



УКРАЇНА

(19) UA (11) 23898 (13) U
(51) МПК (2006)
H03K 5/22
G05B 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ

1

2

(21) u200701145

(22) 05.02.2007

(24) 11.06.2007

(46) 11.06.2007, Бюл. № 8, 2007 р.

(72) Азаров Олексій Дмитрович, Богомолов Сергій Віталійович, Лукашук Олександр Олександрович, Тарасова Ольга Миколаївна

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, що містить двадцять чотири транзистори, джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, причому виводи першого джерела струму з'єднано з базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів, відповідно, а також з базами сьомого і восьмого транзисторів, відповідно, емітери сьомого і дев'ятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери восьмого і десятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятого і шостого транзисторів, відповідно, а також з базами першого і другого транзисторів, відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери першого і другого транзисторів об'єднано та з'єднано з вхідною шиною, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, колектори першого і другого транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів, відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів, відповідно, колектори двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів, відповідно, емітери одинадцятого і двадцять першого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери чотирнадцятого і двадцять другого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного жи-

влення, бази та колектори одинадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами дванадцятого і тринадцятого транзисторів, відповідно, емітери дванадцятого і тринадцятого транзисторів об'єднано, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано, бази та колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів, відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного і від'ємного живлення, відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною, який **відрізняється** тим, що у нього введено нові зв'язки, причому бази та колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів, відповідно, а також з колекторами першого і другого транзисторів, відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів, відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів, відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і чотирнадцятого транзисторів, відповідно, а також з колекторами дванадцятого і тринадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів, відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів, відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів, відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів, відповідно, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з шиною додатного і від'ємного живлення, відповідно.

UA (19) 23898 (13) U

Корисна модель відноситься до імпульсної техніки і може бути використана в аналогово-цифрових перетворювачах і цифрових вимірювальних приладах.

Відомо різницевий підсилювач струму [Патент України №11301, бюл. №6, 2005р], який містить резистор зворотного зв'язку, шину нульового потенціалу, додатну і від'ємну шини живлення, вхідну та вихідну шини. Перший вивід резистора зворотного зв'язку з'єднано з вхідною шиною та емітерами першого і другого транзисторів, база другого транзистора з'єднана з базою і колектором третього транзистора та колектором четвертого транзистора, база четвертого транзистора з'єднана з базою і колектором п'ятого транзистора та першим виводом другого резистора, емітери п'ятого і четвертого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, другий вивід другого транзистора з'єднано з базою і колектором шостого транзистора та колектором сьомого транзистора, колектор сьомого транзистора з'єднано з базою і колектором восьмого транзистора, емітери шостого і сьомого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, база першого транзистора з'єднана з базою і колектором восьмого транзистора, емітери третього і восьмого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектор другого транзистора з'єднано з базою дев'ятого транзистора, колектор дев'ятого транзистора з'єднано з базою і колектором десятого транзистора та базою тринадцятого транзистора, емітер десятого транзистора з'єднано з емітером одинадцятого транзистора, база і колектор одинадцятого транзистора з'єднано з базою чотирнадцятого транзистора і колектором дванадцятого транзистора, база дванадцятого транзистора з'єднана з колектором першого транзистора, колектор тринадцятого транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з вихідною шиною, колектор чотирнадцятого транзистора та емітери п'ятнадцятого, шістнадцятого, сімнадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, колектор п'ятнадцятого транзистора з'єднано з колектором другого транзистора, база п'ятнадцятого транзистора з'єднана з базою і колектором сімнадцятого транзистора та колектором двадцять другого транзистора та з першим виводом третього резистора, другий вивід третього резистора з'єднано з базою і колектором сімнадцятого транзистора та колектором дев'ятого транзистора, емітери вісімнадцятого, дев'ятнадцятого, двадцять другого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектор вісімнадцятого транзистора з'єднано з колектором першого транзистора, база вісімнадцятого транзистора з'єднано з базою і колектором дев'ятнадцятого транзистора, колектором двадцять першого транзистора та першим виводом четвертого резистора, другий вивід четвертого резистора, з'єднаний з базою і колектором двадцять другого транзистора та колектором дванадцятого транзистора, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані між собою, база тринадцятого транзистора з'єднана з базами

двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів, колектори двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з вихідною шиною, бази двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з базою чотирнадцятого транзистора, колектори двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з вихідною шиною, другий вивід транзистора зворотного зв'язку з'єднано з вихідною шиною, перший вивід корегуючого конденсатора з'єднано з емітерами першого і другого транзисторів, другий вивід корегуючого конденсатора з'єднано з вихідною шиною.

До недоліків слід віднести низьку точність завдання коефіцієнта передачі схеми, яка визначається низьким значенням коефіцієнта підсилення по струму при розірваній петлі зворотного зв'язку.

За найближчий аналог обрано двотактний симетричний підсилювач струму [Патент України №18599, H03K5/00, G05B1/00, бюл. №11, 2006р], який містить коригуючий конденсатор, резистор зворотного зв'язку, джерело струму, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, вхідну і вихідну шини, двадцять вісім транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого та другого транзисторів та першими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, базу першого транзистора з'єднано з базою та колектором п'ятого транзистора, а також з колектором сьомого транзистора, який в свою чергу підключений базою до бази та колектора дев'ятого транзистора, сьомий та дев'ятий транзистори підключені емітерами до шини додатного живлення, колектор та база десятого та база восьмого транзисторів об'єднані, емітери десятого та восьмого транзисторів з'єднані з шиною від'ємного живлення, колектор восьмого транзистора з'єднано з колектором і базою шостого транзистора та базою другого транзистора, емітери п'ятого та шостого транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, колектор першого транзистора з'єднано з базою п'ятнадцятого транзистора, а також з колектором третього транзистора, колектор другого транзистора з'єднано з базою шістнадцятого та колектором четвертого транзисторів, базу третього транзистора з'єднано з колектором і базою одинадцятого транзистора, а також з колектором дванадцятого транзистора, базу четвертого транзистора з'єднано з колектором та базою чотирнадцятого транзистора, а також з колектором тринадцятого транзистора, емітери дванадцятого та тринадцятого транзисторів об'єднано, емітери сімнадцятого та вісімнадцятого транзисторів об'єднано емітери дев'ятнадцятого та двадцять другого транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною, а також з другими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, емітери четвертого, чотирнадцятого та колектор двадцять другого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення,

емітери третього, одинадцятого та колектор дев'янадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, колектор двадцять першого транзистора з'єднано з базою двадцять третього транзистора, базу двадцять першого транзистора з'єднано з базою та колектором двадцять п'ятого транзистора та емітером двадцять третього транзистора, колектор двадцять третього транзистора з'єднано з базою та колектором сімнадцятого транзистора, а також з базою дев'янадцятого транзистора, колектор двадцять другого транзистора з'єднано з базою двадцять четвертого транзистора, базу двадцять другого транзистора з'єднано з базою та колектором двадцять шостого транзистора та емітером двадцять четвертого транзистора, колектор двадцять четвертого транзистора з'єднано з базою та колектором вісімнадцятого транзистора, а також з базою двадцятого транзистора, базу та колектор двадцять сьомого транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого транзистора, а також з базою дванадцятого транзистора, базу та колектор двадцять восьмого транзистора з'єднано з колектором шістнадцятого транзистора, а також з базою тринадцятого транзистора, емітери двадцять сьомого та двадцять восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, джерело струму першим виводом з'єднано з базою та колектором дев'ятого транзистора, а також з базою сьомого транзистора, другий вивід джерела струму з'єднано з базою та колектором десятого транзистора, а також з базою восьмого транзистора.

Недоліком найближчого аналога є низька точність роботи схеми за умови змінення напруги живлення, а також збільшена кількість обладнання.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення двотактного симетричного підсилювача струму, в якому за рахунок введення нових зв'язків між елементами підвищується точність роботи схеми за умови змінення напруги живлення, а також зменшення кількості обладнання, це розширює галузь використання корисної моделі у різноманітних пристроях імпульсної та обчислювальної техніки, автоматики тощо.

Поставлена задача досягається тим, що у двотактний симетричний підсилювач струму, який містить двадцять чотири транзистори, джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, причому виводи першого джерела струму з'єднано з базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів, відповідно, а також з базами сьомого і восьмого транзисторів, відповідно, емітери сьомого і дев'ятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери восьмого і десятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятого і шостого транзисторів, відповідно, а також з базами першого і другого транзисторів, відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери першого і другого транзисторів об'єднано

та з'єднано з вхідною шиною, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, колектори першого і другого транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів, відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів, відповідно, колектори двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів, відповідно, емітери одинадцятого і двадцять першого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери чотирнадцятого і двадцять другого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази та колектори одинадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами дванадцятого і тринадцятого транзисторів, відповідно, емітери дванадцятого і тринадцятого транзисторів об'єднано, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано, бази та колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з базами дев'янадцятого і двадцятого транзисторів, відповідно, колектори дев'янадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення, відповідно, емітери дев'янадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною, введено нові зв'язки, причому бази та колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів, відповідно, а також з колекторами першого і другого транзисторів, відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів, відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів, відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і чотирнадцятого транзисторів, відповідно, а також з колекторами дванадцятого і тринадцятого транзисторів, відповідно, бази дванадцятого і тринадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів, відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів, відповідно, а також з базами дев'янадцятого і двадцятого транзисторів, відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення, відповідно.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 29, яку з'єднано з емітерами першого 9 і другого 10 транзисторів, відповідно, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку 19 та коригуючого конденсатора 20, бази першого 9 і другого 10 транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятого 5 і шостого 7 транзисторів, відповідно, а також з колекторами сьомого 4 і восьмого 8 транзисторів, відповідно, емітери п'ятого 5 і шостого 7 транзи-

сторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 6, бази сьомого 4 і восьмого 8 транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятого 1 і десятого 3 транзисторів, відповідно, а також з виводами джерела струму 2, емітери сьомого 4 і дев'ятого 1 транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 30, емітери восьмого 8 і десятого 3 транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 32, колектори першого 9 і другого 10 транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього 16 і четвертого 17 транзисторів, відповідно, а також з базами п'ятнадцятого 22 і шістнадцятого 25 транзисторів, відповідно, емітери третього 16 і четвертого 17 транзисторів з'єднано з базами двадцять третього 21 і двадцять четвертого 26 транзисторів, відповідно, а також з колекторами двадцять першого 15 і двадцять другого 18 транзисторів, відповідно, колектори двадцять третього 21 і двадцять четвертого 26 транзисторів з'єднано з емітерами п'ятнадцятого 22 і шістнадцятого 25 транзисторів, відповідно, бази двадцять першого 15 і двадцять другого 18 транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого 11 і чотирнадцятого 14 транзисторів, відповідно, а також з колекторами дванадцятого 12 і тринадцятого 13 транзисторів, відповідно, емітери одинадцятого 11, двадцять першого 15 двадцять третього 21, дев'ятнадцятого 27 транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 30, емітери чотирнадцятого 14, двадцять другого 18, двадцять четвертого 26, двадцятого 28 транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 32, емітери дванадцятого 12 і тринадцятого 13 транзисторів об'єднано, бази дванадцятого 12 і тринадцятого 13 транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого 23 і вісімнадцятого 24 транзисторів, відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого 22 і шістнадцятого 25 транзисторів, відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого 27 і двадцятого 28 транзисторів, відповідно, емітери сімнадцятого 23 і вісімнадцятого 24 транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого 27 і двадцятого 28 транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку 19 та коригуючого конденсатора 20, а також з вихідною шиною 31.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 29. Якщо вхідний струм втікає у схему, то другий 10 транзистор привідкривається, а перший 9 транзистор прикривається. Відповідно

шістнадцятий 25 та двадцять четвертий 26 транзистори привідкриваються, а п'ятнадцятий 22 та двадцять третій 21 транзистори прикриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 23 і вісімнадцятого 24 транзисторів зменшується і прямує до $-E_{ж}$. При цьому вихід пристрою відслідковує потенціал об'єднання емітерів сімнадцятого 23 і вісімнадцятого 24 транзисторів і також зменшується та наближається до $-E_{ж}$.

Якщо вхідний струм витікає зі схеми, то другий 10 транзистор прикривається, а перший 9 транзистор привідкривається. Відповідно шістнадцятий 25 та двадцять четвертий 26 транзистори прикриваються, а п'ятнадцятий 22 та двадцять третій 21 транзистори привідкриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 23 і вісімнадцятого 24 транзисторів збільшується і прямує до $E_{ж}$. При цьому вихід пристрою відслідковує потенціал об'єднання емітерів сімнадцятого 23 і вісімнадцятого 24 транзисторів і також збільшується та наближається до $E_{ж}$.

Одинадцятий 11 та двадцять перший 15 транзистори, а також чотирнадцять 14 та двадцять другий 18 транзистори являють собою відбивачі струму, які завдають струм зміщення для так званої «струмової підвіски», яка складається з дванадцятого 12 і тринадцятого 13 транзисторів.

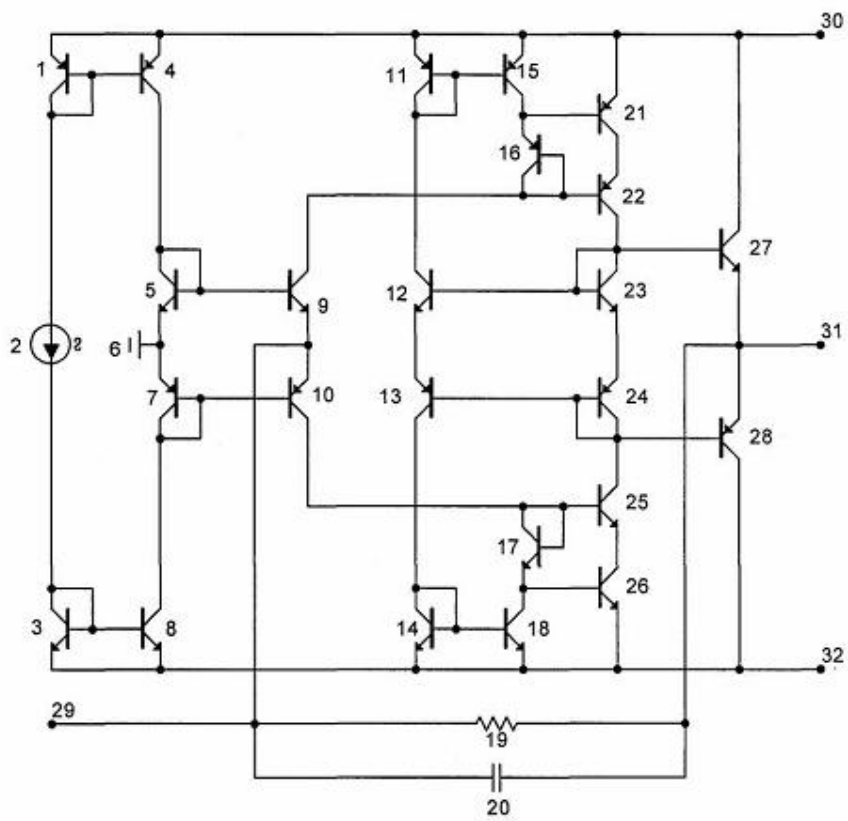
Третій 16 і четвертий 17 транзистори у діодному вмиканні забезпечують розподіл колекторних струмів першого 9 і другого 10 транзисторів між базами двадцять третього 21 та п'ятнадцятого 22, а також двадцять четвертого 26 та шістнадцятого 25 транзисторів відповідно.

Джерело струму 2 та дев'ятий 1, сьомий 4, п'ятий 5, а також десятий 3, восьмий 8, шостий 6 транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму.

Коригуючий конденсатор 20 коригує АЧХ і запобігає генерації. Резистор зворотного зв'язку 19 задає коефіцієнт підсилення.

Перший 9 та другий 10 транзистори утворюють двотактний симетричний вхідний каскад. Сімнадцятий 23, вісімнадцятий 24, дев'ятнадцятий 27 та двадцятий 28 транзистори утворюють двотактний симетричний вихідний каскад.

Шини додатного 30 і від'ємного 32 живлення забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.



Фіг.