



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11301 (13) U

(51) 7 H03F3/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РІЗНИЦЕВИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ

1

(21) u200506085

(22) 21 06 2005

(24) 15 12 2005

(46) 15 12 2005, Бюл. № 12, 2005 р.

(72) Азаров Олексій Дмитрович, Гарнага Володимир Анатолійович, Захарченко Сергій Михайлович, Решетник Олександр Олександрович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Різницевий підсилювач струму, який містить резистор зворотного зв'язку, шину нульового потенціалу, шини живлення з додатним та від'ємним потенціалами, вхідну та вихідну шини, причому до першого виводу резистора зворотного зв'язку підключено вхідну шину і емітери першого та другого транзисторів, до бази другого транзистора підключено базу і колектор третього транзистора і колектор четвертого транзистора, база четвертого транзистора під'єднана до бази і колектора п'ятого транзистора та першого виводу другого резистора, емітери п'ятого та четвертого транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом, другий вивід другого транзистора підключений до бази і колектора шостого транзистора і колектора сьомого транзистора, колектор якого підключений до бази і колектора восьмого транзистора, емітери шостого і сьомого транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, база і колектор восьмого транзистора під'єднані до бази першого транзистора, емітери третього і восьмого транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, до колектора другого транзистора підключено базу дев'ятого транзистора, що колектором під'єднаний до бази і колектора десятого транзистора і бази тринадцятого транзистора, емітер десятого транзистора підключений до емітера одинадцятого транзистора, база і колектор якого під'єднані до бази чотирнадцятого транзистора і колектора дванадцятого транзистора, база якого підключена до колектора першого транзистора, колектор тринадцятого транзистора підключений

2

до шини живлення з додатним потенціалом, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів підключені до вихідної шини, а колектор чотирнадцятого транзистора підключений до шини живлення з додатним потенціалом, який відрізняється тим, що введені з п'ятнадцятого по двадцять шостий транзистори, причому емітери п'ятнадцятого, шістнадцятого, сімнадцятого транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом, колектор п'ятнадцятого транзистора підключений до колектора другого транзистора, а базою - до бази і колектора сімнадцятого транзистора і колектора двадцятого другого транзистора і першого виводу третього резистора, другим виводом третій резистор підключений до бази і колектора сімнадцятого транзистора і колектора дев'ятого транзистора, вісімнадцятий, дев'ятнадцятий, двадцятий транзистори емітерами підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, колектор вісімнадцятого транзистора підключений до колектора першого транзистора, а базою - до бази і колектора дев'ятнадцятого транзистора і колектора двадцять першого транзистора і першого виводу четвертого резистора, другим виводом четвертий резистор підключений до бази і колектора двадцятого транзистора і колектора дванадцятого транзистора, емітери транзисторів двадцять один і двадцять два з'єднані, бази транзисторів двадцять три і двадцять чотири підключені до бази тринадцятого транзистора, колекторами - до шини живлення з додатним потенціалом, а емітерами до вихідної шини, бази двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів підключені до бази чотирнадцятого транзистора, колекторами до шини живлення з від'ємним потенціалом, а емітерами - до вихідної шини, другий вивід резистора зворотного зв'язку підключений до вихідної шини, корегуючий конденсатор першим виводом підключений до емітерів першого і другого транзисторів, а другим виводом - до вихідної шини.

Корисна модель відноситься до імпульсної техніки і може бути використана в аналогово-

цифрових перетворювачах і цифрових вимірювальних приладах.

(19) UA (11) 11301 (13) U

Відомо підсилювач струму [А. с. №1739476 СРСР, Н03F3/26, 1989], що містить перший і другий транзистори, які мають різну структуру та емітери яких з'єднані і є входом підсилювача струму, третій і четвертий транзистори, що включені за схемою з загальним емітером, колектори яких є виходом підсилювача струму, бази підключені до колекторів відповідно першого і другого транзистора і виходам відповідно першого і другого відбивача струму, входи яких підключені до баз відповідно п'ятого і шостого транзисторів, колектори яких з'єднані відповідним шинам живлення. Сьомий і восьмий транзистори, емітери яких з'єднані з загальною шиною, а бази підключені до баз відповідно першого і другого транзистора, а також токозавдаючий елемент, так що при цьому структура четвертого, п'ятого і сьомого транзисторів відповідають структурі першого транзистора, структура третього, шостого, восьмого транзисторів відповідає структурі другого транзистора, перший та другий відбивач струму кожний виконаний з першим та другим додатковими виходами, резистор зміщення, дев'ятий і десятий транзистори, що мають структуру відповідно першого і другого транзисторів і емітери яких з'єднані з базами відповідно сьомого і восьмого транзисторів і виводами резистора зміщення, при цьому база дев'ятого транзистора підключена до колектора сьомого транзистора та першому і другому додатковим виводам першого відбивача струму, а база десятого транзистора і до першого і до другого додатковим виходам другого відбивача струму, колектори дев'ятого і десятого транзисторів підключені до емітерів відповідно третього і четвертого транзисторів, а токозавдаючий елемент включений між емітерами п'ятого і шостого транзисторів.

Недоліки аналогу - значна нелінійність та низька швидкодія схеми при умові, що вхідний опір має ємнісний характер, наприклад, коли генератор сигналу ЦАП.

За прототип взято вхідний пристрій схеми порівняння струмів [А. с. №1450098, СРСР, Н03К5/24, 1989], який містить три резистора, два діоди, чотирнадцять транзисторів, шину нульового потенціалу, шину живлення з додатним потенціалом, шину живлення з від'ємним потенціалом, вихідну шину, вхідну шину, підключену до перших виводів першого резистора, в подальшому резистор зворотнього зв'язку і двох зустрічно включених діодів, емітеру першого і емітеру другого транзисторів, база першого з'єднана з базою і колектором третього транзистора, емітер якого з'єднаний з шиною нульового потенціалу і з емітером четвертого транзистора, колектор і база якого з'єднані між собою і з базою першого транзистора, колектор якого з'єднаний з базою п'ятого транзистора, колектор якого з'єднаний з базою шостого транзистора і з базами сьомого транзистора, що складається з n паралельно включених транзисторів, емітери яких з'єднані з вихідною шиною, першим виводом другого резистора, другий вивід якого з'єднаний з шиною нульового потенціалу. Другими виводами першого резистора і двох зустрічно включених діодів, емітерами восьмого транзистора, що складається з n паралельно з'єднаних транзисторів, а колектори - з шиною живлення з додатним потенці-

алом, з емітерами дев'ятого і десятого транзисторів, бази яких з'єднані між собою і підключені до колектора десятого транзистора і першого вивода третього транзистора, другий вивід якого з'єднано з базою одинадцятого транзистора, колектором і базою дванадцятого транзистора, емітер якого з'єднаний з шиною живлення з від'ємним потенціалом живлення, з емітером одинадцятого транзистора і колекторами восьмого транзистора, бази яких з'єднані з колектором тринадцятого і базою чотирнадцятого транзисторів, емітер якого з'єднаний з емітером шостого транзистора, а колектор другого транзистора з'єднаний з базою тринадцятого транзистора. Четвертий резистор, який першим виводом з'єднаний з емітерами шостого і чотирнадцятого транзисторів, колектори яких з'єднані з базами своїх транзисторів, другий вивід з'єднаний з шиною нульового потенціалу, з колектором п'ятнадцятого і колектором шістнадцятого транзисторів, база якого з'єднана з колектором третього транзистора, а емітер з колектором одинадцятого транзистора, при цьому база п'ятнадцятого транзистора з'єднана з колектором четвертого транзистора, а емітер - з колектором дев'ятого транзистора, емітер п'ятого транзистора з'єднаний з шиною живлення з додатним потенціалом, а емітер з шиною живлення з від'ємним потенціалом.

Недоліками прототипу є значна нелінійність та низька швидкодія пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення різницевого підсилювача струму, в якому за рахунок введення нових зв'язків та елементів з'являється можливість підвищення лінійності і швидкодії пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в різницевого підсилювача струму, який містить резистор зворотнього зв'язку, шину нульового потенціалу, шину живлення з додатним та від'ємним потенціалом, вхідну та вихідну шини, до першого вивода резистора зворотнього зв'язку підключено вхідну шину і емітери першого та другого транзисторів, до бази другого транзистора підключено базу і колектор третього транзистора і колектор четвертого транзистора, база четвертого транзистора під'єднана до бази і колектора п'ятого транзистора та першого вивода другого резистора, емітери п'ятого та четвертого транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом, другий вивід другого транзистора підключений до бази і колектора шостого транзистора і колектора сьомого транзистора, колектор якого підключений до бази і колектора восьмого транзистора, емітери шостого і сьомого транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, база і колектор восьмого транзистора під'єднана до бази першого транзистора, емітери третього і восьмого транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, до колектора другого транзистора підключено базу дев'ятого транзистора, що колектором під'єднаний до бази і колектора десятого транзистора і бази тринадцятого транзистора, емітер десятого транзистора підключений до емітера одинадцятого транзистора, база і колектор якого під'єднані до бази чотирнадцятого транзистора і колектора дванадцятого транзистора, база якого підключена до колектора першого транзистора,

колектор тринадцятого транзистора підключений до шини живлення з додатнім потенціалом, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів підключені до вихідної шини, а колектор чотирнадцятого транзистора підключений до шини живлення з додатнім потенціалом, транзистори п'ятнадцять, шістнадцять, сімнадцять емітерами підключені до шини живлення з додатнім потенціалом, колектор п'ятнадцятого транзистора підключений до колектора другого транзистора, а базою до бази і колектора сімнадцятого транзистора і колектора двадцять другого транзистора і першого вивода третього резистора, другим виводом третій резистор підключений до бази і колектора сімнадцятого транзистора і колектора дев'ятого транзисторів, вісімнадцятий, дев'ятнадцятий, двадцятий транзистори емітерами підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, колектор вісімнадцятого транзистора підключений до колектора першого транзистора, а базою до бази і колектора дев'ятнадцятого транзистора і колектора двадцять першого транзистора і першого вивода четвертого резистора, другим виводом четвертий резистор підключений до бази і колектора двадцятого транзистора і колектора дванадцятого транзистора, емітери транзисторів двадцять один і двадцять два з'єднані, бази транзисторів двадцять три і двадцять чотири підключені до бази тринадцятого транзистора, колекторами до шини живлення з додатнім потенціалом, а емітерами до вихідної шини, бази транзисторів двадцять п'ять і двадцять шість підключені до бази чотирнадцятого транзистора, колекторами до шини живлення з від'ємним потенціалом, а емітерами до вихідної шини, другий вивід резистора зворотнього зв'язку підключений до вихідної шини, корегуючий конденсатор першим виводом підключений до емітерів першого і другого транзисторів, а другим виводом до вихідної шини.

На кресленні Фіг. представлено різницевий підсилювач струму, який містить резистор 27, шину з нульового потенціалу, шини живлення з додатнім 32 та від'ємним 33 потенціалом, вхідну 35 та вихідну шину 34, до першого вивода резистора 27 зворотнього зв'язку підключено вхідну шину 35 і емітери вхідних 8 і 9 транзисторів, базу вхідного транзистора 9 підключено до бази і колектора 3 транзистора, колектор і база якого підключені до колектора транзистора 2, що базою підключений до бази і колектора транзистора 1, емітери транзисторів 1 і 2 підключені до шини живлення з додатнім потенціалом 32, колектор і база транзистора 1 підключені до першого вивода резистора 28, а другий вивід резистора 28 підключено до колектора і бази 5 транзистора, також база і колектор під'єднані до бази 6 транзистора, емітери 5 і 6 транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом 33, колектор 6 транзистора підключений до бази і колектора 4 транзистора, емітери 3 і 4 транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, база і колектор 4 транзистора підключені до бази 8 транзистора, до колектора 2 транзистора підключено колектор і базу транзисторів 10 і 17, база 10 транзистора підключена до бази і колектора 11 транзистора, також база і колектор 10 підключені до першого вивода резисто-

ра 29 і колектора 25 транзистора, другий вивід резистора 29 підключений до бази і колектора емітера транзисторів 11 і 17, емітери транзисторів 11, 10 і 18 підключені до шини живлення з додатнім потенціалом 32, колектор транзистора 17 під'єднаний до колектора і бази транзистора 16, емітер якого підключений до емітера транзистора 15, що колектором і базою підключені до колектора транзистора 14, база якого підключена до колектора транзистора 8, а емітер до бази і колектора транзистора 13 і другого вивода резистора 30, перший вивід якого підключений до колектора транзистора 26 і бази та колектора транзистора 12, база і колектор якого підключені до бази транзистора 7, що колектором підключений до колектора транзистора 8, емітери транзисторів 13, 12 та 7 підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом 33, емітер транзистора 26 підключений до емітера транзистора 25, а бази підключені відповідно до баз і колекторів транзисторів 15 і 16, також до баз і колекторів транзисторів 15 і 16 відповідно підключені бази транзисторів 19 і 20, колектори транзисторів 19, 22 та 23 підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом 33, а колектори транзисторів 20, 21 та 24 підключені до шини живлення з додатнім потенціалом 32, емітери 19, 20, 21, 22, 23 та 24 транзисторів підключені до вихідної шини 34, до якої також підключений другий вивід резистора 27 зворотнього зв'язку та другий вивід корегуючого конденсатора 36, перший вивід якого підключений до емітерів транзисторів 8 і 9.

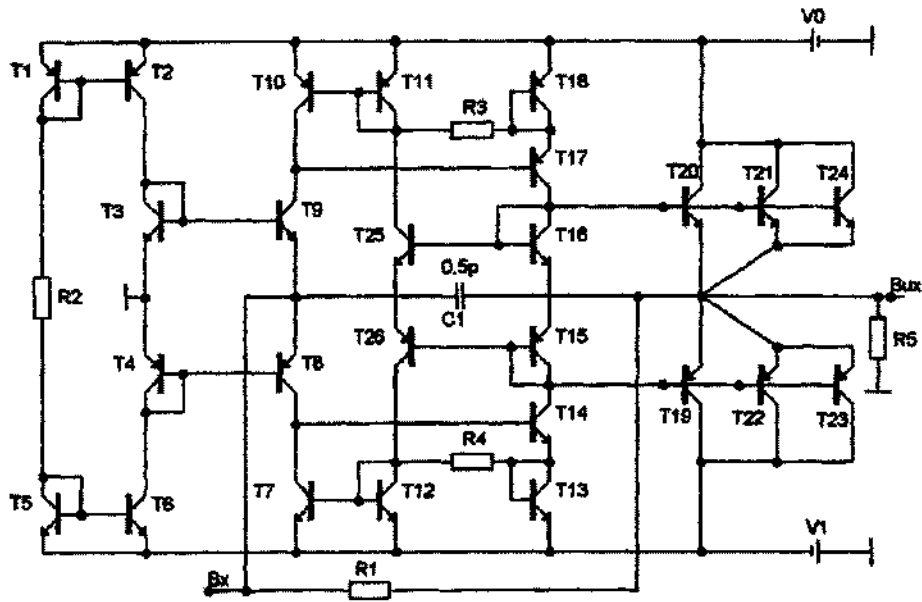
Пристрій працює наступним чином: резистор 27 та транзистори 1, 2, 3, 4, 5, 6 утворюють схему завдання по постійному струму. Транзистори 3 і 4 є давачами вказаного вище струму (в діодному включенні) і задають режим по постійному струму вхідного каскаду схеми на транзисторах 8, 9. Перший підсилювальний каскад побудований за двотактною схемою на транзисторах 14 і 17, в колах емітерів яких включені транзистори давачі струму на бази транзисторів 13 і 18 в діодному вмиканні. В колекторні кола транзистори 17, 14 включені давачі струму 15, 16 у діодному вмиканні. Постійна складова колекторних струмів 17, 14 протікає відповідно через 15, 16. Через 25 і 26 протікає наскрізний струм, що дорівнює струму, який протікає через 15 і 16. Колекторні струми 25 і 26 протікають також через транзистори в діодному вмиканні 10 і 11. Відповідно транзистори 11, 10, 12, 7 відбивачі струму. В свою чергу сукупність транзисторів 15 і 16, 25 і 26, 11 і 12, 10 і 7 є так званою струмовою підвіскою, яка забезпечує незалежність струму робочої точки транзисторів 17 і 14 від змінної складової за умови, що і вхідне ненульове. Транзистори 15, 16 в діодному вмиканні забезпечують також робочу точку вихідного каскаду побудованого на транзисторах 20, 25, 26, 19, 22, 23. Каскади з транзисторів 10, 11, 18 та 7, 12, 13 і резисторів 29, 30 задають коефіцієнт передання. Розглянемо роботу схеми:

1) якщо на вхід схеми втікає струм, то Т8 при відкривається, а 9 при закривається. Відповідно 14 привідкривається, а 17 при закривається. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів 15 і 16 зменшується і прямує до $-E_{ж}$. При цьому вихід пристрою відслідковує потенціал об'єднання емі-

терів транзисторів 15 і 16 і також зменшується і наближається до $-U_{ж}$.

2) якщо з входу схеми витікає струм, то транзистор 8 прикривається, а 9 привідкривається. Відповідно 14 прикривається, а 17 привідкривається. При цьому потенціал точки об'єднання емі-

терів транзисторів 15 і 16 збільшується і прямує до $+E_{ж}$. При цьому вихід схеми відслідковує потенціал об'єднання емітерів транзисторів 15 і 16 і також збільшується і наближається до $+U_{ж}$. Резистор 27 зворотнього зв'язку є масштабним і задає амплітуду напруги вихідного сигналу.



Фиг.