



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26530 (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) u200705515

(22) 21.05.2007

(24) 25.09.2007

(46) 25.09.2007, Бюл. № 15, 2007 р.

(72) Азаров Олексій Дмитрович, Богомолов Сергій Віталійович, Захарченко Сергій Михайлович, Кисюк Дмитро Васильович, Огнев Віталій Георгієвич
(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Підсилювач постійного струму, який містить резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, перше та друге джерела 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 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 четвертого 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 відповідно, 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, деся-

того п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з базами сьомого р-п-р і восьмого 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, який **відрізняється** тим, що у нього введено сімнадцятий п-р-п і вісімнадцятий р-п-р біполярні транзистори, причому колектори сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів 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 другими виводами першого і другого джерел струмів відповідно та з базами сьомого р-п-р і восьмого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, бази сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р 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, а також з колекторами одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно.

U
(13)

26530
(11)

UA
(19)

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, 2005р.], який містить двадцять шість транзисторів, три резистори, шини 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 выводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, бази першого і другого транзисторів з'єднано з базами та колекторами 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 выводами 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 выводами 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 выводами 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 джерела струмів, шини нульового потенціалу, вісім біполярних p-n-p та вісім біполярних p-n-p транзисторів, два n - типу та два p - типу польових транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом вхідного резистора, другий вивід вхідного резистора з'єднано з затворами третього p - типу і четвертого n - типу польових транзисторів, а також з першими выводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, стоки третього p - типу і четвертого n - типу польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, витоки та підкладки третього p - типу і четвертого n - типу польових транзисторів з'єднано з емітерами п'ятого n-p-n і шостого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого n-p-n і шостого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами одинадцятого p-n-p 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 p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього n-p-n і четвертого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з першими выводами першого і другого джерел струмів, емітери третього n-p-n і четвертого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з витоками та підкладками першого p - типу і другого n - типу польових транзисторів відповідно, стоки і затвори першого p - типу і другого n - 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 p-n-p, другого n-p-n, дев'ятого p-n-p, десятого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з базами сьомого p-n-p і восьмого n-p-n біполярних транзисторів відповідно та з емітерами одинадцятого p-n-p і дванадцятого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, емітери першого p-n-p, сьомого p-n-p, дев'ятого p-n-p та колектор п'ятнадцятого n-p-n біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого n-p-n, восьмого p-n-p, десятого n-p-n та колектор шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори одинадцятого p-n-p і дванадцятого n-p-n біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого n-p-n і чотирнадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого n-p-n і шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого n-p-n і чотирнадцятого p-n-p біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого n-p-n і шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другими выводами 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 підсилювач постійного струму, який містить резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, перше та друге джерела 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 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 четвертого 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, 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, введено сімнадцятий п-р-п і вісімнадцятий р-п-р біполярні транзистори, причому колектори сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого р-п-р, другого п-р-п, дев'ятого р-п-р, десятого п-р-п біполярних транзис-

торів відповідно, а також з другими виводами першого і другого джерел струмів відповідно та з базами сьомого р-п-р і восьмого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, бази сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р 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, а також з колекторами одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно.

На кресленні представлено принципову схему підсилювача постійного струму.

Пристій містить вхідну шину 31, яку з'єднано затворами третього р - типу 12 і четвертого п - типу 13 польових транзисторів, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку 21 та коригуючого конденсатора 16, стоки третього р - типу 12 і четвертого п - типу 13 польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 5, витоки та підкладки третього р - типу 12 і четвертого п - типу 13 польових транзисторів з'єднано з емітерами п'ятого п-р-п 11 і шостого р-п-р 14 біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого п-р-п 11 і шостого р-п-р 14 біполярних транзисторів з'єднано з базами одинадцятого р-п-р 22 і дванадцятого п-р-п 25 біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого р-п-р 10 і восьмого п-р-п 15 біполярних транзисторів відповідно, бази п'ятого п-р-п 11 і шостого р-п-р 14 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього п-р-п 3 і четвертого р-п-р 7 біполярних транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого 2 і другого 8 джерел струмів, емітери третього п-р-п 3 і четвертого р-п-р 7 біполярних транзисторів з'єднано з витоками та підкладками першого р - типу 4 і другого п - типу 6 польових транзисторів відповідно, стоки і затвори першого р - типу 4 і другого п - типу 6 польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 5, другі виводи першого 2 і другого 8 джерел струмів з'єднано з базами та колекторами першого р-п-р 1, другого п-р-п 9, дев'ятого р-п-р 17, десятого п-р-п 20 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами сьомого р-п-р 10 і восьмого п-р-п 15 біполярних транзисторів відповідно та з колекторами сімнадцятого п-р-п 18 і вісімнадцятого р-п-п 19 біполярних транзисторів відповідно, емітери першого р-п-р 1, сьомого р-п-р 10, дев'ятого р-п-р 17, одинадцятого р-п-р 22 та колектор п'ятнадцятого п-р-п 26 біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 28, емітери другого п-р-п 9, восьмого п-р-п 15, десятого п-р-п 20, дванадцятого п-р-п 25 та колектор шістнадцятого р-п-р 27 біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 30, емітери сімнадцятого п-р-п 18 і вісімнадцятого р-п-п 19 біполярних транзисторів об'єднано, колектори одинадцятого р-п-р 22 і дванадцятого п-р-п 25 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого п-р-п 23 і чотирнадцятого р-

п-р 24 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого п-р-п 26, шістнадцятого р-п-р 27, сімнадцятого п-р-п 18 і вісімнадцятого р-п-р 19 біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого п-р-п 23 і чотирнадцятого р-п-р 24 біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого п-р-п 26 і шістнадцятого р-п-р 27 біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами коригуючого конденсатора 16 та резистора зворотного зв'язку 21, а також з вихідною шиною 29.

Пристрій працює таким чином.

При подачі на вхідну шину 31 додатної напруги вона поступає на затвори третього р - типу 12 і четвертого п - типу 13 польових транзисторів. При цьому четвертий п - типу 13 польовий транзистор привідкривається, а третій р - типу 12 польовий транзистор прикривається, струм через перехід стік - витік четвертого п - типу 13 польового транзистора збільшується, а третього р - типу 12 польового транзистора зменшується. У свою чергу це призводить до збільшення колекторного струму шостого р-п-р 14 біполярного транзистора та зменшення колекторного струму п'ятого п-р-п 11 біполярного транзистора. Це призводить до збільшення базового струму дванадцятого п-р-п 25 біполярного транзистора та зменшення базового струму одинадцятого р-п-р 22 біполярного транзистора. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого п-р-п 23 і чотирнадцятого р-п-р 24 біполярних транзисторів зменшується і прямує до $-E_{ж}$. При цьому потенціал вихідної шини 29 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого п-р-п 23 і чотирнадцятого р-п-р 24 біполярних транзисторів і також зменшується та наближається до $-E_{ж}$.

При подачі на вхідну шину 31 від'ємної напруги вона поступає на затвори третього р - типу 12 і четвертого п - типу 13 польових транзисторів. При цьому четвертий п - типу 13 польовий транзистор прикривається, а третій р - типу 12 польовий транзистор привідкривається, струм через перехід стік-витік четвертого п - типу 13 польового транзистора зменшується, а третього р - типу 12 польового транзистора збільшується. У свою чергу це призводить до зменшення колекторного струму шостого р-п-р 14 біполярного транзистора та збільшення колекторного струму п'ятого п-р-п 11 бі-

полярного транзистора. Це призводить до зменшення базового струму дванадцятого п-р-п 25 біполярного транзистора та збільшення базового струму одинадцятого р-п-р 22 біполярного транзистора. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого п-р-п 23 і чотирнадцятого р-п-р 24 біполярних транзисторів збільшується і прямує до $E_{ж}$. При цьому потенціал вихідної шини 29 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого п-р-п 23 і чотирнадцятого р-п-р 24 біполярних транзисторів і також збільшується та наближається до $E_{ж}$.

Третій п-р-п 3, четвертий р-п-р 7 біполярні, а також перший р - типу 4 і другий п - типу 6 польові транзистори, в діодному вмиканні, слугують для завдання робочої точки п'ятого п-р-п 11, шостого р-п-р 14 біполярних, а також третього р - типу 12 і четвертого п - типу 13 польових транзисторів відповідно. Значення струму робочої точки задається першим 2 і другим 8 джерелами струмів.

Відбивачі струму побудовані на першому п-р-п 1, сьомому п-р-п 10, дев'ятому р-п-р 17, а також другому п-р-п 9, восьмому п-р-п 15, десятому п-р-п 20 біполярних транзисторах задають режим по постійному струму парафазного відбивача, який побудований на сімнадцятому п-р-п 18, вісімнадцятому р-п-р 19, тринадцятому п-р-п 23, чотирнадцятому р-п-р 24 біполярних транзисторах.

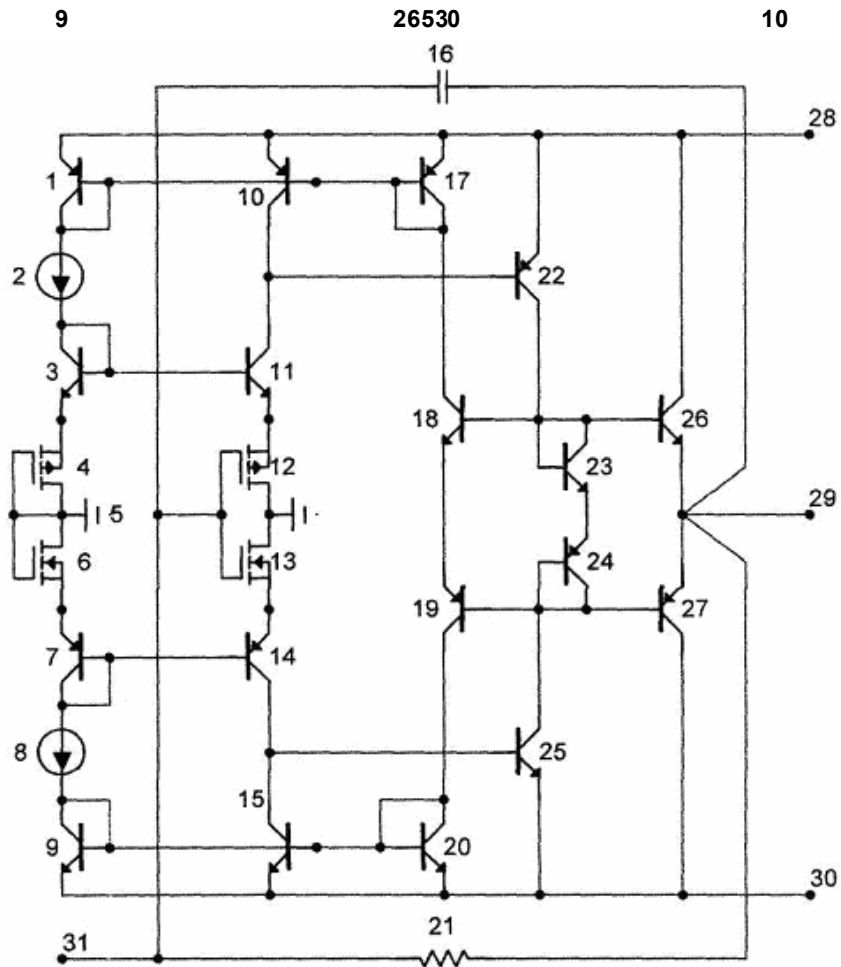
Використання підсилювальних каскадів на одинадцятому р-п-р 22 і дванадцятому п-р-п 25 біполярних транзисторах забезпечує збільшення коефіцієнту підсилення в χ разів у порівнянні з прототипом, що визначається, як:

$$\chi = \frac{\beta_{p-n-p} + \beta_{n-p-n}}{4}$$

Тринадцятий п-р-п 23, чотирнадцятий р-п-р 24, п'ятнадцятий п-р-п 26, шістнадцятий р-п-р 27 біполярні транзистори утворюють двотактний симетричний вихідний каскад.

Шини додатного 28 і від'ємного 30 живлення, а також нульового потенціалу 5 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

Коригуючий конденсатор 16 запобігає генерації схеми та коригує АЧХ і ФЧХ підсилювача. Резистор зворотного зв'язку 21 слугує для завдання відповідного коефіцієнту підсилення.



Фіг.