



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52764 (13) U
(51) МПК (2009)
H03K 5/22
G05B 1/00

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) u201002045

(22) 25.02.2010

(24) 10.09.2010

(46) 10.09.2010, Бюл.№ 17, 2010 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ, КИРИЧЕНКО ДМИТРО ОЛЕГОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить перше та друге джерела струмів, два резистори, резистор зворотного зв'язку, шини додатного і від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, двадцять чотири транзистори, коригуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом першого резистора, другий вивід першого резистора з'єднано з першими виводами 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 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 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 емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, тринадцятого, сімнадцятого та колектор двадцять третього транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, чотирнадцятого, вісімнадцятого 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 шиною нульового потенціалу через другий резистор та з вихідною шиною, який відрізняється тим, що у нього введено двадцять п'ятий і двадцять шостий транзистори, причому емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано між собою, колектори двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, бази двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, колекторами дев'ятнадцятого та двадцятого транзисторів відповідно, а також базами двадцять третього та двадцять четвертого транзисторів відповідно.

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

цифрових перетворювачах і цифрових вимірювальних приладах.

(19) UA (11) 52764 (13) U

Відомо підсилювач струму (А. с. № 1548841 СССР 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 струмозадаючого 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 пристрою є висока нелінійність.

За прототип обрано підсилювач постійного струму (Патент України № 11189, бюл. № 12, 2005 р.), який містить перше та друге джерело струмів, два резистори, резистор зворотного зв'язку, шини додатного і від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, двадцять чотири транзистори, коригуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом першого резистора, другий вивід першого резистора з'єднано з першими виводами 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 колекторами дев'ятого і деся-

того 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 бази 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 емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, тринадцятого, сімнадцятого та колектор двадцять третього транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, чотирнадцятого, вісімнадцятого 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 шиною нульового потенціалу через другий резистор та з вихідною шиною.

Недоліком прототипу є низький коефіцієнт підсилення та низька 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 коефіцієнт підсилення та підвищується 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 джерело струмів, резистор зворотного зв'язку, шини додатного і від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, двадцять чотири транзистори, коригуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з першими виводами 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 тре-

того і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також 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 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 емітерами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, тринадцятого, сімнадцятого та колектор двадцять третього транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, чотирнадцятого, вісімнадцятого 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 п'ятий, двадцять шостий транзистор, причому емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано між собою, колектори двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, бази двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого двадцять другого транзисторів відповідно, колекторами дев'ятнадцятого та двадцятого транзисторів відповідно, а також базами двадцять третього та двадцять четвертого транзисторів відповідно.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 6, яку з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку 17 та коригуючого конденсатора 22, а також з емітерами п'ятого 8 і шостого 9 транзисторів, бази п'ятого 8 і шостого 9 транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 2 і другого 4 транзисторів відповідно, а також з шинами додатного 33 і від'ємного 34 живлення через перше 1 та друге 5 джерела струму відповідно, емітери першого 2 і другого 4 транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 3, колектори п'ятого 8 і шостого 9 транзисторів з'єднано з колекторами третього 7 і четвертого 10 транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого 19 і шістнадцятого

20 транзисторів відповідно, бази третього 7 і четвертого 10 транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого 11 і восьмого 14 транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого 12 і десятого 13 транзисторів відповідно, емітери дев'ятого 12 і десятого 13 транзисторів об'єднано, бази дев'ятого 12 і десятого 13 транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого 15 і дванадцятого 16 транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого 19 і шістнадцятого 20 транзисторів відповідно, емітери одинадцятого 15 і дванадцятого 16 транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 3, емітери п'ятнадцятого 19 і шістнадцятого 20 транзисторів з'єднано з колекторами тринадцятого 18 і чотирнадцятого 21 транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого 27 і двадцятого 30 транзисторів відповідно, бази тринадцятого 18 і чотирнадцятого 21 транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого 23 і вісімнадцятого 26 транзисторів відповідно, а також колекторами двадцять п'ятого 24 і двадцять шостого 25 транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого 27 і двадцятого 30 транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого 28 і двадцять другого 29 транзисторів відповідно, з базами двадцять третього 31 і двадцять четвертого 32 транзисторів відповідно, а також з базами двадцять п'ятого 24 та двадцять шостого 25 транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого 24 і двадцять шостого 25 транзисторів об'єднано, емітери двадцять першого 28 і двадцять другого 29 транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора 22, емітери третього 7, сьомого 11, тринадцятого 18, сімнадцятого 23, дев'ятнадцятого 27 та колектор двадцять третього 31 транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 33, емітери четвертого 10, восьмого 14, чотирнадцятого 21, вісімнадцятого 26, двадцятого 30 та колектор двадцять четвертого 32 транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 35, емітери двадцять третього 31 і двадцять четвертого 32 транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку 17, а також з вихідною шиною 34.

Пристрій працює наступним чином.

Якщо вхідний струм втікає через вхідну шину 6, то шостий 9 транзистор привідкривається, а п'ятий 8 транзистор прикривається. При цьому, базовий струм шістнадцятого 20 транзистора збільшується а базовий струм п'ятнадцятого 19 транзистора зменшується. У свою чергу шістнадцятий 20 транзистор привідкривається а п'ятнадцятий 19 транзистор прикривається. При цьому емітерний струм шістнадцятого 20 транзистора збільшується, а емітерний струм п'ятнадцятого 19 транзистора зменшується. У свою чергу базовий струм двадцятого 30 транзистора збільшується, що призводить до його привідкривання, а базовий струм дев'ятнадцятого 27 транзистора зменшується що призводить до його прикривання. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 28 і двадцять другого 29 транзисторів і з другим виводом коригуючого конденсатора 22 зменшується та прямує до $-U_{ж}$. Потенціал точки об'єднання емітерів двадцять третього 31 і два-

дцять четвертого 32 транзисторів і з другим виводом резистора зворотного зв'язку 17 та вихідною шиною 34 підслідковує потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 28 і двадцять другого 29 транзисторів і з другим виводом коригуючого конденсатора також зменшується і прямує до $-U_{ж}$.

Якщо вхідний струм витікає через вхідну шину 6, то шостий 9 транзистор прикривається, а п'ятий 8 транзистор привідкривається. При цьому, базовий струм шістнадцятого 20 транзистора зменшується а базовий струм п'ятнадцятого 19 транзистора збільшується. У свою чергу шістнадцятий 20 транзистор прикривається а п'ятнадцятий 19 транзистор привідкривається. При цьому емітерний струм шістнадцятого 20 транзистора зменшується а емітерний струм п'ятнадцятого 19 транзистора збільшується. У свою чергу базовий струм двадцятого 30 транзистора зменшується, що призводить до його прикривання, а базовий струм дев'ятнадцятого 27 транзистора збільшується що призводить до його привідкривання. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 28 і двадцять другого 29 транзисторів і з другим виводом коригуючого конденсатора 22 збільшується та прямує до $+U_{ж}$. Потенціал точки об'єднання емітерів двадцять третього 31 і двадцять четвертого 32 транзисторів і з другим виводом резистора зворотного зв'язку 17 та вихідною шиною 34 підслідковує потенціал точки об'єднання емітерів двадцять першого 28 і двадцять другого 29 транзисторів і з другим виводом коригуючого конденсатора також збільшується і прямує до $+U_{ж}$.

Введення в схему проміжних підсилювальних каскадів, які побудовано на дев'ятнадцятому 27 і двадцятому 30 транзисторах забезпечує підвищення коефіцієнта підсилення схеми.

Перший 2, другий 4, п'ятий 8 шостий 9 транзистори а також перше 1 і друге 5 джерела струмів утворюють схему завдання режимів по постійному струму каскадів схеми.

Дев'ятий 12, десятий 13, одинадцятий 15, дванадцятий 16, двадцять п'ятий 24, двадцять шостий 25, двадцять перший 28, двадцять другий 29 транзистори відповідно утворюють двонаправлені відбивачі струму які в поєднанні з компенсаторами струму, які побудовано на третьому 7, сьомому 11, четвертому 10, восьмому 14, тринадцятому 18, сімнадцятому 23, чотирнадцятому 21, вісімнадцятому 26 транзисторах відповідно, задають режим по постійному струму проміжних підсилювальних каскадів, які побудовано на п'ятнадцятому 19, шістнадцятому 20, дев'ятнадцятому 27, двадцятому 30 транзисторах відповідно. Двадцять перший 28, двадцять другий 29, двадцять третій 31, двадцять четвертий 32 транзистори утворюють двотактний симетричний вихідний підсилювальний каскад.

Резистор зворотного зв'язку 17 задає коефіцієнт підсилення схеми. Коригуючий конденсатор 22 коригує АЧХ і запобігає генерації схеми.

Шини додатного 33 і від'ємного 35 живлення, а також шина нульового потенціалу 3 забезпечують необхідні рівні напруг для живлення схеми.

