



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93124 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
H03F 3/26 (2011.01)  
G05B 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ

1

2

(21) а200906388

(22) 19.06.2009

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU 1363452 A1; 30.12.1987

UA 15896 U; 17.07.2006

UA 24882 U; 25.07.2007

SU 1739476 A1; 07.06.1992

US 3852678 A; 03.12.1974

RU 2101851 C1; 10.01.1998

JP 2002043870 A; 08.02.2002

US 6259280 B1; 10.07.2001

(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 введено перший і другий генератори базових струмів та сьомий і восьмий транзистори, причому бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з базами третього і четвертого транзисторів відповідно, 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 базових струмів, входи додатного і від'ємного живлення першого і другого генераторів базових струмів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, виходи першого і другого генераторів базових струмів з'єднано з вхідною шиною та з емітерами третього і четвертого транзисторів, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку.

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

Відомо вхідний пристрій схеми порівняння струмів [А.с. № 1363452 СССР, Н03К5/24, 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 транзис-

тори, 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 відпові-

(13) C2

(11) 93124

(19) UA

дно, емітери першого і другого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори першого і другого вхідних транзисторів 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 об'єднано, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно та з базами першого і другого вхідних багатоемітерних транзисторів, колектори першого і другого вхідних багатоемітерних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери першого і другого вхідних 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 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, шини нульового потенціалу, шість транзисторів, причому вхідну шини з емітерами третього 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 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 низька точність роботи та наявність великого струму зміщення, 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 підвищується точність передачі вхідного сигналу на вихід схеми та зменшується струм зміщення входу. Це розширює га-

лузь 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, шини нульового потенціалу, шість транзисторів, причому вхідну шини 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 базових струмів та сьомий і восьмий транзистори, причому бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами і колекторами першого і другого транзисторів відповідно та з базами третього і четвертого транзисторів відповідно, 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 базових струмів, входи додатного і від'ємного живлення першого і другого генераторів базових струмів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, виходи першого і другого генераторів базових струмів з'єднано з вхідною шиною та з емітерами третього і четвертого транзисторів, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шини 16, яку з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку 19 та з емітерами третього 17 і четвертого 18 транзисторів, бази третього 17 і четвертого 18 транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 12 і другого 13 транзисторів відповідно та з базами сьомого 2 і восьмого 3 транзисторів відповідно, емітери першого 12 і другого 13 транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу 11, емітери сьомого 2 і восьмого 3 транзисторів з'єднано з шинами додатного 22 і від'ємного 23 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 базових струмів, входи додатного 9 і від'ємного 10 живлення першого 5 і другого 6 генераторів базових струмів з'єднано з шинами додатного 22 і від'ємного 24 живлення відповідно, виходи 14, 15 першого 5 і другого 6 генераторів базових струмів з'єднано з вхідною шиною 16 та з емітерами третього 17 і четвертого 18 транзисторів, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку 19, колектори третього 17 і четвертого

18 транзисторів з'єднано з базами п'ятого 20 і шостого 21 транзисторів відповідно, емітери п'ятого 20 і шостого 21 транзисторів з'єднано з шинами додатного 22 і від'ємного 24 живлення відповідно, колектори п'ятого 20 і шостого 21 транзисторів з'єднано з вихідною шиною 23 та з другим виводом резистора зворотного зв'язку 19.

Пристрій працює таким чином.

Нехай вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 16.

Якщо струм втікає у схему, то третій 17 транзистор прикривається, а четвертий 18 транзистор привідкривається, при цьому колекторний струм третього 17 транзистора зменшується, а колекторний струм четвертого 18 транзистора збільшується. Це призводить до зменшення базового струму п'ятого 20 транзистора та його прикривання, а також до збільшення базового струму шостого 21 транзистора та його привідкривання, при цьому напруга на вихідній шині 23 зменшується та прямує до потенціалу шини від'ємного живлення 24.

Якщо струм витікає зі схеми, то третій 17 транзистор привідкривається, а четвертий 18 транзистор прикривається, при цьому колекторний струм третього 17 транзистора збільшується, а колекторний струм четвертого 18 транзистора зменшується. Це призводить до збільшення базового струму п'ятого 20 транзистора та його привідкривання, а також до зменшення базового струму шостого 21 транзистора та його прикривання, при цьому напруга на вихідній шині 23 збільшується та прямує до потенціалу шини додатного живлення 22.

Підвищення точності роботи схеми забезпечується першим 12, другим 13, третім 17, четвертим 18, сьомим 2 та восьмим 3 транзисторами шляхом їхнього переведення в малосигнальний режим

роботи та поєднання через входи 7, 8 із першим 5 і другим 6 генераторами базових струмів, живлення яких здійснюється через входи додатного 9 і від'ємного 10 живлення відповідно. Це призводить до генерації на виходах 14, 15 першого 5 і другого 6 генераторів базових струмів, струмів відповідно, які рівні:

$$I_{\text{вих14}}=I_{\text{б2}}=I_{\text{б}_{\text{p-n-p}}},$$

$$I_{\text{вих15}}=I_{\text{б3}}=I_{\text{б}_{\text{p-n-p}}},$$

де  $I_{\text{б2}}, I_{\text{б3}}$  - базові струми сьомого 2 і восьмого 3 транзисторів відповідно,  $I_{\text{б}_{\text{p-n-p}}}$  - базові струми транзисторів p-n-p і n-p-n провідності відповідно.

Так як напрям протікання струмів  $I_{\text{вих14}}, I_{\text{вих15}}$  протилежний, то це у свою чергу призведе до появи в точці об'єднання вхідної шини 16, виходів 14, 15 першого 5 і другого 6 генераторів базових струмів та емітерів третього 17 і четвертого 18 транзисторів струму  $\Delta I_{\text{зм}}$ , який рівний:

$$|\Delta I_{\text{зм}}| = |I_{\text{вих14}} - I_{\text{вих15}}|.$$

Наявність  $\Delta I_{\text{зм}}$  забезпечує таке співвідношення колекторних струмів третього 17 і четвертого 18 транзисторів, а отже і базових струмів п'ятого 20 і шостого 21 транзисторів відповідно так, що:

$$I_{\text{е20}}=I_{\text{е21}}=I_1=I_4,$$

де  $I_{\text{е20}}, I_{\text{е21}}$  - емітерні струми п'ятого 20 і шостого 21 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 19 задає коефіцієнт підсилення.

Шини додатного 22 і від'ємного 24 живлення, а також шина нульового потенціалу 11 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

