



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26533 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H03F 3/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ПІДСИЛЮВАЧ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

1

2

(21) u200705532

(22) 21.05.2007

(24) 25.09.2007

(46) 25.09.2007, Бюл. № 15, 2007 р.

(72) Азаров Олексій Дмитрович, Кисюк Дмитро Васильович, Богомоллов Сергій Віталійович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Підсилювач постійного струму, який містить коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, перше та друге джерела струмів, шину нульового потенціалу, вісім біполярних n-p-n та вісім біполярних p-n-p транзисторів, два n-типу та два p-типу польових транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з затворами третього r-типу і четвертого n-типу польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, витоки та підкладки третього r-типу і четвертого n-типу польових транзисторів з'єднано з емітерами п'ятого n-p-n і шостого r-p-n біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого n-p-n і шостого r-p-n біполярних транзисторів з'єднано з базами одинадцятого r-p-n і дванадцятого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого p-n-p і восьмого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, бази п'ятого n-p-n і шостого r-p-n біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього n-p-n і четвертого r-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого і другого джерел струмів відповідно, емітери третього n-p-n і четвертого r-p-n біполярних транзисторів з'єднано з витокami та підкладками першого r-типу і другого n-типу польових транзисторів відповідно, стоки і затвори першого r-типу і другого n-типу польових транзисторів об'єднано та

з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери першого r-p-n, сьомого p-n-p, дев'ятого n-p-n та колектор п'ятнадцятого n-p-n біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого n-p-n, восьмого n-p-n, десятого n-p-n та колектор шістнадцятого r-p-n біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази сьомого r-p-n і восьмого n-p-n біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого r-p-n, другого n-p-n, дев'ятого r-p-n та десятого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами одинадцятого r-p-n та дванадцятого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, колектори одинадцятого r-p-n і дванадцятого n-p-n біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого n-p-n і чотирнадцятого r-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого n-p-n і шістнадцятого r-p-n біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого n-p-n і чотирнадцятого r-p-n біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого n-p-n і шістнадцятого r-p-n біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора та з вихідною шиною, який **відрізняється** тим, що другі виводи першого та другого джерел струму з'єднано з шинами додатного та від'ємного живлення відповідно, стоки третього r-типу і четвертого n-типу польових транзисторів з'єднано з базами сьомого r-p-n і восьмого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами першого r-p-n, другого n-p-n, дев'ятого r-p-n та десятого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами одинадцятого r-p-n та дванадцятого n-p-n біполярних транзисторів відповідно.

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

Відомо різницевий підсилювач струму [Патент України №11301, бюл. №6, 2005 р.], який містить двадцять шість транзисторів, три резистори, шину

нульового потенціалу, шини додатного та від'ємного живлення, резистор зворотного зв'язку, вхідну та вихідну шини, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого і другого транзисторів, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, бази першого і другого транзисторів з'єднано з базами та колектора-

UA (19)  
26533 (11)  
U (13)

ми третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з виводами першого резистора, емітери п'ятого, сьомого, дев'ятого, одинадцятого дев'ятнадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери шостого, восьмого, десятого, дванадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно та з першими виводами другого і третього резисторів, другі виводи другого і третього резисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з емітерами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів об'єднано, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього та двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано, колектори двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, колектори двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього, двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

Недоліками аналогу є значна нелінійність і низький коефіцієнт передачі. За прототип взято підсилювач постійного струму [Патент України №21203, бюл. №3, 2007р.], який містить вхідний резистор, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, перше та друге джерело струмів, шину нульового потенціалу, вісім біполярних п-р-п та вісім біполярних р-п-р транзисторів, два п-типу та два р-типу польових транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом вхідного резистора, другий вивід вхідного резистора з'єднано з затворами третього р-типу і четвертого п-типу польових транзисторів, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, стоки третього р-типу і четвертого п-типу польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, витоки та підкладки третього р-типу і четвер-

того п-типу польових транзисторів з'єднано з емітерами п'ятого п-р-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого п-р-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого р-п-р і восьмого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, бази п'ятого п-р-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього п-р-п і четвертого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого і другого джерел струмів, емітери третього п-р-п і четвертого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з витоками та підкладками першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів відповідно, стоки і затвори першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, другі виводи першого і другого джерел струмів з'єднано з базами та колекторами першого р-п-р, другого п-р-п, дев'ятого р-п-р, десятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з базами сьомого р-п-р і восьмого п-р-п біполярних транзисторів відповідно та з емітерами одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери першого р-п-р, сьомого р-п-р, дев'ятого р-п-р та колектор п'ятнадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого п-р-п, восьмого п-р-п, десятого п-р-п та колектор шістнадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого п-р-п і чотирнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого п-р-п і шістнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого п-р-п і чотирнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого п-р-п і шістнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами коригуючого конденсатора та резистора зворотного зв'язку, а також з вихідною шиною.

Недоліком прототипу є низький коефіцієнт підсилення по струму, що обмежує галузь використання пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення підсилювача постійного 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 досягається тим, що у підсилювачі постійного струму, який містить коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, перше та друге джерело струмів, шину нульового потенціалу, вісім біполярних п-р-п та вісім біполярних р-п-р транзисторів, два п-типу та два р-типу польових транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з затворами третього р-типу і четвертого п-типу польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, витоки та підкладки третього р-типу і четвертого п-типу польових транзисторів з'єдна-

но з емітерами п'ятого р-п-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого р-п-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами одинадцятого р-п-р і дванадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого р-п-р і восьмого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, бази п'ятого р-п-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього р-п-п і четвертого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого і другого джерел струмів відповідно, емітери третього р-п-п і четвертого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з витоками та підкладками першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів відповідно, стоки і затвори першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери першого р-п-р, сьомого р-п-р, дев'ятого р-п-р та колектор п'ятнадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого р-п-р, восьмого р-п-р, десятого р-п-р та колектор шістнадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази сьомого р-п-р і восьмого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого р-п-р, другого р-п-р, дев'ятого р-п-р та десятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами одинадцятого р-п-р та дванадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, колектори одинадцятого р-п-р і дванадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого р-п-р і чотирнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого р-п-р і шістнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого р-п-р і чотирнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого р-п-р і шістнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора та з вихідною шиною, другі виводи першого та другого джерел струму з'єднано з шинами додатного та від'ємного живлення відповідно, стоки третього р-типу і четвертого п-типу польових транзисторів з'єднано з базами сьомого р-п-р і восьмого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами та колекторами першого р-п-р, другого р-п-р, дев'ятого р-п-р та десятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами одинадцятого р-п-р та дванадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно.

На кресленні представлено принципову схему підсилювача струму. Пристрій містить вхідну шину 8, яку з'єднано з затворами третього р-типу 11 і четвертого п-типу 12 польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора 17, витоки та підкладки третього р-типу 11 і четвертого п-типу 12 польових транзисторів з'єднано з емітерами п'ятого р-п-п 10 і шостого р-п-р 13 біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого р-п-п 10 і шостого р-п-р 13 біполярних транзисторів з'єднано з базами одинадцятого р-п-р 19 і дванадцятого р-п-р 22 біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого р-п-р 9 і восьмого р-п-р 14 біполярних транзисторів відповідно, бази п'ятого р-п-п 10 і шостого р-п-р 13 бі-

полярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього р-п-п 2 і четвертого р-п-р 6 біполярних транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого 1 і другого 7 джерел струмів відповідно, емітери третього р-п-п 2 і четвертого р-п-р 6 біполярних транзисторів з'єднано з витоками та підкладками першого р-типу 3 і другого п-типу 5 польових транзисторів відповідно, стоки і затвори першого р-типу 3 і другого п-типу 5 польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 4, другий вивід першого 1 джерела струму і емітери першого р-п-р 15, сьомого р-п-р 9, дев'ятого р-п-р 18 та колектор п'ятнадцятого р-п-р 24 біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 26, а також другий вивід другого 7 джерела струму і емітери другого р-п-р 16, восьмого р-п-р 14, десятого р-п-р 23 та колектор шістнадцятого р-п-р 25 біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 28, бази сьомого р-п-р 9 і восьмого р-п-р 14 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого р-п-р 15, другого р-п-р 16, дев'ятого р-п-р 18 та десятого р-п-р 23 біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами одинадцятого р-п-р 19 і дванадцятого р-п-р 22 біполярних транзисторів та стоками третього р-типу 11 і четвертого п-типу 12 польових транзисторів відповідно, колектори одинадцятого р-п-р 19 і дванадцятого р-п-р 22 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого р-п-р 20 і чотирнадцятого р-п-р 21 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого р-п-р 24 і шістнадцятого р-п-р 26 біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого р-п-р 20 і чотирнадцятого р-п-р 21 біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого р-п-р 24 і шістнадцятого р-п-р 25 біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора 17, а також з вихідною шиною 27.

Пристрій працює таким чином.

При подачі на вхідну шину 8 додатної напруги вона поступає на затвори третього р-типу 11 і четвертого п-типу 12 польових транзисторів. При цьому четвертий п-типу 12 польовий транзистор привідкривається, а третій р-типу 11 польовий транзистор прикривається, струм через перехід стік-витік четвертого р-типу 12 польового транзистора збільшується, а третього р-типу 11 польового транзистора зменшується. У свою чергу це призводить до збільшення колекторного струму шостого р-п-р 13 біполярного транзистора та зменшення колекторного струму п'ятого р-п-п 10 біполярного транзистора. Це призводить до збільшення базового струму дванадцятого р-п-р 22 біполярного транзистора та зменшення базового струму одинадцятого р-п-р 19 біполярного транзистора. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого р-п-р 20 і чотирнадцятого р-п-р 21 біполярних транзисторів зменшується і прямує до потенціалу шини від'ємного живлення 28. При цьому потенціал вихідної шини 27 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого р-п-р 20 і чотирнадцятого р-п-р 21 біполярних транзисторів і також зменшується та наближається до потенціалу шини від'ємного живлення 28.

При подачі на вхідну шину 8 від'ємної напруги

вона поступає на затвори третього р-типу 11 і четвертого п-типу 12 польових транзисторів. При цьому четвертий п-типу 12 польовий транзистор прикривається, а третій р-типу 11 польовий транзистор привідкривається, струм через перехід стік-витік четвертого п-типу 12 польового транзистора зменшується, а третього р-типу 11 польового транзистора збільшується. У свою чергу це призводить до зменшення колекторного струму шостого р-п-р 13 біполярного транзистора та збільшення колекторного струму п'ятого п-р-п 10 біполярного транзистора. Це призводить до зменшення базового струму дванадцятого п-р-п 22 біполярного транзистора та збільшення базового струму одинадцятого р-п-р 19 біполярного транзистора. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого п-р-п 20 і чотирнадцятого р-п-р 21 біполярних транзисторів збільшується і прямує до потенціалу шини додатнього живлення 26. При цьому потенціал вихідної шини 27 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого п-р-п 20 і чотирнадцятого р-п-р 21 біполярних транзисторів і також збільшується та наближається до потенціалу шини додатнього живлення 26.

Третій п-р-п 2, четвертий р-п-р 6 біполярні, а також перший р-типу 3 і другий п-типу 5 польові транзистори, в діодному вмиканні, слугують для завдання робочої точки вхідного каскаду схеми побудованого на основі п'ятого п-р-п 10, шостого р-п-р 13 біполярних, а також третього р-типу 11 і четвертого п-типу 12 польових транзисторів відповідно.

Значення струму робочої точки задається першим 1 і другим 7 джерелами струмів.

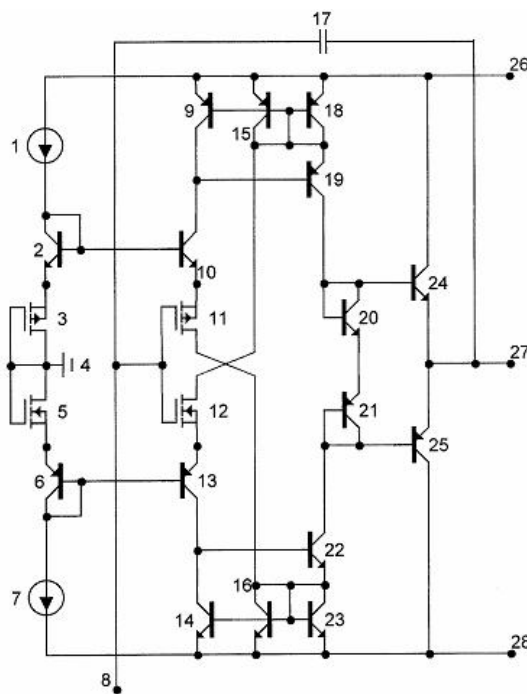
Відбивачі струму побудовані на першому р-п-р 15, сьомому р-п-р 9, дев'ятому р-п-р 18, а також другому п-р-п 16, восьмому п-р-п 14, десятому п-р-п 23 біполярних транзисторах слугують для підсилення сигналів, що поступають з колекторів п'ятого п-р-п 10 та шостого р-п-р 13 біполярних транзисторів.

Використання підсилювальних каскадів на одинадцятому р-п-р 19 і дванадцятому п-р-п 22 біполярних транзисторах та зв'язок між стоком третього р-типу 11 польового транзистора з об'єднаними базами й колекторами другого п-р-п 16 та десятого п-р-п 23 біполярних транзисторів, а також зв'язок між стоком четвертого п-типу 12 польового транзистора та об'єднаними базами й колекторами першого п-р-п 15 та дев'ятого р-п-р 18 біполярних транзисторів забезпечують збільшення коефіцієнту передачі у межах  $\sqrt{2} \leq \chi \leq 2$ , залежно від значення опору навантаження.

Транзистори тринадцятий п-р-п 20, чотирнадцятий р-п-р 21 у діодному вмиканні забезпечують робочу точку вихідного двотактного каскаду побудованого на п'ятнадцятому п-р-п 24 та шістнадцятому р-п-р 25 біполярних транзисторах.

Шини додатнього 26 і від'ємного 28 живлення, а також нульового потенціалу 4 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

Коригуючий конденсатор 17 запобігає генерації схеми та коригує АЧХ і ФЧХ підсилювача.



Фіг.