



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45749 (13) U  
(51) МПК (2009)  
H03F 3/26МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ

1

(21) u200905593

(22) 01.06.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, МЕЛЬНИК  
СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ  
ВІТАЛІЙОВИЧ, ХОДЖАНІЯЗОВ ІГОР КУРБАНБА-  
ЙОВИЧ(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 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, другі виводи першого і другого джерел струму та емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, 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 транзистори, а також коригуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом коригуючого конденсатора, бази одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з вхідною шиною, а також з

2

першим виводам резистора зворотного зв'язку, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого і восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, колектори дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятого і шостого та дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано із шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано із колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з другим виводом коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

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, 1989р.), який містить перший і другий транзистори, які мають різну структу-

ру. 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

(19) UA (11) 45749 (13) U

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 з діодному включенні мають структуру відповідно до першого і другого транзисторів відповідно. Перший та другий струмозадаючі 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 струмозадаючого 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 струмозадаючий 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 нелінійність.

За прототип 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 четвертого транзисторів відповідно, а також з першим виводам 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 й мала швидкодія, 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 швидкодія, 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 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 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, другі виводи першого і другого джерел струму та емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, 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 транзистори, а також коригуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом коригуючого конденсатора, бази одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з вхідною шиною, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого і восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, колектори дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятого і шостого та дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано із шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано із колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з другим виводом коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 8, яку з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку 19, а також з емітерами одинадцятого 11 і дванадцятого 12 транзисторів, колектори одинадцятого 11 і

дванадцятого 12 транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 4, емітери одинадцятого 11 і дванадцятого 12 транзисторів з'єднано з емітерами третього 10 і четвертого 13 транзисторів відповідно, колектори третього 10 і четвертого 13 транзисторів з'єднано з базами п'ятого 21 і шостого 24 та дев'ятнадцятого 25 і двадцятого 26 транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого 9 і десятого 14 транзисторів відповідно, бази третього 10 і четвертого 13 транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 2 і другого 6 транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого 1 і другого 7 джерел струму, емітери першого 2 і другого 6 транзисторів з'єднано з емітерами сьомого 3 і восьмого 5 транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого 3 і восьмого 5 транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 4, другі виводи першого 1 і другого 7 джерел струму, а також емітери п'ятого 21, шостого 24, дев'ятого 9, десятого 14, тринадцятого 15, чотирнадцятого 18 транзисторів з'єднано з шинами додатного 27 і від'ємного 29 живлення відповідно, бази дев'ятого 9 і десятого 14 транзисторів з'єднано з базами і колекторами тринадцятого 15 і чотирнадцятого 18 транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого 16 і шістнадцятого 17 транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого 16 і шістнадцятого 17 транзисторів об'єднано, бази п'ятнадцятого 16 і шістнадцятого 17 транзисторів з'єднано з базами і колекторами сімнадцятого 22 і вісімнадцятого 23 транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого 21 і шостого 24 транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого 25 і двадцятого 26 транзисторів з'єднано із шинами додатного 27 і від'ємного 29 живлення відповідно, емітери сімнадцятого 22 і вісімнадцятого 23 транзисторів об'єднано та з'єднано із колекторами дев'ятнадцятого 25 і двадцятого 26 транзисторів відповідно, а також з другим виводом резистора зворотного зв'язку 19 та з другим виводом конденсатора коригуючого 20, а також з вихідною шиною 28.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 8. Якщо вхідний струм втікає у схему, то одинадцятий транзистор 12 привідкривається, від-

повідно шостий транзистор 24 при відкривається, а п'ятий транзистор 21 при закривається. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 22 і вісімнадцятого 23 транзисторів зменшується і прямує до -  $E_{ж}$ . При цьому вихідна шина 28 відслідковує потенціал об'єднання емітерів сімнадцятого 22 і вісімнадцятого 23 біполярних транзисторів і також зменшується та наближається до -  $E_{ж}$ .

Якщо вхідний струм витікає із схеми, то одинадцятий транзистор 12 при закривається, а одинадцятий транзистор 11 привідкривається, відповідно шостий транзистор 24 при закривається, а п'ятий транзистор 21 привідкривається. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 22 і вісімнадцятого 23 транзисторів збільшується і прямує до  $E_{ж}$ . При цьому вихідна шина 28 відслідковує потенціал об'єднання емітерів сімнадцятого 22 і вісімнадцятого 23 біполярних транзисторів і також збільшується та наближається до  $E_{ж}$ .

Перше 1 і друге 7 джерела струму та перший 2, сьомий 3, восьмий 5, другий 6, третій 10, четвертий 13 транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму.

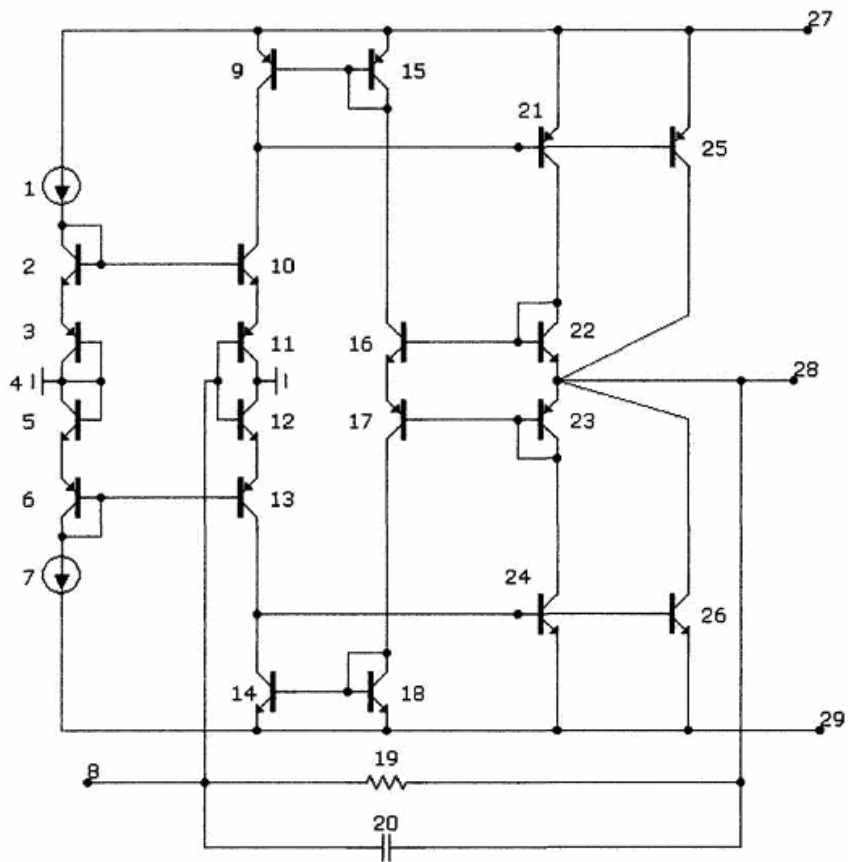
Одинадцятий 11 та дванадцятий 12 транзистори в поєднанні з третім 10 і четвертим 13 транзисторами утворюють двотактний симетричний вхідний каскад, що забезпечує збільшення коефіцієнту підсилення схеми.

П'ятнадцятий 16, шістнадцятий 17, сімнадцятий 22, вісімнадцятий 23 транзистори утворюють двонаправлений відбивач струму, який через відбивачі струму, що побудовані на дев'ятому 9, десятому 14, тринадцятому 15, чотирнадцятому 18 транзисторах відповідно, завдає базовий струм підсилювальних каскадів на п'ятому 21 і шостому 24 транзисторах відповідно. За рахунок поглиблення зворотного зв'язку дев'ятнадцятим 25 і двадцятим 26 транзисторами збільшується швидкодія схеми.

Резистор зворотного зв'язку 19 задає коефіцієнт підсилення.

Конденсатор коригуючий 20 забезпечує стійкість роботи схеми.

Шини додатного 27 і від'ємного 29 живлення, а також шина нульового потенціалу 4 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.



Фіг.