



Patent dodatkowy
do patentu _____

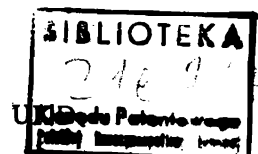
Zgłoszono: 19.II.1970 (P 138 888)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 25.II.1972

Kl. 21 a², 18/02

MKP H 03 f, 3/38



Współtwórcy wynalazku: Paweł Studziński, Michał Karkoszka

Właściciel patentu: Zjednoczone Zakłady Elektronicznej Aparatury Po-
miarowej „Elpo”, Warszawa (Polska)

**Tranzystorowy wzmacniacz prądu stałego o dużej oporności
wejściowej zwłaszcza do cyfrowego woltomierza
kompensacyjnego**

1

Przedmiotem wynalazku jest tranzystorowy wzmacniacz prądu stałego o dużej oporności wejściowej zwłaszcza do cyfrowego woltomierza kompensacyjnego.

W znanych wzmacniaczach prądu stałego dużą oporność wejściową uzyskuje się przez stosowanie układów lampowych, względnie układów z lampami tylko w pierwszym stopniu wzmocnienia oraz układów ze stopniem wejściowym zbudowanym na tranzystorach polowych typu złączowego lub tranzystorach polowych z izolowaną bramką. Układy tego typu, w zastosowaniu do techniki pomiarowej, mają kilka stopni wzmocnienia, przy czym, pierwszy stopień budowany jest w układzie symetrycznym, w którym do jednego wejścia przykłada się wielkość mierzona, a do drugiego wejścia doprowadza się ujemne sprzężenie zwrotne z wyjścia wzmacniacza.

Wzmacniacze na tranzystorach polowych typu złączowego charakteryzują się dużą opornością wejściową i niewielkim współczynnikiem szumów, ale mają znaczny prąd wejściowy, rzędu 100 pA, poważnie ograniczający ich stosowanie w elektronicznych przyrządach pomiarowych.

Wzmacniacze natomiast na tranzystorach polowych z izolowaną bramką zapewniają wprawdzie mały prąd wejściowy, rzędu 0,1 pA, jednak ich duże szumy niskoczęstotliwościowe, rzędu 50 μ V, znaczny dryft zera i mała odporność na przeste-

2

rowanie ograniczają ich przydatność w aparaturze pomiarowej.

Najlepsze wyniki dają wzmacniacze z lampami elektrometrycznymi, ale mają one poważne wady w postaci małej odporności na wstrząsy, zmiany parametrów w czasie i dużych wymiarów.

Celem wynalazku jest zbudowanie układu wzmacniacza nie mającego wymienionych wad, a więc zapewniającego dużą oporność wejściową, mały prąd wejściowy oraz niewielki współczynnik szumów przy jednoczesnej miniaturyzacji elementów.

Cel ten został osiągnięty przez zastosowanie we wzmacniaczu mającym układ zasilania oraz co najmniej dwa stopnie wzmocnienia, z których pierwszy zbudowany na tranzystorach polowych typu złączowego w układzie symetrycznym spełnia rolę stopnia wejściowego, przy czym między wyjście wzmacniacza i stopień wejściowy jest włączony układ ujemnego sprzężenia zwrotnego, tranzystora kompensacyjnego, którego źródło jest połączone z bramką tranzystora wejściowego, a bramka z punktem o potencjale różniącym się od napięcia wejściowego wzmacniacza o optymalną wartość, wynikającą z wielkości tego napięcia.

Zastosowanie wzmacniacza według wynalazku w cyfrowym woltomierzu kompensacyjnym umożliwia pracę w warunkach silnego występowania dużymi sygnałami oddziałującymi na wejście wzmacniacza na początku każdego cyklu pomia-

3

rowego, zapewnia dobrą kompensację prądu wejściowego w szerokim zakresie napięć wejściowych i oporność wejściową ponad 20000 MΩ.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia układ elektryczny wzmacniacza.

Stopień wejściowy wzmacniacza jest zbudowany w układzie symetrycznym na dwóch tranzystorach polowych **T1** i **T2** typu złączowego, z których pierwszy jest tranzystorem wejściowym wzmacniacza. Wspólny węzeł tych tranzystorów jest połączony z kolektorem tranzystora **T4**, którego emiter jest połączony przez opornik **R3**, a baza przez opornik **R4** z zasilającym źródłem — **E1**, przy czym baza jest ponadto połączona przez opornik **R5** z masą przyrządu. Obwody drenów tranzystorów **T1** i **T2** stopnia wejściowego są zasilane napięciem **+E2** przez oporniki **R1** i **R2** z układu zawierającego tranzystor **T5** pracujący w układzie wtórnika emiterowego, drugą diodę Zenera **D2** oraz opornik **R7**, z tym, że anoda diody połączona jest z emiterym, a jej katoda, przez opornik **R7**, z kolektorem tranzystora **T5** pracującego w układzie wtórnika.

Dreny tranzystorów **T1** i **T2** stopnia wejściowego są dołączone do symetrycznego wejścia drugiego stopnia wzmacniacza, który wraz z następnymi stopniami zapewnia odpowiednie napięciowe wzmocnienie **K**. Między wyjściem wzmacniacza i bramką drugiego tranzystora **T2** stopnia wejściowego jest włączony układ ujemnego sprzężenia zwrotnego o współczynniku wzmocnienia β .

Pomiędzy bramką pierwszego tranzystora **T1** stopnia wejściowego i anodą pierwszej diody Zenera **D1**, której katoda jest połączona z emiterym tranzystora **T5** pracującego w układzie wtórnika, a anoda, przez opornik **R6**, z ujemnym biegunem źródła zasilania — **E1**, jest włączony kompensacyjny tranzystor **T3** tego samego typu co tranzystory **T1** i **T2** stopnia wejściowego wzmacniacza. Kompensacyjny tranzystor **T3** jest włączony w ten sposób, że jego źródło jest połączone z bramką pierwszego tranzystora **T1** stopnia wejściowego, bramka do anody pierwszej diody Zenera **D1**, a dren pozostaje niewykorzystany.

Napięcie wejściowe jest przykładane do bramki pierwszego tranzystora **T1** stopnia wejściowego powodując przepływ prądu tej bramki. Całkowity prąd wejściowy wzmacniacza jest określony zależnością

$$I_{we} = I_{G1} - I_{S3}$$

przy czym: I_{G1} oznacza prąd bramki pierwszego tranzystora **T1** stopnia wejściowego, I_{S3} — prąd źródła kompensacyjnego tranzystora **T3**.

Wartość prądu źródła I_{S3} jest zależna od napięcia źródło-bramka kompensacyjnego tranzystora **T3**, które wynika z zależności

$$U_{SG3} = U_{D1} + U_{EB5} - U_{SG1}$$

przy czym: U_{D1} oznacza napięcie przebicia pierwszej diody Zenera **D1**, U_{EB5} — napięcie baza-emiter tranzystora **T5** w układzie wtórnika, U_{SG1} — napięcie źródło-bramka pierwszego tranzystora **T1** stopnia wejściowego.

Przy dobraniu odpowiedniej wartości napięcia przebicia pierwszej diody Zenera **D1** uzyskuje się

4

taką wartość napięcia U_{SG3} źródło-bramka, przy której następuje kompensacja prądów bramek pierwszego tranzystora **T1** stopnia wejściowego i kompensacyjnego tranzystora **T3** i w efekcie znaczne zmniejszenie prądu wejściowego wzmacniacza. Z uwagi na to, że kompensacyjny tranzystor **T3** jest tego samego typu co tranzystory **T1** i **T2** stopnia wejściowego wzmacniacza, zmiany temperatury oddziałują jednakowo na bazy tych tranzystorów i kompensacja prądu wejściowego utrzymuje się w szerokim zakresie temperaturowym.

Wzrost napięcia wejściowego o pewną wartość ΔU_{we} powoduje zmianę napięcia na źródłach tranzystorów **T1** i **T2** stopnia wejściowego o wartość ΔU_s równą, w przybliżeniu, wzrostowi napięcia wejściowego

$$\Delta U_s \approx \Delta U_{we}$$

Napięcie ze źródeł tranzystorów **T1** i **T2** stopnia wejściowego przenosi się na bazę tranzystora **T5** w układzie wtórnika, co powoduje wzrost napięcia na emiterze tego tranzystora o wartość ΔU_E równą w przybliżeniu wzrostowi napięcia wejściowego

$$\Delta U_E \approx \Delta U_{we}$$

Napięcie na katodzie pierwszej diody Zenera **D1** i anodzie drugiej diody Zenera **D2** wzrasta również o wartość równą, w przybliżeniu, wzrostowi napięcia wejściowego ΔU_{we} .

Wzrost napięcia na anodzie diody Zenera **D2** przenosi się na jej katodę i powoduje przyrost napięcia zasilającego obwody drenów tranzystorów **T1** i **T2** stopnia wejściowego, natomiast wzrost napięcia na katodzie diody Zenera **D1** przenosi się na jej anodę i powoduje przyrost napięcia bramka-źródło kompensacyjnego tranzystora **T3**. Dzięki temu kompensacja prądu wejściowego pozostaje zachowana w szerokim zakresie zmian sygnału wejściowego.

Wzmacniacz przeznaczony do wzmacniania niewielkich sygnałów w porównaniu z opisanym przykładem można uprościć zasilając obwody drenów tranzystorów **T1** i **T2** stopnia wejściowego oraz bramkę kompensacyjnego tranzystora **T3** napięciem stałym, co pozwala uniknąć stosowania tranzystora **T5** w układzie wtórnika oraz obu diod Zenera **D1** i **D2**.

Zastrzeżenie patentowe

Tranzystorowy wzmacniacz prądu stałego o dużej oporności wejściowej zwłaszcza do cyfrowego woltomierza kompensacyjnego mający układ zasilania oraz co najmniej dwa stopnie wzmocnienia, z których pierwszy zbudowany na tranzystorach polowych typu złączowego w układzie symetrycznym spełnia rolę stopnia wejściowego, przy czym pomiędzy wyjście wzmacniacza i stopień wejściowy jest włączony układ ujemnego sprzężenia zwrotnego, **znamienny tym**, że zawiera kompensacyjny polowy tranzystor (**T3**), którego źródło jest połączone z bramką wejściowego tranzystora (**T1**), a bramka z punktem o potencjale różniącym się od potencjału wejściowego wzmacniacza o optymalną wartość, wynikającą z wielkości mierzonego napięcia.

