



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **65785** (13) **U**  
(51) **МПК (2011.01)**  
**H03K 5/22 (2006.01)**  
**G05B 1/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**ОПИС**  
**ДО ПАТЕНТУ**  
**НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ**

1

2

(21) u201107984

(22) 24.06.2011

(24) 12.12.2011

(46) 12.12.2011, Бюл.№ 23, 2011 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ, КИРИЛЕНКО ДМИТРО ОЛЕГОВИЧ, КРУПЕЛЬНИЦЬКИЙ ЛЕОНІД ВІТАЛІЙОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, що містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини позитивного та негативного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, вісімнадцять біполярних транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого 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 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, другі виводи першого і другого джерел струму, а також емітери п'ятого, шостого, дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого транзисторів з'єднано з шиною позитивного і негативного живлення від-

повідно, 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, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з вихідною шиною, який **відрізняється** тим, що у нього введено дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий біполярні транзистори, причому бази і колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з колекторами та базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з шиною позитивного і негативного живлення відповідно, емітерами дев'ятого, тринадцятого, п'ятого і десятого, чотирнадцятого, шостого транзисторів відповідно, а також з виводами першого і другого джерел струму відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами третього і четвертого транзисторів відповідно, базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також виводами першого і другого джерел струму відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з колекторами дванадцятого і одинадцятого транзисторів відповідно.

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

Відомий підсилювач постійного струму (А.с. № 1548841, H03F3/26, 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 постій-

(19) **UA** (11) **65785** (13) **U**

ного 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 включені між шинами позитивного та негативного живлення та базами першого і другого транзисторів відповідно. Перший та другий транзистори в діодному включенні мають структуру відповідно до першого і другого транзисторів відповідно. Перший та другий струмосадаючі елементи виконані 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 струмосадаючих 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 виконане на третьому і четвертому транзисторах в діодному включенні. Виводи кола зміщення підключені до баз сьомого і восьмого транзисторів, які ввімкнені 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, що обмежує галузь використання пристрою.

За прототип обрано двотактний симетричний підсилювач струму (Патент України № 41316, бюл. № 9,2009р.), який містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини позитивного та негативного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, вісімнадцять біполярних транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з емітерами одинадцятого і дванадцятого транзисторів, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднані та з'єднані з шиною нульового потенціалу, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднані з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднані з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднані з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого і другого джерел струму, емітери першого і другого транзисторів з'єднані з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого і восьмого транзисторів об'єднані та з'єднані з шиною нульового потенціалу, другі виводи першого і другого джерел струму, а також емітери п'ятого, шостого, дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого транзисторів з'єднані з шинами позитивного і негативного живлення відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднані 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'єднані, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднані з базами і колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднані та з'єднані з другим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з вихідною шиною.

Недоліком прототипу є висока похибка лінійності та 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 зменшується похибка лінійності та підвищується 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 два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини позитивного та негативного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, вісімнадцять біполярних транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднані з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднані з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднані з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого і другого джерел струму, емітери першого і другого транзисторів з'єднані з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого і восьмого транзисторів об'єднані та з'єднані з шиною нульового потенціалу, другі виводи першого і другого джерел струму, а також емітери п'ятого, шостого, дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого транзисторів з'єднані з шинами позитивного і негативного живлення відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднані 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'єднані, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднані з базами і колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднані та з'єднані з другим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з вихідною шиною, введено дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий біполярні транзистори, причому бази і колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднані

з колекторами та базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднані з шинами позитивного і негативного живлення відповідно, емітерами дев'ятого, тринадцятого, п'ятого і десятого, чотирнадцятого, шостого транзисторів відповідно, а також з виводами першого і другого джерел струму відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані з базами третього і четвертого транзисторів відповідно, базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також виводами першого і другого джерел струму відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані з колекторами дванадцятого і одинадцятого транзисторів відповідно.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 8, яку з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку 15, а також з базами одинадцятого 11 і дванадцятого 12 транзисторів, емітери одинадцятого 11 і дванадцятого 12 транзисторів з'єднані з емітерами третього 10 і четвертого 13 транзисторів відповідно, колектори третього 10 і четвертого 13 транзисторів з'єднані з базами п'ятого 24 і шостого 27 транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого 9 і десятого 14 транзисторів відповідно, бази третього 10 і четвертого 13 транзисторів з'єднані з базами двадцять першого 17 і двадцять другого 18 транзисторів відповідно, 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'єднані з емітерами сьомого 3 і восьмого 5 транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого 3 і восьмого 5 транзисторів об'єднані та з'єднані з шиною нульового потенціалу 4, другі виводи першого 1 і другого 7 джерел струму, а також емітери п'ятого 24, шостого 27, дев'ятого 9, десятого 14, тринадцятого 20, чотирнадцятого 23, дев'ятнадцятого 16, двадцятого 19 транзисторів з'єднані з шинами позитивного 28 і негативного 30 живлення відповідно, бази дев'ятого 9 і десятого 14 транзисторів з'єднані з базами і колекторами тринадцятого 20, дев'ятнадцятого 16 і чотирнадцятого 23, двадцятого 19 транзисторів відповідно, колекторами п'ятнадцятого 21 і шістнадцятого 22 транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять першого 17 і двадцять другого 18 транзисторів відповідно, емітери двадцять першого 17 і двадцять другого 18 транзисторів з'єднані з колекторами дванадцятого 12 і одинадцятого 11 транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого 21 і шістнадцятого 22 транзисторів об'єднані, бази п'ятнадцятого 21 і шістнадцятого 22 транзисторів з'єднані з базами і колекторами сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 26 транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого 24 і шостого 27 транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 26 об'єднані та з'єднані з другим

виводом резистора зворотного зв'язку 15, а також з вихідною шиною 29.

Пристрій працює таким чином.

Якщо вхідний струм надходить через вхідну шину 8 у схему, то дванадцятий 12 і двадцять перший 17 транзистори привідкриваються, а одинадцятий 11 і двадцять другий 18 транзистори при закриваються. При цьому емітерний струм дванадцятого 12 і колекторний струм четвертого 13 транзисторів збільшуються, а емітерний струм одинадцятого 11 і колекторний струм третього 10 транзисторів зменшуються. Відповідно базовий струм шостого 27 транзистора збільшується, що призводить до його привідкривання, а п'ятого 24 транзистора зменшується, що призводить до його при закривання. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 26 транзисторів зменшується і прямує до - Уж. При цьому потенціал вихідної шини 29 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 26 транзисторів і також зменшується та наближається до - Уж.

Якщо вхідний струм витікає через вхідну шину 8 зі схеми, то дванадцятий 12 і двадцять перший 17 транзистори при закриваються, а одинадцятий 11 і двадцять другий 18 транзистори при закриваються. При цьому емітерний струм дванадцятого 12 і колекторний струм четвертого 13 транзисторів зменшуються, а емітерний струм одинадцятого 11 і колекторний струм третього 10 транзисторів збільшуються. Відповідно базовий струм шостого 27 транзистора зменшується, що призводить до його при закривання, а п'ятого 24 транзистора збільшується, що призводить до його привідкривання. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 26 транзисторів збільшується і прямує до Уж, а потенціал вихідної шини 29 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 26 транзисторів і також збільшується та наближається до Уж.

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

Одинадцятий 11 та дванадцятий 12 транзистори у поєднанні з третім 10 і четвертим 13 транзисторами утворюють двотактний симетричний вхідний каскад.

П'ятнадцятий 21, шістнадцятий 22, сімнадцятий 25, вісімнадцятий 26 транзистори утворюють двонаправлений відбивач струму, який через відбивачі струму, що побудовані на дев'ятому 9, десятому 14, тринадцятому 20, чотирнадцятому 23 транзисторах відповідно, задає базовий струм підсилювальних каскадів на п'ятому 24 і шостому 27 транзисторах відповідно.

Дев'ятнадцятий 16, двадцятий 19, двадцять перший 17, двадцять другий 18 транзистори забезпечують розв'язку колекторів одинадцятого 11 і дванадцятого 12 транзисторів відповідно, що, у свою чергу, дозволяє задати необхідний режим по постійному струму двотактного симетричного вхідного каскаду та зменшити похибку лінійності та підвищити коефіцієнт підсилення.

Резистор зворотного зв'язку 15 задає коефіцієнт підсилення.

Шини позитивного 28 і негативного 30 живлення, а також шина нульового потенціалу 4 забезпе-

чують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

