



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94131 (13) C2

(51) МПК

H03K 5/22 (2006.01)

G05B 1/01 (2006.01)

H03F 3/26 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ

1

2

(21) a200906399

(22) 19.06.2009

(24) 11.04.2011

(46) 11.04.2011, Бюл.№ 7, 2011 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, БОГОМОЛ
ЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA 26495 U; 25.09.2007

UA 23989 U; 11.06.2007

UA 17239 U; 15.09.2006

US 3852678; 03.12.1974

SU 1363452 A1; 30.12.1987

UA 22671 U; 25.04.2007

UA 39796 U; 10.03.2009

EP 0268159 A2; 05.11.1987

US 6114911; 05.09.2000

JP 5199043 A; 06.08.1993

(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 та з емітерами третього і четвертого транзисторів, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з шиною

нульового потенціалу, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, 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 з другим виводом резистора зворотного зв'язку, який відрізняється тим, що у нього додатково введено перший і другий генератори струму зміщення і компенсації та сьомий і восьмий транзистори, причому бази та колектори першого і другого транзисторів з'єднано з базами третього, четвертого, сьомого, восьмого транзисторів відповідно та з першими виходами генераторів струму зміщення і компенсації, емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення через перше і друге джерела струму відповідно, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з входами першого і другого генераторів струму зміщення і компенсації, входи додатного і від'ємного живлення першого і другого генераторів струму зміщення і компенсації з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, другі входи першого і другого генераторів струму зміщення і компенсації з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно та з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно.

Винахід належить до імпульсної техніки і може бути використаний в аналогово-цифрових перетворювачах і цифрових вимірювальних приладах.

Відомо вхідний пристрій схеми порівняння струмів [А.с. №1363452 ССРСР, H03K5/24, G05B1/01, 1985], який містить перше та друге джерела струмів, п'ять резисторів, перший та другий вхідні транзистори, вісім транзисторів, перший та другий проміжні багатоемітерні транзистори, перший та другий вихідні багатоемітерні транзистори, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну та вихідну шини, шину нульового потенціалу,

два діоди, вихідний резистор та резистор зворотного зв'язку, причому вхідну шину з'єднано з емітерами вхідних транзисторів, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку та з анодом і катодом першого і другого діодів, бази першого і другого вхідних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також через перше і друге джерела струму з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори першого і другого вхідних транзисторів

(13) C2

(11) 94131

(19) UA

з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів з'єднано через перший і другий резистори з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого проміжних багатоемітерних транзисторів відповідно, а також з емітерами п'ятого і шостого транзисторів відповідно та з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, емітери першого і другого проміжних багатоемітерних транзисторів з'єднано через третій і четвертий резистори з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднано, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно та з базами першого і другого вихідних багатоемітерних транзисторів, колектори першого і другого вихідних багатоемітерних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери першого і другого вихідних багатоемітерних транзисторів з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з анодом і катодом першого і другого діодів, а також через вихідний резистор з шиною нульового потенціалу та з вихідною шиною.

Недоліками аналогу є низька точність роботи, що обмежує галузь використання пристрою.

За прототип вибрано 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 і четвертого транзисторів відповідно, а також 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, емітери першого і другого транзисторів з'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 неідентичність коефіцієнтів передачі каналів підсилення, які побудовано на транзисторах р-п-р і п-р-п провідності, що обмежує галузь використання пристрою.

В основу винаходу поставлено задачу створення двотактного симетричного підсилювача струму, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними вирівнюється коефіцієнт передачі каналів підсилення, які побудовано на транзисторах р-п-р і п-р-п провідності. Це розширює галузь використання винаходу у різномані-

тних 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 та з емітерами третього і четвертого транзисторів, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, 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 з другим виводом резистора зворотного зв'язку, введено перший і другий генератори струму зміщення і компенсації та сьомий і восьмий транзистори, причому бази та колектори першого і другого транзисторів з'єднано з базами третього, четвертого, сьомого, восьмого транзисторів відповідно та з першими виходами генераторів струму зміщення і компенсації, емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення через перше і друге джерела струму відповідно, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з входами першого і другого генераторів струму зміщення і компенсації, входи додатного і від'ємного живлення першого і другого генераторів струму зміщення і компенсації з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, другі виходи першого і другого генераторів струму зміщення і компенсації з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно та з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 16, яку з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку 21 та з емітерами третього 18 і четвертого 19 транзисторів, бази третього 18 і четвертого 19 транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 10 і другого 11 транзисторів відповідно та з базами сьомого 2 і восьмого 3 транзисторів відповідно, а також з першими виходами 13, 14 першого 5 і другого 6 генераторів струму зміщення і компенсації, емітери першого 10 і другого 11 транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу 9, емітери сьомого 2 і восьмого 3 транзисторів з'єднано з шинами додатного 24 і від'ємного 26 живлення через перше 1 і друге 4 джерела струму відповідно, колектори сьомого 2 і восьмого 3 транзисторів з'єднано з входами 7, 8 першого 5 і другого 6 генераторів струму зміщення і компенсації, входи додатного 12 і від'ємного 15 живлення першого 5 і другого 6 генераторів струму зміщення і компенсації з'єднано з шинами додатного 24 і від'ємного 26 живлення відповідно, другі виходи 17, 20 першого 5 і другого 6 генераторів струму зміщення і

компенсації з'єднано з колекторами третього 18 і четвертого 19 транзисторів відповідно та з базами п'ятого 22 і шостого 23 транзисторів відповідно, емітери п'ятого 22 і шостого 23 транзисторів з'єднано з шинами додатного 24 і від'ємного 26 живлення відповідно, колектори п'ятого 22 і шостого 23 транзисторів з'єднано з вихідною шиною 25 та з другим виводом резистора зворотного зв'язку 21.

Пристрій працює таким чином.

Якщо струм витікає у схему через вхідну шину 16, то третій 18 транзистор прикривається, а четвертий 19 транзистор привідкривається, при цьому колекторний струм третього 18 транзистора зменшується, а колекторний струм четвертого 19 транзистора збільшується. Це призводить до зменшення базового струму п'ятого 22 транзистора та його прикривання, а також до збільшення базового струму шостого 23 транзистора та його привідкривання, при цьому напруга на вихідній шині 25 зменшується та прямує до потенціалу шини від'ємного живлення 26.

Якщо струм витікає зі схеми через вхідну шину 16, то третій 18 транзистор привідкривається, а четвертий 19 транзистор прикривається, при цьому колекторний струм третього 18 транзистора збільшується, а колекторний струм четвертого 19 транзистора зменшується. Це призводить до збільшення базового струму п'ятого 22 транзистора та його привідкривання, а також до зменшення базового струму шостого 23 транзистора та його прикривання, при цьому напруга на вихідній шині 25 збільшується та прямує до потенціалу шини додатного живлення 26.

Вирівнювання коефіцієнтів передачі каналів підсилення, які побудовано на транзисторах р-п-р і п-р-п провідності забезпечується першим 10, другим 11, третім 18, четвертим 19, сьомим 2 та восьмим 3 транзисторами та першим 5 і другим 6 генераторами струму зміщення і компенсації, живлення яких здійснюється через входи додатного 12 і від'ємного 15 живлення відповідно. Сьомий 2 і восьмий 3 транзистори, колектори яких з'єднано із входами 7, 8 першого 5 і другого 6 генераторів струму зміщення і компенсації, працюють в мало-

сигнальному режимі та забезпечують протікання через перші 13, 14 та другі 17, 20 виходи першого 5 і другого 6 генераторів струму зміщення і компенсації струмів, які рівні:

$$I_{\text{вих13}} = I_{\text{вих17}} = I_{\text{б2}} = I_{\text{бп-р-п}},$$

$$I_{\text{вих14}} = I_{\text{вих20}} = I_{\text{б3}} = I_{\text{бр-п-р}},$$

де $I_{\text{б2}}$, $I_{\text{б3}}$ - базові струми сьомого 2 і восьмого 3 транзисторів відповідно, $I_{\text{бп-р-п}}$, $I_{\text{бр-п-р}}$ - базові струми транзисторів р-п-р і п-р-п провідності.

У свою чергу вхідний струм в точці об'єднання вхідної шини 16 із емітерами третього 18 і четвертого 19 транзисторів розгалужується навпіл, що забезпечує рівність колекторних струмів третього 18 і четвертого 19 транзисторів відповідно:

$$I_{\text{к18}} = I_{\text{к19}}$$

де $I_{\text{к18}}$, $I_{\text{к19}}$ - колекторні струми третього 18 і четвертого 19 транзисторів відповідно.

У вузлах об'єднання баз п'ятого 22 і шостого 23 та колекторів третього 18 і четвертого 19 транзисторів відповідно забезпечується дія позитивного і негативного приросту струмів других 17, 20 виходів першого 5 і другого 6 генераторів струму зміщення і компенсації відповідно, таким чином, що:

$$I_{\text{б22}} = I_{\text{к18}} - I_{\text{вих17}} = I_{\text{бп-р-п}},$$

$$I_{\text{б23}} = I_{\text{к19}} - I_{\text{вих20}} = I_{\text{бр-п-р}},$$

де $I_{\text{к22}}$, $I_{\text{к23}}$ - колекторні струми п'ятого 22 і шостого 23 транзисторів відповідно.

При цьому базові струми п'ятого 22 і шостого 23 транзисторів відповідно знаходяться у співвідношенні, що забезпечує рівність:

$$I_{\text{е22}} = I_{\text{е23}} = I_1 = I_4,$$

де $I_{\text{е22}}$, $I_{\text{е23}}$ - емітерні струми п'ятого 22 і шостого 23 транзисторів відповідно, I_1 , I_4 - струми першого 1 і другого 4 джерел струму відповідно.

Перше 1 і друге 4 джерела струму забезпечують необхідний режим по постійному струму каскадів схеми.

Резистор зворотного зв'язку 21 задає коефіцієнт підсилення. Шини додатного 24 і від'ємного 26 живлення, а також шина нульового потенціалу 9 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

