyjnych. Uzyskuje się przez to wyrównanie napięć bramka-źródło, ale następuje pogorszenie parametrów tłumienia sygnału wspólnego w funkcji częstotliwości.

Stosowanie regulowanych elementów rezystancyjnych umieszczanych w obwodach czynnych napotyka na trudność pogodzenia warunku precyzyjnego ustalenia wymaganej wartości w szerokim

zakresie regulacji. Znane układy symetryzacji, ze względu na trudność w skompensowaniu różnic parametrów tranzystorów i ograniczoną stabilność tej kompensacji w funkcji czasu i temperatury, powodują ograniczenie maksymalnej czułości wzmacniacza, a ze względu na swoje niesymetryczne umiejscowienie w układzie wzmacniacza powodują one zakłócenia charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza.

Istota wynalazku. Rozwiązanie według wynalazku polega na zastosowaniu symetrycznego wzmacniacza różnicowego posiadającego na wejściu tranzystory polowe typu FET, do których równolegle do drenu i źródła załączono tranzystory, przez które przepływa część prądu zasilającego tranzystory polowe, przy czym prąd ten jest stabilizowany przez następny tranzystor, którego baza połączona jest z drenem tranzystora polowego, a jego kolektor połączony jest z bazą tranzystora, którego emiter połączony jest ze źródłem tranzystora wejściowego. Bazy tranzystorów równoległych połączone są z regulowanym rezystorowym dzielnikiem załączanym do odpowiednich napięć zasilających.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia wyrównanie napięć bramka — źródło wejściowych tranzystorów polowych, przez co uzyskuje się wyrównanie potencjałów emiterów wzmacniacza, w którym dokonuje się skokowej regulacji wzmocnienia. Rozwiązanie powyższe działa selektywnie nie powodując zmiany potencjałów na rezystorach kolektorowych przy regulacji symetryzacji, nie powoduje to tym samym oddziaływania na układ regulacji płynnej wzmocnienia, oraz przesuwu.

Wzmacniacz według wynalazku posiada tę zaletę, że prąd zasilający kaskadowo połączone tranzystory jest stały, niezależny od wielkości napięcia wspólnego sterującego wzmacniacz wejściowy, co pozwala na uzyskanie dużej wartości współczynnika tłumienia sygnałów wspólnych. Zastosowanie natomiast równolegle załączonych do tranzystora polowego tranzystorów symetryzujących, przez które przepływa część prądu zasilającego układ kaskadowy tranzystorów, pozwala na uzyskanie dużej czułości układu, przy nieznacznych dryftach temperaturowych i stosunkowo szerokim zakresie częstotliwościowym wzmacniacza.

Zastosowanie symetryzacji czynnych elementów według przedstawionego rozwiązania, zapewnia w łatwy sposób precyzyjną i stabilną symetryzację wzmacniacza przy skokowej regulacji wzmocnienia, a to umożliwia uzyskanie stabilnego wzmacniacza o zwiększonej czułości wejściowej.

Przykład wykonania wynalazku. Przedmiot wynalazku uwidoczniiony jest w przykładzie wykonania na załączonym rysunku, który przedstawia schemat układu wzmacniacza napięcia stałego o małym dryfcie temperaturowym z regulacją wzmocnienia i zerowym potencjałem na wyjściu układu.

W układzie tym wejście A połączone jest z bramką tranzystora polowego 1, a wejście B połączone jest z bramką tranzystora 2. Dren tranzystora 1 połączony jest poprzez rezystor 3 z dodatnim źród-

łem zasilania, oraz z bazą tranzystora 4, którego emiter połączony jest z dodatnim napięciem zasilania, a kolektor, poprzez rezystor 5, z ujemnym napięciem zasilania. Z kolektorem tranzystora 4 połączona jest baza tranzystora 6, którego emiter połączony jest poprzez rezystor 7 ze źródłem tranzystora 1. Kolektor tranzystora 6 połączony jest poprzez rezystor 8 z ujemnym napięciem zasilającym.

Stopień wejściowy wzmacniacza zbudowany jest w postaci wzmacniacza symetrycznego i zawiera identyczny układ w drugim torze, który składa się z tranzystora 2, którego dren połączony jest poprzez rezystor 9 z dodatnim napięciem zasilania, oraz z bazą tranzystora 10, którego emiter połączony jest razem z emiterem tranzystora 4 do dodatniego napięcia zasilania. Kolektor tranzystora 10 połączony jest poprzez rezystor 11 z ujemnym napięciem zasilania oraz z bazą tranzystora 12, którego kolektor połączony jest poprzez rezystor 13 z ujemnym napięciem zasilania. Emiter tranzystora 12 połączony jest poprzez rezystor 14 ze źródłem tranzystora 2. Pomiędzy emiterami tranzystorów 6 i 12 znajduje się przełączany rezystor 15. Do drenu tranzystora 1 połączony jest poprzez rezystor 16 emiter tranzystora 17, którego kolektor połączony jest ze źródłem tranzystora 1. Z bazą tranzystora 17 połączony jest dzielnik napięcia utworzony z rezystorów 18 i 19 załączonych do odpowiednich napięć zasilających.

Podobnie w drugim torze wzmacniacza połączony jest z drenem tranzystora 2 rezystor 20 i tranzystor 21, którego baza połączona jest z rezystorami 22 i 19 do odpowiednich napięć zasilających. Pomiędzy kolektorami tranzystorów 6 i 12 załączony jest przełączany kondensator 23.

Z kolektorem tranzystora 6 połączona jest baza wtórnika emiterowego 24, którego emiter połączony jest z bazą tranzystora wzmacniającego 25, którego rezystor kolektorowy 26 połączony jest z masą układu, a kolektor połączony jest ze źródłem prądowym utworzonym z tranzystora 27, w obwodzie emiterowym którego znajduje się regulowany rezystor 28. Do kolektora tranzystora 25 połączona jest baza tranzystora 29, którego kolektor połączony jest z bazą wyjściowego wtórnika emiterowego 30. Emiter tranzystora 25 połączony jest poprzez rezystory 31 i 32 z ujemnym napięciem zasilania.

Analogicznie w symetrycznym układzie z kolektorem tranzystora 12 połączona jest baza wtórnika emiterowego 33, którego emiter połączony jest z bazą tranzystora 34, a równocześnie, poprzez rezystor 35 i 32, z ujemnym napięciem zasilania. Pomiędzy emiterami tranzystorów 25 i 34 załączony jest regulowany rezystor 36. Kolektor tranzystora 34 połączony jest poprzez rezystor 37 z masą układu, a z kolektorem tranzystora 34 połączony jest kolektor tranzystora 38, w obwodzie emiterowym którego znajduje się regulowany rezystor 28. Ślizg tego rezystora połączony jest z dodatnim napięciem zasilania, ten sam kolektor tranzystora 34 połączony jest z bazą tranzystora 39, którego kolektor połączony jest z bazą wtórnika

emiterowego 40. Bazy tranzystorów 27 i 38 znajdują się na wspólnym potencjale. Wyjście układu wy C i wy D stanowią emiterzy tranzystorów 30 i 40.

Działanie układu wzmacniacza przedstawione jest poniżej. Wejście układu A połączone jest z bramką tranzystora 1. Prąd płynący przez rezystor 3 stabilizowany jest tranzystorem 4, stanowi on sumę prądów tranzystora 1 i 17, sygnał wejściowy ze źródła tranzystora 1 steruje poprzez rezystor 7 emiter tranzystora 6. Sygnał wyjściowy występuje na rezystorze 8, oraz na rezystorze 13, który stanowi rezystor kolektorowy tranzystora 12, którego emiter sterowany jest poprzez przełączany rezystor 15.

W przypadku równoczesnego sterowania wejścia A i B różnymi sygnałami, różnica tych sygnałów steruje emiterzy tranzystorów 6 i 12, a na wyjściu układu wzmacniacza, to jest na kolektorach tych tranzystorów, występuje wzmocniony sygnał różnicowy. Wielkość wzmocnienia zależna jest od wartości rezystora 15. Dla wyrównania różnicy napięć bramka — źródło pomiędzy tranzystorami 1 i 2 w układzie zastosowano tranzystory 17 i 21, przez które przepływa część prądu płynącego przez rezystory 3 i 9. Zmieniając położenie ślizgu rezystora 19, dokonuje się zmiany stosunku prądów płynących przez tranzystory bocznikujące 17 i 21, uzyskując najmniejsze różnice między napięciami bramka — źródło tranzystorów 1 i 2, co umożliwia zmianę rezystora 15, nie wywołując zmiany potencjałów na wyjściu układu, ale zmieniając jego wzmocnienie. Dla ograniczenia na wyjściu wzmacniacza szumów w układzie działa kondensator 23 załączony pomiędzy kolektorami tranzystorów 6 i 12, umożliwia on ograniczenie charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza od góry.

Do kolektorów tranzystorów 6 i 12 połączone są bazy wtórników emiterowych 24 i 33, do których połączone są bazy tranzystorów wzmacniacza 25 i 34. Wielkość wzmocnienia tego stopnia zależna jest od wartości rezystora 36, którego zmiana powoduje płynną regulację wzmocnienia. Zmiana wartości rezystora 32 wywołuje zmianę potencjału kolektorów tranzystorów 25 i 34, co, poprzez tranzystory wzmacniające 29 i 39, powoduje zmianę potencjału wyjściowego wzmacniacza i umożliwia ustalenie potencjału wyjściowego wzmacniacza na poziomie zera. Dla uzyskania na wyjściu układu przeciwnych co do wartości zmian potencjałów, zastosowano tranzystory 27 i 38, w obwodzie emiterowym których jest rezystor 28. Zmiana położenia ślizgu rezystora 28 powoduje przeciwne co do wartości zmiany prądu tranzystorów 27 i 38, co wywołuje na rezystorach 26 i 37 odpowiednie zmiany napięć, które po wzmocnieniu przez układ

tranzystorów 29 i 39 występują na wyjściu wzmacniacza, umożliwiając przesuwanie obrazu na ekranie lampy oscyloskopowej.

Zastosowanie układu równoległe połączonych z wejściowymi tranzystorami polowymi 1 i 2 tranzystorów 17 oraz 21 pozwala bardzo precyzyjnie kompensować różnice pomiędzy napięciami bramka — źródło wejściowych tranzystorów polowych tak, ażeby nie występowały różnice potencjałów pomiędzy emiterami tranzystorów 6 i 12. Zastosowanie układu precyzyjnej regulacji kompensacji różnicy napięć bramka — źródło wejściowych tranzystorów polowych poza obwodem sygnałowym oraz w sposób niezależny od poziomu sygnału wspólnego na wejściu wzmacniacza, pozwala zbudować wzmacniacz z regulacją wzmocnienia i zerowym potencjałem na wyjściu układu, charakteryzujący się bardzo dobrą stabilnością temperaturową przy zmianach wzmocnienia oraz małymi szumami wyjściowymi, jak również skutecznym tłumieniem sygnału wspólnego w szerokim zakresie częstotliwości.

Zastrzeżenie patentowe

Tranzystorowy wzmacniacz napięcia stałego, zawierający symetryczny układ wzmacniaczy, na wejściu których znajdują się tranzystory polowe typu FET połączone drenami z bazami tranzystorów dwustopniowego wzmacniacza, w którym emiterzy tranzystorów stanowiących trzeci stopień wzmacniający połączone są ze źródłami wejściowych tranzystorów polowych, przy czym pomiędzy emiterami tych tranzystorów załączony jest przełączany rezystor, natomiast kolektory tych tranzystorów połączone są pomiędzy sobą poprzez przełączany kondensator, a równocześnie poprzez wtórnik emiterowy z bazami różnicowego wzmacniacza tranzystorowego, stanowiącego piąty stopień wzmacniający, w którym w obwodzie emiterów znajduje się regulowany płynnie rezystor, natomiast w obwodzie kolektorowym tych tranzystorów załączone są regulowane źródła prądowe, równocześnie kolektory tranzystorów piątego stopnia wzmacniającego połączone są z bazami tranzystorów szóstego stopnia różnicowego wzmacniacza połączonego z wtórnikiem emiterowym, stanowiącymi wyjście wzmacniacza, **znamienny tym**, że równoległe do wejściowych tranzystorów polowych (1, 2) załączone są tranzystory (17, 21), przy czym emiterzy tranzystorów (17, 21) połączone są z drenami tranzystorów (1, 2) poprzez rezystory (16, 20), a kolektory tranzystorów (17, 21) połączone są ze źródłami tranzystorów (1, 2), natomiast bazy tranzystorów (17, 21) połączone są z regulowanym rezystorowym dzielnikiem (18, 19, 22) załączonym do odpowiednich napięć zasilających.

