



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42150 (13) U
(51) МПК (2009)
H03F 3/26

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

(21) u200900504

(22) 23.01.2009

(24) 25.06.2009

(46) 25.06.2009, Бюл.№ 12, 2009 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, ХОДЖАНІЯЗОВ ІГОР КУРБАНБАЙОВИЧ, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ, МЕЛЬНИК СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить перше та друге джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини додатного і від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, шість транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також із першими выводами першого і другого джерел струму відповідно, другі виводи першого і другого джерел струму з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери першого і другого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, вихідну шину з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку, який **відрізняється** тим, що у нього введено сьомий, восьмий, дев'ятий, десятий, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий, чотирнадцятий, п'ятнадцятий, шістнадцятий, сімнадцятий, вісімнадцятий, дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий, двадцять третій, двадцять четвертий, двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий, двадцять дев'ятий, тридцятий, тридцять перший, тридцять другий транзистори, корегуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом корегуючого конденсатора, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з емітерами третього і четвертого транзисторів, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятого, шостого сімнадцятого, вісімнадцятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисто-

2

рів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно та з першими выводами першого і другого джерел струму відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також із колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого, двадцятого, п'ятого, шостого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з базами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, а також з емітерами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, емітери сьомого, дев'ятого, тринадцятого, двадцять першого, двадцять третього, двадцять п'ятого транзисторів, а також колектор тридцять першого транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, емітери восьмого, десятого, чотирнадцятого, двадцять другого, двадцять четвертого, двадцять шостого транзисторів, а також колектор тридцять другого транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, а також з базами тридцять першого і тридцять другого

(19) UA (11) 42150 (13) U

транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів об'єднано, емітери тридцять першого і тридцять другого транзисторів

об'єднано і з'єднано з вихідною шиною, а також з другими виводами корегуючого конденсатора та резистора зворотного зв'язку.

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

Відомо підсилювач постійного струму (А.с. №1548841, Н03F3/26, 1989 р.), який містить перший і другий транзистори, які мають різну структуру. Емітери першого і другого транзисторів з'єднано, а точка з'єднання є входом підсилювача постійного струму. Третій і четвертий транзистори мають структуру відповідно другого і першого транзисторів, їх колектори є виходами підсилювача постійного струму, а бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з колекторами першого і другого транзисторів відповідно. Бази першого і другого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу через перший і другий транзистори відповідно у діодному включенні та перше і друге джерела струмів, які включено між шинами додатного та від'ємного живлення та базами першого і другого транзисторів відповідно. Перший та другий транзистори у діодному включенні мають структуру відповідно до першого і другого транзисторів відповідно. Перший та другий струмосадаючі елементи виконано відповідно на першому і другому відбивачах струму та п'ятому і шостому транзисторах, які мають структуру відповідно до третього і четвертого транзисторів. Бази п'ятого і шостого транзисторів є виходами відповідно першого і другого струмосадаючого елементів, їх колектори з'єднано з шиною нульового потенціалу, а емітери - з виходами відповідно першого і другого відбивачів струму. Входи відбивачів струму з'єднано через двополюсний струмосадаючий елемент. Колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано через коло зміщення. Коло зміщення виконано на третьому і четвертому транзисторах в діодному включенні. Виводи кола зміщення підключено до баз сьомого і восьмого транзисторів, які ввімкнено по схемі із загальним колектором. Емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднано, вони є виходом підсилювача. Недоліком пристрою є низький коефіцієнт підсилення та висока не лінійність.

За найбільший аналог обрано підсилювач постійного струму (Push-pull amplifier with current mirrors for determining the quiescent operating point, United States Patent 3,852,678, Dec.3, 1974), який містить перше і друге джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини додатного і від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, шість транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з

базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого і другого джерел струму, емітери першого і другого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, другі виводи першого і другого джерел струму та емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, колектори п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з вихідною шиною та другим виводом резистора зворотного зв'язку.

Недоліком прототипу є низький коефіцієнт підсилення, що обмежує галузь використання пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення двотактного симетричного підсилювача струму, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними збільшується коефіцієнт підсилення, що 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 перше та друге джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини додатного і від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, шість транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також із першими виводами першого і другого джерел струму відповідно, другі виводи першого і другого джерел струму з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери першого і другого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, вихідну шину з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку, введено сьомий, восьмий, дев'ятий, десятий, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий, чотирнадцятий, п'ятнадцятий, шістнадцятий, сімнадцятий, вісімнадцятий, дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий, двадцять третій, двадцять четвертий, двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий, двадцять дев'ятий, тридцятий, тридцять перший, тридцять другий транзистори, коригуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом корегуючого конденсатора, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з емітерами третього і четвертого транзисторів, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з колекторами сьомого і восьмого

транзисторів відповідно, а також з базами п'ятого, шостого сімнадцятого, вісімнадцятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно та з першими виводами першого і другого джерел струму відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також із колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого, двадцятого, п'ятого, шостого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з базами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, а також з емітерами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, емітери сьомого, дев'ятого, тринадцятого, двадцять першого, двадцять третього, двадцять п'ятого транзисторів, а також колектор тридцять першого транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, емітери восьмого, десятого, чотирнадцятого, двадцять другого, двадцять четвертого, двадцять шостого транзисторів, а також колектор тридцять другого транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, а також з базами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів об'єднано, емітери тридцять першого і тридцять другого транзисторів об'єднано і з'єднано з вихідною шиною, а також з другими виводами корегуючого конденсатора та резистора зворотного зв'язку.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 6, яку з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку 23, а також з емітерами третього 8 і четвертого 9

транзисторів, а також з першим виводом корегуючого конденсатора 24, колектори третього 8 і четвертого 9 транзисторів з'єднано з базами п'ятого 26 і шостого 27 транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого 7 і восьмого 10 транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого 19 і вісімнадцятого 22 транзисторів відповідно, бази третього 8 і четвертого 9 транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 2 і другого 4 транзисторів відповідно, а також із першими виводами першого 1 і другого 5 джерел струму відповідно, а також з базами одинадцятого 12 і дванадцятого 13 транзисторів відповідно, другі виводи першого 1 і другого 5 джерел струму з'єднано з шиною додатного 39 і від'ємного 41 живлення відповідно, емітери першого 2 і другого 4 транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу 3, колектори одинадцятого 12 і дванадцятого 13 транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого 20 і двадцятого 21 транзисторів відповідно, а також із колекторами дев'ятого 11 і десятого 14 транзисторів відповідно, емітери одинадцятого 12 і дванадцятого 13 транзисторів об'єднано, бази сьомого 7 і восьмого 10 транзисторів з'єднано з базами дев'ятого 11 і десятого 14 транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами тринадцятого 15 і чотирнадцятого 18 транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого 16 і шістнадцятого 17 транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого 20, двадцятого 21, п'ятого 26, шостого 27 транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу 3, емітери сімнадцятого 19 і вісімнадцятого 22 транзисторів з'єднано з емітерами дев'ятнадцятого 20 і двадцятого 21 транзисторів відповідно, колектори сімнадцятого 19 і вісімнадцятого 22 транзисторів з'єднано з базами двадцять першого 25 і двадцять другого 28 транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами двадцять третього 29 і двадцять четвертого 30 транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами двадцять п'ятого 31 і двадцять шостого 36 транзисторів відповідно, а також з емітерами двадцять сьомого 32 і двадцять восьмого 35 транзисторів відповідно, емітери сьомого 7, дев'ятого 11, тринадцятого 15, двадцять першого 25, двадцять третього 29, двадцять п'ятого 31 транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 39, емітери восьмого 10, десятого 14, чотирнадцятого 18, двадцять другого 28, двадцять четвертого 30, двадцять шостого 36 транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 41, емітери п'ятого 26 і шостого 27 транзисторів з'єднано з базами двадцять сьомого 32 і двадцять восьмого 35 транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять першого 25 і двадцять другого 28 транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого 16 і шістнадцятого 17 транзисторів об'єднано, бази п'ятнадцятого 16 і шістнадцятого 17 транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять дев'ятого 33 і тридцятого 34 транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять сьомого 32 і двадцять восьмого 35 транзисторів відповідно, а також з базами тридцять першого 37 і тридцять другого 38 транзисторів відповідно, ко-

лектори тридцять першого 37 і тридцять другого 38 транзисторів з'єднано з шинами додатного 39 і від'ємного 41 живлення відповідно, емітери тридцять першого 37 і тридцять другого 38 транзисторів об'єднано і з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку 23 та корегуючого конденсатора 24, а також з вихідною шиною 40.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 6. Якщо вхідний струм втікає у схему, то четвертий 9 і дванадцятий 13 транзистори привідкриваються, а третій 8 і одинадцятий 12 транзистори призакриваються, відповідно збільшуються колекторні струми четвертого 9 і дванадцятого 13 транзисторів і зменшуються колекторні струми третього 8 і одинадцятого 12 транзисторів. Відповідно збільшуються базові струми двадцятого 21, вісімнадцятого 22 і шостого 27 транзисторів і зменшуються базові струми сімнадцятого 19, дев'ятнадцятого 20 і п'ятого 26 транзисторів. При цьому двадцятий 21 і шостий 27 транзистори привідкриваються, а дев'ятнадцятий 20 і п'ятий 26 транзистори призакриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 33 і тридцять четвертого 34 транзисторів зменшується і прямує до $-E_{ж}$. При цьому вихідна шина 40 пристрою відслідковує потенціал об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 33 і тридцять четвертого 34 транзисторів і також зменшується та наближається до $-E_{ж}$.

Якщо вхідний струм витікає зі схеми, то четвертий 9 і дванадцятий 13 транзистори призакриваються, а третій 8 і одинадцятий 12 транзистори привідкриваються, відповідно зменшуються колекторні струми четвертого 9 і дванадцятого 13 транзисторів і збільшуються колекторні струми третього 8 і одинадцятого 12 транзисторів. Відповідно зменшуються базові струми двадцятого 21, вісімнадцятого 22 і шостого 27 транзисторів і збільшуються базові струми сімнадцятого 19, дев'ятнадцятого 20 і п'ятого 26 транзисторів. При цьому двадцятий 21 і шостий 27 транзистори призакриваються, а дев'ятнадцятий 20 і п'ятий 26 транзистори привідкриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 33 і тридцять четвертого 34 транзисторів збільшується і прямує до $+E_{ж}$. При цьому вихідна

шина 40 пристрою відслідковує потенціал об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 33 і тридцять четвертого 34 транзисторів і також збільшується та наближається до $+E_{ж}$.

Перше 1 та друге 5 джерела струму, а також перший 2, другий 4, третій 8, четвертий 9, одинадцятий 12, дванадцятий 13 транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму каскадів схеми.

Сімнадцятий 19, двадцять сьомий 32, двадцять перший 21, вісімнадцятий 22, двадцять восьмий 35 транзистори утворюють проміжні підсилювальні каскади, які побудовано на транзисторах різної провідності, що забезпечує підвищення точності та коефіцієнту підсилення схеми.

Двадцять перший 25, двадцять третій 29, двадцять п'ятий 31, двадцять сьомий 32 та двадцять другий 28, двадцять четвертий 30, двадцять восьмий 35, двадцять шостий 36 транзистори відповідно утворюють відбивачі струму, які у поєднанні з п'ятим 26, шостим 27, дев'ятнадцятим 20, двадцятим 21 транзисторами відповідно задають режим по постійному струму для проміжних підсилювальних каскадів, які побудовано на сімнадцятому 19, вісімнадцятому 22, двадцять сьомому 32, двадцять восьмому 35 транзисторах відповідно.

Двадцять дев'ятий 33, тридцять четвертий 34 транзистори у поєднанні з тридцять першим 37, тридцять другим 38 транзисторами утворюють двотактний симетричний вихідний каскад.

Двадцять дев'ятий 33, тридцять четвертий 34, п'ятнадцятий 16, шістнадцятий 17 транзистори утворюють двонаправлений відбивач струму, який у поєднанні з відбивачами струму, що побудовані на сьомому 7, дев'ятому 11, тринадцятому 15 та восьмому 10, десятому 14, чотирнадцятому 18 транзисторах відповідно, задають робочу точку третього 8, четвертого 9, одинадцятого 12, дванадцятого 13 транзисторів відповідно, які у свою чергу задають робочу точку проміжних підсилювальних каскадів.

Коригуючий конденсатор 24 корегує АЧХ і запобігає генерації. Резистор зворотного зв'язку 23 задає коефіцієнт підсилення.

Шини додатного 39 і від'ємного 41 живлення, а також шина нульового потенціалу 3 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

