



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53416 (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

2

(21) u201002880

(22) 15.03.2010

(24) 11.10.2010

(46) 11.10.2010, Бюл.№ 19, 2010 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 джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, двадцять чотири транзистори, причому вхідну шину з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першим і другим виводами джерела струму відповідно, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано, емітери першого, третього, дев'ятого, тринадцятого, сімнадцятого транзисторів, а також колек-

тор двадцять третього транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого, четвертого, десятого, чотирнадцятого, вісімнадцятого транзисторів, а також колектор двадцять четвертого транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів об'єднано і з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною, який **відрізняється** тим, що введено двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий транзистори, причому колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів, а також з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, колектори двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, емітери першого, третього, тринадцятого, дев'ятого, сімнадцятого, двадцять п'ятого транзисторів, а також колектор двадцять третього транзистора з'єднано шиною додатного живлення, емітери другого, четвертого, чотирнадцятого, десятого, вісімнадцятого, двадцять шостого транзисторів, а також колектор двадцять четвертого транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення.

UA (19) 53416 (11) (13) U

Корисна модель відноситься до імпульсної техніки і може бути використана в аналогово-цифрових перетворювачах і цифрових вимірних 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'єднані, 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'єднані з колекторами першого і другого транзисторів відповідно. Бази першого і другого транзисторів з'єднані 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'єднані з шиною нульового потенціалу, а емітери - з виходами відповідно першого і другого відбивачів струму. Входи відбивачів струму з'єднані через двополюсний струмосадаючий елемент. Колектори третього і четвертого транзисторів з'єднані 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'єднані, вони є виходом підсилювача. Недоліком пристрою є низький коефіцієнт підсилення та висока нелінійність.

За прототип обрано двотактний симетричний підсилювач струму (Патент України №23898, Бюл. №8, 2007 р.), який містить джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, двадцять чотири транзистори, причому вхідну шину з'єднані з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднані з базами та колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднані з базами та колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів об'єднані і з'єднані з шиною нульового

потенціалу, бази третього і четвертого транзисторів з'єднані з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першим і другим виводами джерела струму, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднані з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднані з базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднані, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднані з емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднані з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднані, емітери першого, третього, дев'ятого, тринадцятого, сімнадцятого транзисторів, а також колектор двадцять третього транзистора з'єднані з шиною додатного живлення, емітери другого, четвертого, десятого, чотирнадцятого, вісімнадцятого транзисторів, а також колектор двадцять четвертого транзистора з'єднані з шиною від'ємного живлення, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів об'єднані і з'єднані з другими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

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, 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 джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, двадцять чотири транзистори, причому вхідну шину з'єднані з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднані з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднані з базами та колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів об'єднані і з'єднані з шиною нульового

потенціалу, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першим і другим виводами джерела струму відповідно, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано, емітери першого, третього, дев'ятого, тринадцятого, сімнадцятого транзисторів, а також колектор двадцять третього транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого, четвертого, десятого, чотирнадцятого, вісімнадцятого транзисторів, а також колектор двадцять четвертого транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів об'єднано і з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною, введено двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий транзистори, причому колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів, а також з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано, і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, колектори двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, емітери першого, третього, тринадцятого, дев'ятого, сімнадцятого, двадцять п'ятого транзисторів, а також колектор двадцять третього транзистора з'єднано шиною додатного живлення, емітери другого, четвертого, чотирнадцятого, десятого, вісімнадцятого, двадцять шостого транзисторів, а

також колектор двадцять четвертого транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шиною 4, яку з'єднано з емітерами сьомого 11 і восьмого 12 транзисторів відповідно, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку 24 і коригуючого конденсатора 25, колектори тринадцятого 10 і чотирнадцятого 13 транзисторів з'єднано з колекторами сьомого 11 і восьмого 12 транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого 19 і двадцятого 22 транзисторів відповідно, бази сьомого 11 і восьмого 12 транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятого 6 і шостого 8 транзисторів відповідно, а також з колекторами третього 5 і четвертого 9 транзисторів відповідно, емітери п'ятого 6 і шостого 8 транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу 7, бази третього 5 і четвертого 9 транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 1 і другого 3 транзисторів відповідно, а також з першим і другим виводами джерела струму відповідно 2, бази тринадцятого 10 і чотирнадцятого 13 транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятого 14 і десятого 17 транзисторів відповідно, а також з колекторами одинадцятого 15 і дванадцятого 16 транзисторів відповідно, емітери одинадцятого 15 і дванадцятого 16 транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого 19 і двадцятого 22 транзисторів з'єднано з базами двадцять сьомого 27 і двадцять восьмого 30 транзисторів відповідно, а також з колекторами сімнадцятого 18 і вісімнадцятого 23 транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого 19 і двадцятого 22 транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого 20 і двадцять другого 21 транзисторів, а також з базами одинадцятого 15 і дванадцятого 16 транзисторів відповідно, емітери двадцять першого 20 і двадцять другого 21 транзисторів об'єднано, і з'єднано з шиною нульового потенціалу 7, емітери двадцять сьомого 27 і двадцять восьмого 30 транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять п'ятого 26 і двадцять шостого 31 транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого 18 і вісімнадцятого 23 транзисторів відповідно, колектори двадцять сьомого 27 і двадцять восьмого 30 транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятнадцятого 28 і шістнадцятого 29 транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього 32 і двадцять четвертого 33 транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого 28 і шістнадцятого 29 транзисторів об'єднано, емітери першого 1, третього 5, тринадцятого 10, дев'ятого 14, сімнадцятого 18, двадцять п'ятого 26 транзисторів, а також колектор двадцять третього 32 транзистора з'єднано шиною додатного живлення 34, емітери другого 3, четвертого 9, чотирнадцятого 13, десятого 17, вісімнадцятого 23, двадцять шостого 31 транзисторів, а також колектор двадцять четвертого 33 транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення 36, емітери двадцять третього 32 і двадцять четвертого 33 транзисторів об'єднано і з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку 24 і коригуючого конденсатора 25, а також з вихідною шиною 35.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 4. Якщо вхідний струм втікає у схему, то восьмий 12 транзистор привідкривається, а сьомий 11 транзистор призакривається, при цьому колекторний струм восьмого 12 транзистора збільшується, а сьомого 11 зменшується, це призводить до збільшення базового струму двадцятого 22 транзистора і зменшення базового струму дев'ятнадцятого 19 транзистора. Внаслідок цього базовий струм двадцять восьмого 30 збільшується, двадцять сьомого 27 зменшується, при цьому двадцять восьмий 30 транзистор привідкривається, а двадцять сьомий 27 транзистор призакривається. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять п'ятнадцятого 28 і шістнадцятого 29 транзисторів зменшується і прямує до $-E_{ж}$. При цьому потенціал вихідної шини 35 пристрою відслідковує потенціал об'єднання емітерів двадцять п'ятнадцятого 28 і шістнадцятого 29 транзисторів і також зменшується та наближається до $-E_{ж}$.

Якщо вхідний струм витікає зі схеми, восьмий 12 транзистор призакривається, а сьомий 11 транзистор привідкривається, при цьому колекторний струм восьмого 12 транзистора зменшується, а сьомого 11 збільшується, це призводить до зменшення базового струму двадцятого 22 транзистора і збільшення базового струму дев'ятнадцятого 19 транзистора. Внаслідок цього базовий струм двадцять восьмого 30 зменшується, двадцять сьомого 27 збільшується, при цьому двадцять восьмий 30 транзистор призакривається, а двадцять сьомий 27 транзистор привідкривається. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять п'ятнадцятого 28 і шістнадцятого 29 транзисторів збільшується і прямує до $+E_{ж}$. При цьому потенціал вихідної шини 35 пристрою відслідковує потенціал

об'єднання емітерів двадцять п'ятнадцятого 28 і шістнадцятого 29 транзисторів і також збільшується та наближається до $+E_{ж}$.

Джерело струму 2 та перший 1, другий 3, третій 5, четвертий 9, п'ятий 6, шостий 8, сьомий 11, восьмий 12 транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму проміжних підсилювальних каскадів схеми.

Тринадцятий 10, дев'ятий 14, і чотирнадцятий 13, десятий 17 транзистори утворюють компенсатори струму, які в поєднанні з двонаправленим відбивачем струму, що побудовано на одинадцятому 15, дванадцятому 16, двадцять першому 20, двадцять другому 21 транзисторах відповідно, забезпечують вирівнювання коефіцієнтів передачі підсилювальних каскадів, які побудовано на дев'ятнадцятому 19 і двадцятому 22 транзисторах відповідно, та підвищення коефіцієнту передачі.

На сімнадцятому 18, двадцять п'ятому 26, двадцять сьомому 27, вісімнадцятому 23, двадцять шостому 31, двадцять восьмому 30 транзисторах відповідно побудовано відбивачі Уілсона, що забезпечують розв'язку проміжних підсилювальних каскадів, які побудовано на дев'ятнадцятому 19, двадцять сьомому 27 і двадцятому 22, двадцять восьмому 30 транзисторах відповідно, та двотактного симетричного вихідного каскаду, який побудовано на п'ятнадцятому 28, шістнадцятому 29, двадцять третьому 32, двадцять четвертому 33 транзисторах, та підвищують передачу підсиленого сигналу на вихід.

Резистор зворотного зв'язку 24 задає коефіцієнт підсилення. Корируючий конденсатор 25 коригує АЧХ і запобігає генерації.

Шини додатного 34 і від'ємного 36 живлення, а також шина нульового потенціалу 7 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

