



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21203 (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) u200605106

(22) 10.05.2006

(24) 15.03.2007

(46) 15.03.2007, Бюл. № 3, 2007 р.

(72) Азаров Олексій Дмитрович, Лукащук Олександр Олександрович, Огнєв Віталій Георгієвич, Муращенко Олександр Геннадійович, Хорьков Олексій Михайлович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Підсилювач постійного струму, що містить шину нульового потенціалу, шини позитивного та негативного живлення, вихідну шину, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шістнадцять транзисторів, причому перший транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з шиною позитивного живлення, другий транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання бази та колектора з'єднаний з базою шостого транзистора ррр-типу, третій транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання бази і колектора з'єднаний з базою сьомого транзистора ррр-типу, четвертий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з шиною негативного живлення, п'ятий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з шиною позитивного живлення, а колектором - з колектором шостого транзистора ррр-типу, восьмий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з шиною негативного живлення, а колектором - з колектором сьомого транзистора ррр-типу, дев'ятий транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднаний з шиною позитивного живлення, а точкою об'єднання колектора і бази - з колектором десятого транзистора ррр-типу, десятий транзистор ррр-типу колектором з'єднаний з точкою об'єднання бази та колектора одинадцятого транзистора ррр-типу та з базою п'ятнадцятого транзистора ррр-типу, одинадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з емітером дванадцятого транзистора ррр-типу, дванадцятий транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання колектора і бази з'єднаний з колектором тринадцятого транзистора ррр-типу та з базою шістнадцятого транзистора ррр-типу, тринадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з точкою об'єднання колектора і бази чотирнадцятого транзистора ррр-типу, чотирнадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з шиною негативного живлення, п'ятнадцятий транзистор ррр-типу

колектором з'єднаний з шиною позитивного живлення, а емітером - з емітером шістнадцятого транзистора ррр-типу та вихідною шиною, шістнадцятий транзистор ррр-типу колектором з'єднаний з шиною негативного живлення, який **відрізняється** тим, що у нього введені чотири польових транзистори, два джерела струму та вхідний резистор, причому перший транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднаний з шиною позитивного живлення, точкою об'єднання колектора і бази через перше джерело живлення - з точкою об'єднання бази та колектора другого транзистора ррр-типу, а також з базою п'ятого транзистора ррр-типу та точкою об'єднання бази та колектора дев'ятого транзистора ррр-типу, другий транзистор ррр-типу в діодному включенні базою з'єднаний з базою шостого транзистора ррр-типу, а емітером - з точкою об'єднання витоку та підкладки першого польового транзистора з каналом р-типу, перший польовий транзистор з каналом р-типу затвором і стоком об'єднаний з затвором і стоком другого польового транзистора з каналом п-типу відповідно і з'єднаний з шиною нульового потенціалу, другий польовий транзистор з каналом п-типу витоком і підкладкою з'єднаний з емітером третього транзистора ррр-типу, третій транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання бази і колектора з'єднаний з базою сьомого транзистора ррр-типу і через друге джерело струму - з точкою об'єднання бази і колектора четвертого транзистора ррр-типу, четвертий транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднаний з шиною негативного живлення, п'ятий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з шиною позитивного живлення, а колектором - з базою десятого транзистора ррр-типу та колектором шостого транзистора ррр-типу, шостий транзистор ррр-типу емітером з'єднаний з витоком та підкладкою третього польового транзистора з каналом р-типу, третій польовий транзистор з каналом р-типу стоком об'єднаний зі стоком четвертого польового транзистора п-типу і з'єднаний з шиною нульового потенціалу, а затвором об'єднаний з затвором четвертого польового транзистора з каналом п-типу і з'єднаний через вхідний резистор з вхідною шиною і через паралельно увімкнені резистор зворотного зв'язку та коригуючий конденсатор - з вихідною шиною, четвертий польовий транзистор з каналом п-типу

UA (13)

(11) 21203

(19) UA

витоком і підкладкою з'єднаний з емітером сьомого транзистора рпр-типу, сьомий транзистор рпр-типу колектором з'єднаний з колектором восьмого транзистора рпр-типу та базою тринадцятого транзистора рпр-типу, восьмий транзистор рпр-типу емітером з'єднаний з шиною негативного живлення, дев'ятий транзистор рпр-типу в діодному включенні емітером з'єднаний з шиною позитивного живлення, а точкою об'єднання бази та колектора - з емітером десятого транзистора рпр-типу, десятий транзистор рпр-типу колектором з'єднаний з точкою об'єднання колектора і бази одинадцятого транзистора рпр-типу та з базою п'ятнадцятого транзистора рпр-типу, одинадцятий транзистор рпр-типу емітером з'єднаний з емітером дванадця-

того транзистора рпр-типу, дванадцятий транзистор рпр-типу в діодному включенні точкою об'єднання колектора і бази з'єднаний з колектором тринадцятого транзистора рпр-типу та базою шістнадцятого транзистора рпр-типу, тринадцятий транзистор рпр-типу емітером з'єднаний з точкою об'єднання колектора і бази чотирнадцятого транзистора рпр-типу, чотирнадцятий транзистор рпр-типу емітером з'єднаний з шиною негативного живлення, п'ятнадцятий транзистор колектором з'єднаний з шиною позитивного живлення, а емітером - з емітером шістнадцятого транзистора рпр-типу та з вихідною шиною, шістнадцятий транзистор рпр-типу колектором з'єднаний з шиною негативного живлення.

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

Відомо підсилювач постійного струму [Деклараційний патент України на корисну модель №11189. Бюлетень №12, 2005р.], який містить перший та другий вхідні транзистори відповідно рпр-типу і рпр-типу. Емітери цих транзисторів з'єднано між собою і з вхідною шиною через вхідний резистор. Третій та четвертий транзистори, які мають структуру відповідно другого та першого вхідних транзисторів, колекторами з'єднано з колекторами першого та другого вхідних транзисторів, а емітерами - до шин позитивного і негативного живлення. Перший транзистор рпр-типу в діодному включенні колектором і базою з'єднано з шиною позитивного живлення через перше джерело струму, а емітером - з шиною нульового потенціалу. Другий транзистор рпр-типу в діодному включенні колектором і базою з'єднано з шиною негативного живлення через друге джерело струму, а емітером - з шиною нульового потенціалу. Бази першого транзистора та першого вхідного транзистора, а також другого транзистора та другого вхідного транзистора з'єднані між собою. П'ятий транзистор рпр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною позитивного живлення, а колектором і базою - з базою третього транзистора та колектором шостого транзистора. Восьмий транзистор рпр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, а колектором і базою - з базою четвертого транзистора та колектором сьомого транзистора. Шостий і сьомий транзистори відповідно рпр- та рпр- типів з'єднано колекторами, їх бази з'єднано з базою і колектором дев'ятого і десятого транзисторів відповідно. Дев'ятий транзистор рпр-типу в діодному включенні базою і колектором з'єднано з колектором дванадцятого транзистора, а емітером - з шиною нульового потенціалу. Десятый транзистор рпр-типу в діодному включенні базою і колектором з'єднано з колектором тринадцятого транзистора, а емітером - з шиною нульового потенціалу. Дванадцятий транзистор рпр-типу базою з'єднаний з колекторами третього транзистора і першого вхідного транзис-

тора, а емітером - з колектором одинадцятого транзистора і базою шістнадцятого транзистора. Тринадцятий транзистор рпр-типу базою з'єднаний з колекторами четвертого транзистора і другого вхідного транзистора, а емітером - з колектором чотирнадцятого транзистора і базою дев'ятнадцятого транзистора. Одинадцятий транзистор рпр-типу емітером з'єднано з шиною позитивного живлення, а базою - з базою і колектором п'ятнадцятого транзистора. Чотирнадцятий транзистор рпр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, а базою - з базою і колектором двадцятого транзистора. П'ятнадцятий і двадцятий транзистори рпр-типу відповідно з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення. Шістнадцятий транзистор рпр-типу емітером з'єднано з колектором і базою п'ятнадцятого транзистора, базою - з колектором одинадцятого та емітером дванадцятого транзисторів, а колектором - з базою першого вхідного транзистора та колектором і базою сімнадцятого транзистора. Дев'ятнадцятий транзистор рпр-типу емітером з'єднано з колектором і базою двадцятого транзистора, базою - з колектором чотирнадцятого та емітером тринадцятого транзисторів, а колектором - з базою другого вхідного транзистора та колектором і базою вісімнадцятого транзистора. Сімнадцятий і вісімнадцятий транзистори в діодному включенні рпр-типу і рпр-типу відповідно емітерами з'єднано з емітерами першого та другого вхідних транзисторів через коригуючий конденсатор, а базами і колекторами - з колектором шістнадцятого транзистора і базою першого вхідного транзистора та з колектором дев'ятнадцятого транзистора і базою другого вхідного транзистора відповідно. Перший та другий вхідні транзистори рпр-типу і рпр-типу відповідно емітерами з'єднано з шиною нульового потенціалу через вхідний резистор і з вхідним резистором через резистор зворотного зв'язку, а колекторами - відповідно з шинами позитивного і негативного живлення.

Недоліком пристрою є низький вхідний опір, а також наявність вхідного струму, що призводить до появи похибки зміщення нуля, якщо опір генератора вхідного сигналу має ненульове значення, що обмежує функціональні можливості при роботі

з емнісним джерелом вхідного сигналу, оскільки наявність вхідного струму призводить до появи значних динамічних похибок.

За найближчий аналог обрано різницевий підсилювач струму [Деклараційний патент України на корисну модель №11301. Бюлетень №12, 2005р.], який містить перший та другий транзистори відповідно ррп-типу і ррр-типу в діодному вмиканні. Емітери цих транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення. Перший транзистор ррр-типу базою і колектором з'єднано з базою третього транзистора ррр-типу і через перший резистор з колектором і базою другого транзистора ррп-типу. Другий транзистор ррп-типу базою і колектором з'єднано з базою четвертого транзистора ррп-типу. Третій транзистор ррп-типу емітером з'єднано з шиною позитивного живлення і колектором - з базою та колектором п'ятого транзистора ррп-типу. Четвертий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, а колектором - з базою і колектором шостого транзистора ррр-типу. П'ятий і шостий транзистори ррр-типу і ррп-типу відповідно в діодному включенні емітерами з'єднано з шиною нульового потенціалу, а об'єднаними базою і колектором - з базами першого ррп-типу і другого ррр-типу вхідних транзисторів відповідно. Сьомий транзистор ррп-типу емітером з'єднано з шиною позитивного живлення, а колектором - з колектором першого вхідного транзистора ррп-типу. Восьмий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, а колектором - з колектором другого вхідного транзистора ррр-типу. Перший та другий вхідні транзистори відповідно ррр-типу і ррп-типу об'єднані емітерами і з'єднані з вхідною шиною. Дев'ятий транзистор ррп-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною позитивного живлення. Базу і колектор цього транзистора об'єднано і з'єднано з колектором десятого транзистора ррп-типу та базою сьомого транзистора ррп-типу. Дванадцятий транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною негативного живлення. Базу і колектор цього транзистора об'єднано і з'єднано з колектором одинадцятого транзистора ррр-типу та базою восьмого транзистора ррп-типу. Десятий і одинадцятий транзистори ррр-типу і ррп-типу відповідно об'єднано колекторами. Тринадцятий транзистор ррп-типу емітером з'єднано з шиною позитивного живлення. Базу і колектор цього транзистора об'єднано і через другий резистор з'єднано з точкою об'єднання бази і колектора дев'ятого транзистора ррр-типу. Вісімнадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення. Базу і колектор цього транзистора об'єднано і через третій резистор з'єднано з точкою об'єднання бази і колектора дванадцятого транзистора ррп-типу. Чотирнадцятий транзистор ррп-типу базою з'єднано з точкою об'єднання колекторів сьомого транзистора ррр-типу і першого вхідного транзистора ррп-типу. Емітером цей транзистор з'єднаний з точкою об'єднання бази і колектора тринадцятого транзистора ррр-типу. Сімнадцятий транзистор ррр-типу базою з'єднано з точкою об'єднання колекторів восьмого транзистора ррп-типу і другого вхідного транзистора ррр-типу. Емітером цей транзистор з'єднаний

з точкою об'єднання бази і колектора вісімнадцятого транзистора ррп-типу. П'ятнадцятий і шістнадцятий транзистори відповідно ррп-типу і ррр-типу об'єднано емітерами. Об'єднані база і колектор п'ятнадцятого транзистора ррп-типу з'єднані з базою десятого транзистора ррп-типу і з колектором чотирнадцятого транзистора ррр-типу, а об'єднані база і колектор шістнадцятого транзистора ррр-типу з'єднані з базою одинадцятого транзистора ррр-типу і колектором сімнадцятого транзистора ррп-типу. Перший, другий та третій вхідні транзистори ррп-типу колекторами з'єднано з шиною позитивного живлення, а базами - з точкою з'єднання колекторів чотирнадцятого і п'ятнадцятого транзисторів ррр-типу і ррп-типу відповідно. Четвертий, п'ятий та шостий вхідні транзистори ррп-типу колекторами з'єднано з шиною негативного живлення, а базами - з точкою з'єднання колекторів шістнадцятого і сімнадцятого транзисторів ррр-типу і ррп-типу відповідно. Перший, другий, третій, четвертий, п'ятий та шостий вхідні транзистори об'єднано емітерами, точка їх об'єднання через резистор навантаження з'єднана з шиною нульового потенціалу, через коригуючий конденсатор - з точкою об'єднання емітерів першого та другого вхідних транзисторів ррп-типу і ррр-типу відповідно, а через резистор зворотного зв'язку - з вхідною шиною.

Основними недоліками найближчого аналога є низький вхідний опір і наявність вхідного струму, що призводить до появи похибки зміщення нуля, якщо опір генератора вхідного сигналу має ненульове значення, що обмежує функціональні можливості при роботі з емнісним джерелом вхідного сигналу, оскільки наявність вхідного струму призводить до появи значних динамічних похибок.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення підсилювача постійного струму, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними підвищується вхідний опір, з'являється можливість поширення галузі використання приладу, що приводить до економії шляхом використання приладу в різноманітних пристроях імпульсної та обчислювальної техніки, автоматики тощо.

Поставлена задача досягається тим, що в підсилювач постійного струму, який містить шину нульового потенціалу, шини позитивного та негативного живлення, вихідну шину, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шістнадцять біполярних транзисторів, причому перший транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною позитивного живлення, другий транзистор ррп-типу в діодному включенні точкою об'єднання бази та колектора з'єднано є базою шостого транзистора ррп-типу, третій транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання бази і колектора з'єднано з базою сьомого транзистора ррр-типу, четвертий транзистор ррп-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, п'ятий транзистор ррр-типу колектором з'єднано з шиною позитивного живлення, а колектором - з колектором шостого транзистора ррп-типу, восьмий транзистор ррп-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, а колектором - з колектором сьомого транзистора ррр-типу, дев'ятий транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною

позитивного живлення, а точкою об'єднання колектора і бази - з колектором десятого транзистора ррр-типу, десятий транзистор ррр-типу колектором з'єднано з точкою об'єднання бази та колектора одинадцятого транзистора ррр-типу та з базою п'ятнадцятого транзистора ррр-типу, одинадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з емітером дванадцятого транзистора ррр-типу, дванадцятий транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання колектора і бази з'єднано з колектором тринадцятого транзистора ррр-типу та з базою шістнадцятого транзистора ррр-типу, тринадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з точкою об'єднання колектора і бази чотирнадцятого транзистора ррр-типу, чотирнадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, п'ятнадцятий транзистор ррр-типу колектором з'єднано з шиною позитивного живлення, а емітером - з емітером шістнадцятого транзистора ррр-типу та вихідною шиною, шістнадцятий транзистор ррр-типу колектором з'єднано з шиною негативного живлення, введено чотири польових транзистори, два джерела струму та вхідний резистор, причому перший транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною позитивного живлення, точкою об'єднання колектора і бази через перше джерело живлення - з точкою об'єднання бази та колектора другого транзистора ррр-типу, а також з базою п'ятого транзистора ррр-типу та точкою об'єднання бази та колектора дев'ятого транзистора ррр-типу, другий транзистор ррр-типу в діодному включенні базу з'єднано з базою шостого транзистора ррр-типу, а емітером - з точкою об'єднання витоку та підкладки першого польового транзистора з каналом р-типу, перший польовий транзистор з каналом р-типу затвором і стоком об'єднано з затвором і стоком другого польового транзистора з каналом п-типу відповідно і з'єднано з шиною нульового потенціалу, другий польовий транзистор з каналом п-типу витоком і підкладкою з'єднано з емітером третього транзистора ррр-типу, третій транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання бази і колектора з'єднано з базою сьомого транзистора ррр-типу і через друге джерело струму - з точкою об'єднання бази і колектора четвертого транзистора ррр-типу, четвертий транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною негативного живлення, п'ятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною позитивного живлення, а колектором - з базою десятого транзистора ррр-типу та колектором шостого транзистора ррр-типу, шостий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з витоком та підкладкою третього польового транзистора з каналом р-типу, третій польовий транзистор з каналом р-типу стоком об'єднано зі стоком четвертого польового транзистора п-типу і з'єднано з шиною нульового потенціалу, а затвором об'єднано з затвором четвертого польового транзистора з каналом п-типу і з'єднано через вхідний резистор з вхідною шиною і через паралельно увімкнені резистор зворотного зв'язку та коригуючий конденсатор - з вихідною шиною, четвертий польовий транзистор з каналом п-типу витоком і підкладкою з'єднано з емітером сьомого транзистора ррр-типу, сьомий транзистор ррр-типу колектором з'єднано з

колектором восьмого транзистора ррр-типу та базою тринадцятого транзистора ррр-типу, восьмий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, дев'ятий транзистор ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною позитивного живлення, а точкою об'єднання і та колектора - з емітером десятого транзистора ррр-типу, десятий транзистор ррр-типу колектором з'єднано з точкою об'єднання колектора і бази одинадцятого транзистора ррр-типу та з базою п'ятнадцятого транзистора ррр-типу, одинадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з емітером дванадцятого транзистора ррр-типу, дванадцятий транзистор ррр-типу в діодному включенні точкою об'єднання колектора і бази з'єднано з колектором тринадцятого транзистора ррр-типу та базою шістнадцятого транзистора ррр-типу, тринадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з точкою об'єднання колектора і бази чотирнадцятого транзистора ррр-типу, чотирнадцятий транзистор ррр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення, п'ятнадцятий транзистор колектором з'єднано з шиною позитивного живлення, а емітером - з емітером шістнадцятого транзистора ррр-типу та з вихідною шиною, шістнадцятий транзистор ррр-типу колектором з'єднано з шиною негативного живлення.

На кресленні представлено принципову схему підсилювача постійного струму.

Транзистори 4 та 5 (з каналами п-типу та р-типу відповідно) об'єднано стоками та затворами і з'єднано з шиною нульового потенціалу. Підкладки і витоки цих транзисторів об'єднано і з'єднано з емітером транзистора 3 ррр-типу та транзистора 6 ррр-типу відповідно. Транзистор 3 ррр-типу в діодному включенні об'єднано базою і колектором, точку об'єднання з'єднано з базою транзистора 10 ррр-типу та через джерело струму 2 - з точкою об'єднання бази і колектора транзистора 1 ррр-типу. Транзистор 6 ррр-типу в діодному включенні об'єднано базою і колектором, точку об'єднання з'єднано з базою транзистора 13 ррр-типу та через джерело струму 7-з точкою об'єднання бази і колектора транзистора 8 ррр-типу. Транзистор 1 ррр-типу в діодному включенні колектором з'єднано з шиною позитивного живлення 24, а точка об'єднання його бази і колектора з'єднана з базою транзистора 9 ррр-типу. Транзистор 8 ррр-типу в діодному включенні емітером з'єднаний з шиною негативного живлення 25, а точка об'єднання його бази і колектора з'єднана з базою транзистора 14 ррр-типу. Транзистор 9 ррр-типу емітером з'єднано з шиною позитивного живлення 24, колектором - з базою транзистора 16 ррр-типу і з колектором транзистора 10 ррр-типу, а базою - з точками об'єднання бази і колектора 15 і 1 транзисторів ррр-типу. Транзистор 14 ррр-типу емітером з'єднано з шиною негативного живлення 25, колектором - з базою транзистора 19 ррр-типу і з колектором транзистора 13 ррр-типу, а базою - з точками об'єднання бази і колектора 20 і 8 біполярних транзисторів ррр-типу. Транзистор 10 ррр-типу емітером з'єднано з витоком і підкладкою транзистора 11 з каналом р-типу. Транзистор 13 ррр-типу емітером з'єднано з витоком і підкладкою транзистора 12 з

каналом п-типу. Транзистори 11 та 12 з каналами р-типу та п-типу відповідно об'єднано стоками і точкою об'єднання з'єднано з шиною нульового потенціалу. Затвори цих транзисторів об'єднано і через вхідний резистор 27 їх з'єднано з вхідною шиною 28. Транзистор 15 рпр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною позитивного живлення 24, точка об'єднання його колектора і бази з'єднана з емітером транзистора 16 рпр-типу. Транзистор 20 рпр-типу в діодному включенні емітером з'єднано з шиною негативного живлення 25, точкою об'єднання його колектора і бази з'єднано з емітером транзистора 19 рпр-типу. Транзистор 16 рпр-типу колектором з'єднано з базою транзистора 21 рпр-типу і з точкою об'єднання колектора та бази транзистора 17 рпр-типу. Транзистор 19 рпр-типу колектором з'єднано з базою транзистора 22 рпр-типу і з точкою об'єднання колектора та бази транзистора 18 рпр-типу. 17 та 18 транзистори в діодному включенні рпр-типу та рпр-типу відповідно об'єднано емітерами. 21 та 22 транзистори рпр-типу та рпр-типу об'єднано емітерами, точка об'єднання є виходом підсилювача 23, вона ж через коригуючий конденсатор 29 з'єднана з точкою об'єднання затворів транзисторів 11 та 12 (з каналами р-типу та п-типу відповідно). Вихідна шина 23 через резистор зворотного зв'язку 28 з'єднана з точкою об'єднання затворів транзисторів 11 та 12 (з каналами р-типу та п-типу відповідно). Транзистор 21 рпр-типу колектором з'єднано з шиною позитивного живлення 24, а транзистор 22 рпр-типу колектором з'єднано з шиною негативного живлення 25.

Пристрій працює таким чином.

При подачі на вхід схеми 26 додатної напруги $U_{вх}$, вона через вхідний резистор 27 поступає на затвори транзисторів 11 та 12. Транзистор 12 привідкривається, струм через перехід стік-витік цього транзистора збільшується і поступає в емітер транзистора 13. Колекторний струм транзистора 13 теж збільшується. Це призводить до збільшення базового струму транзистора 19, відповідно збільшується і його колекторний струм. Це призводить до збільшення базового струму транзистора 22. Транзистор 22 привідкривається. Канал транзистора 11 прикривається, тому зменшується струм емітера транзистора 10. Транзистор 10 прикривається. Це призводить до зменшення струму колектора транзистора 10, що викликає зменшення базового струму транзистора 16.

Транзистор 16 прикривається, його емітерний струм зменшується, що призводить до зменшення базового струму транзистора 21. Транзистор 21 прикривається. Зменшення колекторного струму транзистора 21 призводить до зменшення базового струму транзистора 21 і збільшення базового струму транзистора 22. Транзистор 21 прикривається, транзистор 22 привідкривається. Це призводить до зменшення потенціалу виходу схеми 23 і наближення його до значення від'ємного потенціалу живлення. При подачі на вхід схеми 26 від'ємної напруги $U_{вх}$, вона через вхідний резистор 27 поступає на затвори транзисторів 11 та 12. Транзистор 12 прикривається, струм через перехід стік-витік цього транзистора зменшується і поступає в емітер транзистора 13. Колекторний струм транзистора 13 теж зменшується. Це призводить до зменшення базового струму транзистора 19, відповідно зменшується і його колекторний струм. Це призводить до зменшення базового струму транзистора 22. Транзистор 22 прикривається. Канал транзистора 11 привідкривається, тому збільшується струм емітера транзистора 10. Транзистор 10 привідкривається. Це призводить до збільшення струму колектора транзистора 10, що викликає збільшення базового струму транзистора 16. Транзистор 16 привідкривається, його емітерний струм збільшується, що призводить до збільшення базового струму транзистора 21. Транзистор 21 привідкривається. Збільшення колекторного струму транзистора 21 призводить до збільшення базового струму транзистора 21 і зменшення базового струму транзистора 22. Транзистор 21 привідкривається, транзистор 22 прикривається. Це призводить до збільшення потенціалу виходу схеми 23 і наближення його до значення додатного потенціалу живлення. Транзистори 3, 4, 5, 6, включені по схемі діода, слугують для завдання робочої точки транзисторів 10, 11, 12, 13. Значення струму робочої точки задається рівнями струмів генераторів струмів 2 і 7. Транзистори 1 і 8, включені по схемі діода, є складовими частинами відбивачів струму на транзисторах 1, 9, 15 та 8, 14, 20. Транзистори 17 і 18, включені по схемі діодів, забезпечують режим по постійному струму транзисторів 21 та 22. Резистор зворотного зв'язку 28 слугує для завдання відповідного значення коефіцієнта підсилення. Коригуючий конденсатор 29 призначений для забезпечення стійкості роботи схеми.

