



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63949 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
H03K 5/00  
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) u201103780

(22) 29.03.2011

(24) 25.10.2011

(46) 25.10.2011, Бюл.№ 20, 2011 р.

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

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить вхідну і вихідну шини, перше та друге джерела струмів, шини додатного і від'ємного живлення, резистор зворотного зв'язку, двадцять шість транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку, бази п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з шинами додатного і від'ємного живлення через перше та друге джерела струму відповідно, колектори п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятого і десятого транзисторів об'єднано, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами тринадцятого і, чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, бази трина-

дцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять п'ятого та двадцять шостого транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів об'єднано, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано, емітери третього, сьомого, тринадцятого, сімнадцятого, дев'ятнадцятого та колектор двадцять третього транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, чотирнадцятого, вісімнадцятого, двадцятого та колектор двадцять четвертого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери двадцять третього і двадцять четвертого 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 двадцять сьомий, двадцять восьмий, двадцять дев'ятий, тридцятий транзистори, причому бази двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з вхідною шиною, а також першим виводом резистора зворотного зв'язку, колектори двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з емітерами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази та колектори двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів з'єднано з емітерами першого і другого транзисторів відповідно.

Корисна модель належить до імпульсної техніки і може бути використана в аналогово-цифрових

перетворювачах і цифрових вимірювальних приладах.

(19) UA (11) 63949 (13) U

Відомо підсилювач струму (А. с. № 1548841 СРСР Н03F3/26, 1989), який містить перший і другий транзистори, - які мають різну структуру. Емітери цих транзисторів з'єднано і вони є входом підсилювача струму. Третій та четвертий транзистори, які ввімкнено по схемі з загальним емітером, мають структуру відповідно другого та першого транзисторів, їх колектори є виходами підсилювача струму, а бази третього та четвертого транзисторів підключено до колекторів першого та другого транзисторів відповідно. Бази першого та другого транзисторів з'єднано з загальною шиною відповідно через перший та другий транзистори в діодному включенні і перший та другий струмозадаючі елементи, які включено між шинами джерела живлення і базами відповідно першого та другого транзисторів. Перший та другий транзистори в діодному включенні мають структуру відповідно до першого та другого транзисторів. Перший та другий струмозадаючі елементи виконано відповідно на першому та другому відбивачах струму і п'ятому та шостому транзисторах, які мають структуру відповідно до третього та четвертого транзисторів. Бази п'ятого та шостого транзисторів є виходами відповідно першого та другого струмозадаючих елементів, їх колектори з'єднано з загальною шиною, а емітери - з виходами відповідно першого та другого відбивачів струму. Входи відбивачів струму з'єднано через двополосний струмозадаючий елемент. Колектори третього та четвертого транзисторів з'єднано через коло зміщення. Коло зміщення виконано на третьому та четвертому транзисторах в діодному включенні. Виводи кола зміщення підключено до баз сьомого та восьмого транзисторів, які ввімкнено по схемі з загальним колектором і які мають структуру відповідно до третього транзистора в діодному включенні. Емітери сьомого та восьмого транзисторів з'єднано, вони є виходом підсилювача і через резистор його підключено до загальної шини.

Недоліком аналога є висока нелінійність, та низький коефіцієнт підсилення.

За прототип вибрано двотактний симетричний підсилювач струму (Патент України № 52764, бюл. № 17, 2010 р.), який містить вхідну і вихідну шини, перше та друге джерела струмів, шини додатного і від'ємного живлення, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, двадцять шість транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з емітерами п'ятого і шостого транзисторів, бази п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з шинами додатного і від'ємного живлення через перше та друге джерела струму відповідно, емітери першого і другого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятого і десятого тран-

зисторів об'єднано, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять п'ятого та двадцять шостого транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів об'єднано, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, тринадцятого, сімнадцятого, дев'ятнадцятого та колектор двадцять третього транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, чотирнадцятого, вісімнадцятого, двадцятого та колектор двадцять четвертого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку, 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 підвищується коефіцієнт підсилення, це розширює галузь використання корисної моделі у різноманітних пристроях імпульсної та обчислювальної техніки, автоматики тощо.

Поставлена задача вирішується тим, що у двотактний симетричний підсилювач струму, який містить вхідну і вихідну шини, перше та друге джерела струмів, шини додатного і від'ємного живлення, резистор зворотного зв'язку, двадцять шість транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку, бази п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з шинами додатного і від'ємного живлення через перше та друге джерела струму відповідно, колектори п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятого і десятого транзисторів об'єднано, бази дев'я-

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

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну 7 і вихідну 37 шини, перше 1 та друге 6 джерела струмів, шини додатного 36 і від'ємного 38 живлення, резистор зворотного зв'язку 21, тридцять транзисторів, причому вхідну шину 7 з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку 21 та базами двадцять сьомого 11 і двадцять восьмого 12 транзисторів, колектори двадцять сьомого 11 і двадцять восьмого 12 транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 8, емітери двадцять сьомого 11 і двадцять восьмого 12 транзисторів з'єднано з емітерами п'ятого 10 і шостого 13 транзисторів відповідно, бази п'ятого 10 і шостого 13 транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 2 і другого 5 транзисторів відповідно, а також з ши-

нами додатного 36 і від'ємного 38 живлення через перше 1 та друге 6 джерела струму відповідно, емітери першого 2 і другого 5 транзисторів з'єднано з емітерами двадцять дев'ятого 3 і тридцятого 4 транзисторів відповідно, бази та колектори двадцять дев'ятого 3 і тридцятого 4 транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 8, колектори п'ятого 10 і шостого 13 транзисторів з'єднано з колекторами третього 9 і четвертого 14 транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого 23 і шістнадцятого 24 транзисторів відповідно, бази третього 9 і четвертого 14 транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого 15 і восьмого 18 транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого 16 і десятого 17 транзисторів відповідно, емітери дев'ятого 16 і десятого 17 транзисторів об'єднано, бази дев'ятого 16 і десятого 17 транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого 19 і дванадцятого 20 транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого 23 і шістнадцятого 24 транзисторів відповідно, емітери одинадцятого 19 і дванадцятого 20 транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 8, емітери п'ятнадцятого 23 і шістнадцятого 24 транзисторів з'єднано з колекторами тринадцятого 22 і чотирнадцятого 25 транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого 30 і двадцятого 33 транзисторів відповідно, бази тринадцятого 22 і чотирнадцятого 25 транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого 26 і вісімнадцятого 29 транзисторів відповідно, а також колекторами двадцять п'ятого 27 і двадцять шостого 28 транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого 30 і двадцятого транзисторів 33 з'єднано з базами та колекторами двадцять першого 31 і двадцять другого 32 транзисторів відповідно, з базами двадцять третього 34 і двадцять четвертого 35 транзисторів відповідно, а також з базами двадцять п'ятого 27 та двадцять шостого 28 транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого 27 і двадцять шостого 28 транзисторів об'єднано, емітери двадцять першого 31 і двадцять другого 32 транзисторів об'єднано, емітери третього 9, сьомого 15, тринадцятого 22, сімнадцятого 26, дев'ятнадцятого 30 та колектор двадцять третього 34 транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 36, емітери четвертого 14, восьмого 18, чотирнадцятого 25, вісімнадцятого 29, двадцятого 33 та колектор двадцять четвертого 35 транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 38, емітери двадцять третього 34 і двадцять четвертого 35 транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку 21, а також з вихідною шиною 37.

Пристрій працює таким чином.

Якщо вхідний струм втікає через вхідну шину 7 у схему, то двадцять сьомий 12 та шостий 13 транзистори привідкриваються, а двадцять сьомий 11 та п'ятий 10 транзистори призакриваються. При цьому, базовий струм шістнадцятого 24 транзистора збільшується а базовий струм п'ятнадцятого 23 транзистора зменшується." У свою чергу шістнадцятий 24 транзистор привідкривається а п'ятнадцятий 23 транзистор призакривається. При цьому емітерний струм шістнадцятого 24 транзистора збільшується, а емітерний струм п'ятнадцятого

го 23 транзистора зменшується. У свою чергу базовий струм двадцятого 33 транзистора збільшується, що призводить до його привідкривання, а базовий струм дев'ятнадцятого 30 транзистора зменшується що призводить до його призакривання. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 31 і двадцять другого 32 транзисторів зменшується та прямує до - Уж. Потенціал точки об'єднання емітерів двадцять третього 34 і двадцять четвертого 35 транзисторів і з другим виводом резистора зворотного зв'язку 21 та вихідною шиною 37 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 31 і двадцять другого 32 транзисторів також зменшується і прямує до - Уж.

Якщо вхідний струм витікає через вхідну шину 7 зі схеми, то двадцять сьомий 12 та шостий 13 транзистори призакриваються, а двадцять сьомий 11 та п'ятий 10 транзистори привідкриваються. При цьому, базовий струм шістнадцятого 24 транзистора зменшується а базовий струм п'ятнадцятого 23 транзистора збільшується. У свою чергу шістнадцятий 24 транзистор при закривається, а п'ятнадцятий 23 транзистор - привідкривається. При цьому емітерний струм шістнадцятого 24 транзистора зменшується, а емітерний струм п'ятнадцятого 23 транзистора збільшується. У свою чергу базовий струм двадцятого 33 транзистора зменшується, що призводить до його призакривання, а базовий струм дев'ятнадцятого 30 транзистора збільшується що призводить до його привідкривання. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 31 і двадцять другого 32 транзисторів збільшується та прямує до - Уж. Потенціал точки об'єднання емітерів двадцять третього 34 і двадцять четвертого 35 транзисторів і з

другим виводом резистора зворотного зв'язку 21 та вихідною шиною 37 підслідковує потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 31 і двадцять другого 32 транзисторів також збільшується і прямує до - Уж.

Перше 1 та друге 6 джерела струму, перший 2, дев'ятнадцятий 3, двадцятий 4, другий 5, п'ятий 10, шостий 13 транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму каскадів схеми.

Завдяки введенню вхідного підсилювального каскаду, який побудовано на двадцять сьомому 11 та двадцять восьмому 12 транзисторах, підвищується коефіцієнт підсилення.

Дев'ятий 16, десятий 17, одинадцятий 19, дванадцятий 20, двадцять п'ятий 27, двадцять шостий 28, двадцять перший 31, двадцять другий 32 транзистори відповідно утворюють двонаправлені відбивачі струму, які в поєднанні з компенсаторами струму, які побудовано на третьому 9, сьомому 15, четвертому 14, восьмому 18, тринадцятому 22, сімнадцятому 26, чотирнадцятому 25, вісімнадцятому 29 транзисторах відповідно, задають режим по постійному струму проміжних підсилювальних каскадів, які побудовано на п'ятнадцятому 23, шістнадцятому 24, дев'ятнадцятому 30, двадцятому 33 транзисторах відповідно. Двадцять перший 31, двадцять другий 32, двадцять третій 34, двадцять четвертий 35 транзистори утворюють двотактний симетричний вихідний підсилювальний каскад.

Резистор зворотного зв'язку 21 задає коефіцієнт підсилення схеми. Шини додатного 36 і від'ємного 38 живлення, а також шина нульового потенціалу 8 забезпечують необхідні рівні напруг для живлення схеми.

