



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **39796** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
**H03K 5/22**  
**G05B 1/00**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ**

1

2

(21) u200812467

(22) 23.10.2008

(24) 10.03.2009

(46) 10.03.2009, Бюл.№ 5, 2009 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, UA,  
ТЕПЛИЦЬКИЙ МИХАЙЛО ЮХИМОВИЧ, UA,  
РЕШЕТНИК ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA,  
БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, що містить резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, тринадцять n-p-n та тринадцять p-n-p біполярних транзисторів, один p-типу і один n-типу польові транзистори, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого n-p-n і другого p-n-p біполярних транзисторів, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, бази і колектори першого p-n-p і другого n-p-n біполярних транзисторів з'єднані з базами третього n-p-n і восьмого p-n-p біполярних транзисторів, а їх емітери об'єднані і підключені до шини нульового потенціалу, база і колектор четвертого p-n-p біполярного транзистора з'єднані з базою п'ятого p-n-p біполярного транзистора, а їх емітери підключені до шини додатного живлення, база і колектор сьомого n-p-n біполярного транзистора з'єднані з базою шостого p-n-p біполярного транзистора, а їх емітери підключені до шини від'ємного живлення, база і колектор десятого p-n-p біполярного транзистора з'єднані з базою дев'ятого p-n-p біполярного транзистора і колектором дванадцятого p-n-p біполярного транзистора, а їх емітери підключені до шини додатного живлення, база і колектор шістнадцятого p-n-p біполярного транзистора з'єднані з базою п'ятнадцятого p-n-p біполярного транзистора і колектором вісімнадцятого p-n-p біполярного транзистора, а їх емітери підключені до шини від'ємного живлення, бази і колектори тринадцятого p-n-p і дев'ятнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднані з базами дванадцятого p-n-p і вісімнадцятого p-n-p, базами чотирнадцятого p-n-p і двадцятого p-n-p біполярних транзисторів та витокками першого p-типу і другого n-типу польових транзисторів відповідно,

емітери дванадцятого p-n-p і вісімнадцятого p-n-p, а також тринадцятого p-n-p і дев'ятнадцятого p-n-p біполярних транзисторів об'єднані відповідно, емітери чотирнадцятого p-n-p і двадцятого p-n-p біполярних транзисторів об'єднані і підключені до другого виводу конденсатора і другого виводу резистора та вихідної шини, колектори чотирнадцятого p-n-p типу і двадцятого p-n-p типу біполярних транзисторів підключені до шини додатного та від'ємного живлення відповідно, емітери одинадцятого p-n-p і сімнадцятого p-n-p біполярних транзисторів підключені до шини додатного та від'ємного живлення відповідно, а бази з'єднані із затворами першого p-типу і другого n-типу польових транзисторів, стоки першого p-типу і другого n-типу польових транзисторів з'єднані з колекторами одинадцятого p-n-p і сімнадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, який **відрізняється** тим, що введені три n-p-n та три p-n-p біполярних транзистори, причому база і колектор двадцять першого p-n-p біполярного транзистора з'єднані з першим виводом джерела струму і базою двадцять другого p-n-p біполярного транзистора, а емітер з колектором п'ятого p-n-p біполярного транзистора, емітер двадцять другого p-n-p біполярного транзистора з'єднані з базою і колектором четвертого p-n-p біполярного транзистора, колектор двадцять другого p-n-p біполярного транзистора з'єднаний з базою і колектором двадцять третього p-n-p і базою двадцять четвертого p-n-p біполярних транзисторів, емітери двадцять третього p-n-p біполярного транзистора з'єднані з колектором третього p-n-p біполярного транзистора, а емітер двадцять четвертого p-n-p - з колектором і базою першого p-n-p біполярного транзистора, колектор двадцять четвертого p-n-p біполярного транзистора з'єднаний з колектором дев'ятого і базою двадцять п'ятого p-n-p біполярних транзисторів, причому колектор двадцять п'ятого p-n-p біполярного транзистора підключений до шини нульового потенціалу, а емітер з'єднаний з колектором двадцять шостого і базою одинадцятого p-n-p біполярних транзисторів, емітер двадцять шостого p-n-p біполярного транзистора підключено до шини додатного живлення, а базу - до бази і колектора десятого p-n-p біполярного транзистора, база і колектор двадцять сьомого n-p-n біполярного тра-

(19) **UA** (11) **39796** (13) **U**

нзистора з'єднані з другим виводом джерела струму і базою двадцять восьмого n-p-n біполярного транзистора, а емітер - з колектором шостого n-p-n біполярного транзистора, емітер двадцять восьмого n-p-n біполярного транзистора з'єднаний з базою і колектором сьомого n-p-n біполярного транзистора, колектор двадцять восьмого n-p-n біполярного транзистора з'єднаний з базою і колектором двадцять дев'ятого n-p-n і базою тридцятого n-p-n біполярних транзисторів, емітери двадцять дев'ятого n-p-n біполярного транзистора з'єднані з колектором восьмого n-p-n біполярного транзистора, а емітер тридцятого n-p-n - з колек-

тором і базою другого n-p-n біполярного транзистора, колектор тридцятого n-p-n біполярного транзистора з'єднаний з колектором п'ятнадцятого і базою тридцять другого n-p-n біполярних транзисторів, причому колектор тридцять другого n-p-n біполярного транзистора підключений до шини нульового потенціалу, а емітер з'єднаний з колектором тридцять першого і базою сімнадцятого n-p-n біполярних транзисторів, емітер тридцять першого n-p-n біполярного транзистора підключено до шини від'ємного живлення, а базу - до бази і колектора шістнадцятого n-p-n біполярного транзистора.

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, 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 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 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.

Недоліком аналогу є значна нелінійність і низький коефіцієнт передачі. За прототип взято двотактний симетричний підсилювач струму [Патент України №25609, бюл. №12, 2007р.], який містить резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, тринадцять n-p-n та тринадцять p-n-p біполярних транзисторів, один p-типу і один n-типу польові транзистори, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого n-p-n і другого p-n-p біполярних транзисторів, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, бази першого n-p-n і другого 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 колекторами п'ятого p-n-p і шостого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, емітери третього p-n-p і четвертого p-n-p біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази п'ятого p-n-p і шостого n-p-n біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого p-n-p і восьмого n-p-n біполярних транзисторів відповідно, а також з виводами джерела струму, емітери п'ятого p-n-p, сьомого p-n-p, дев'ятого p-n-p, одинадцятого p-n-p і п'ятнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери шостого n-p-n, восьмого p-n-p, десятого p-n-p, дванадцятого p-n-p і шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори дев'ятого p-n-p і десятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з колекторами першого p-n-p і другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з базою

п'ятнадцятого р-п-р і шістнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з затворами першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів, бази дев'ятого р-п-р і десятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого р-п-р і дванадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами тринадцятого п-р-п і чотирнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого п-р-п і чотирнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, бази тринадцятого п-р-п і чотирнадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами дев'ятнадцятого п-р-п і двадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, витоки першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів з'єднано з колекторами п'ятнадцятого р-п-р і шістнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, стоки першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого п-р-п і двадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами двадцять першого п-р-п і двадцять другого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять першого п-р-п і двадцять другого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять третього п-р-п і двадцять четвертого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами двадцять п'ятого п-р-п і двадцять шостого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять третього п-р-п і двадцять четвертого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, колектори двадцять першого п-р-п і двадцять п'ятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, колектори двадцять другого р-п-р двадцять шостого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери двадцять п'ятого п-р-п і двадцять шостого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другими выводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, 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 двотактного симетричного підсилювача 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 двотактний симетричний підсилювач струму, який містить резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, тринадцять п-р-п та тринадцять р-п-р біполярних транзисторів, один р-типу і один п-типу польові транзистори, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого п-р-п і другого р-п-р біполярних транзисторів, а також з першими выводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого кон-

денсатора, бази і колектори першого р-п-р і другого п-р-п біполярних транзисторів з'єднані з базами третього п-р-п і восьмого р-п-р біполярних транзисторів, а їх емітери об'єднано і підключено до шини нульового потенціалу, база і колектор четвертого р-п-р біполярного транзистора з'єднано з базою п'ятого р-п-р біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини додатного живлення, база і колектор шостого п-р-п біполярного транзистора з'єднано з базою шостого п-р-п біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини від'ємного живлення, база і колектор десятого р-п-р біполярного транзистора з'єднано з базою дев'ятого р-п-р біполярного транзистора і колектором дванадцятого п-р-п біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини додатного живлення, база і колектор шістнадцятого п-р-п біполярного транзистора з'єднано з базою п'ятнадцятого п-р-п біполярного транзистора і колектором вісімнадцятого р-п-р біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини від'ємного живлення, бази і колектори тринадцятого р-п-п і дев'ятнадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднані з базами дванадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-п, базами чотирнадцятого п-р-п і двадцятого р-п-р біполярних транзисторів та витоками першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів відповідно, емітери дванадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-п, а також тринадцятого п-р-п і дев'ятнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано відповідно, емітери чотирнадцятого п-р-п і двадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано і підключено до другого виводу конденсатора і другого виводу резистора та вихідної шини, колектори чотирнадцятого п-р-п типу і двадцятого р-п-р типу біполярних транзисторів підключено до шини додатного та від'ємного живлення відповідно, емітери одинадцятого р-п-п і сімнадцятого п-р-п біполярних транзисторів підключено до шини додатного та від'ємного живлення відповідно, а бази з'єднано із затворами першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів, стоки першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів з'єднано з колекторами одинадцятого р-п-р і сімнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, введено три п-р-п та три р-п-р біполярних транзисторів, причому база і колектор двадцять першого р-п-р біполярного транзистора з'єднано з першим виводом джерела струму і базою двадцять другого р-п-р біполярного транзистора, а емітер з колектором п'ятого р-п-р біполярного транзистора, емітер двадцять другого р-п-р біполярного транзистора з'єднано з базою і колектором четвертого р-п-р біполярного транзистора, колектор двадцять другого р-п-р біполярного транзистора з'єднано з базою і колектором двадцять третього п-р-п і базою двадцять четвертого п-р-п біполярних транзисторів, емітери двадцять третього п-р-п біполярного транзистора з'єднано з колектором третього п-р-п біполярного транзистора, а емітер двадцять четвертого п-р-п з колектором і базою першого п-р-п біполярного транзистора, колектор двадцять четвертого п-р-п біполярного транзистора з'єднано з колектором дев'ятого і базою двадцять п'ятого р-п-р біполярних транзисторів, причому колектор двадцять п'ятого р-п-р біполярного транзистора під-

ключено до шини нульового потенціалу, а емітер з'єднано з колектором двадцять шостого і базою одинадцятого р-п-п біполярних транзисторів, емітер двадцять шостого р-п-п біполярного транзистора підключено до шини додатного живлення, а базу - до бази і колектора десятого р-п-п біполярного транзистора, база і колектор двадцять сьомого р-п-п біполярного транзистора з'єднано з другим виводом джерела струму і базою двадцять восьмого р-п-п біполярного транзистора, а емітер з колектором шостого р-п-п біполярного транзистора, емітер двадцять восьмого р-п-п біполярного транзистора з'єднано з базою і колектором сьомого р-п-п біполярного транзистора, колектор двадцять восьмого р-п-п біполярного транзистора з'єднано з базою і колектором двадцять дев'ятого р-п-п і базою тридцятого р-п-п біполярних транзисторів, емітери двадцять дев'ятого р-п-п біполярного транзистора з'єднано з колектором восьмого р-п-п біполярного транзистора, а емітер тридцятого р-п-п з колектором і базою другого р-п-п біполярного транзистора, колектор тридцятого р-п-п біполярного транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого і базою тридцять другого р-п-п біполярних транзисторів, причому колектор тридцять другого р-п-п біполярного транзистора підключено до шини нульового потенціалу, а емітер з'єднано з колектором тридцять першого і базою сімнадцятого р-п-п біполярних транзисторів, емітер тридцять першого р-п-п біполярного транзистора підключено до шини від'ємного живлення, а базу - до бази і колектора шістнадцятого р-п-п біполярного транзистора.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристій містить вхідну шину 6, яку з'єднано з емітерами першого р-п-п 18 і другого р-п-п 19 біполярних транзисторів, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку 33 та коригуючого конденсатора 32, бази і колектори першого р-п-п 18 і другого р-п-п 19 біполярних транзисторів з'єднані з базами третього р-п-п 10 і восьмого 12 р-п-п біполярних транзисторів, а їх емітери об'єднано і підключено до шини нульового потенціалу 11, база і колектор четвертого р-п-п 7 біполярного транзистора з'єднано з базою п'ятого р-п-п 1 біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини додатного живлення 40, база і колектор сьомого р-п-п 15 біполярного транзистора з'єднано з базою шостого р-п-п 5 біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини від'ємного живлення 44, база і колектор десятого р-п-п 22 біполярного транзистора з'єднано з базою дев'ятого р-п-п 16 біполярного транзистора і колектором дванадцятого р-п-п 23 біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини додатного живлення 40, база і колектор шістнадцятого р-п-п 25 біполярного транзистора з'єднано з базою п'ятнадцятого р-п-п 21 біполярного транзистора і колектором вісімнадцятого р-п-п 24 біполярного транзистора, а їх емітери підключено до шини від'ємного живлення 44, бази і колектори тринадцятого р-п-п 36 і дев'ятнадцятого р-п-п 37 біполярних транзисторів з'єднані з базами дванадцятого р-п-п 23 і вісімнадцятого р-п-п 24, базами чотирнадцятого р-п-п 41 і двадцятого р-п-п 43 біполярних транзисторів та витоками першого

р-типу 35 і другого п-типу 38 польових транзисторів відповідно, емітери дванадцятого р-п-п 23 і вісімнадцятого р-п-п 24, а також тринадцятого р-п-п 36 і дев'ятнадцятого р-п-п 37 біполярних транзисторів об'єднано відповідно, емітери чотирнадцятого р-п-п 41 і двадцятого р-п-п 43 біполярних транзисторів об'єднано і підключено до другого виводу коригуючого конденсатора 32 і другого виводу резистора зворотного зв'язку 33 та вихідної шини 42, колектори чотирнадцятого р-п-п 41 типу і двадцятого р-п-п 43 типу біполярних транзисторів підключено до шини додатного 40 та від'ємного 44 живлення відповідно, емітери одинадцятого р-п-п 34 і сімнадцятого р-п-п 39 біполярних транзисторів підключено до шини додатного 40 та від'ємного 44 живлення відповідно, а бази з'єднано із затворами першого р-типу 35 і другого п-типу 38 польових транзисторів, стоки першого р-типу 35 і другого п-типу 38 польових транзисторів з'єднано з колекторами одинадцятого р-п-п 34 і сімнадцятого р-п-п 39 біполярних транзисторів відповідно, база і колектор двадцять першого р-п-п 2 біполярного транзистора з'єднано з першим виводом джерела струму 3 і базою двадцять другого р-п-п 8 біполярного транзистора, а емітер з колектором п'ятого р-п-п 1 біполярного транзистора, емітер двадцять другого р-п-п 8 біполярного транзистора з'єднано з базою і колектором четвертого р-п-п 7 біполярного транзистора, колектор двадцять другого р-п-п 8 біполярного транзистора з'єднано з базою і колектором двадцять третього р-п-п 9 і базою двадцять четвертого р-п-п 17 біполярних транзисторів, емітери двадцять третього р-п-п 9 біполярного транзистора з'єднано з колектором третього р-п-п 10 біполярного транзистора, а емітер двадцять четвертого р-п-п 17 з колектором і базою першого р-п-п 18 біполярного транзистора, колектор двадцять четвертого р-п-п 17 біполярного транзистора з'єднано з колектором дев'ятого 16 і базою двадцять п'ятого р-п-п 27 біполярних транзисторів, причому колектор двадцять п'ятого р-п-п 27 біполярного транзистора підключено до шини нульового потенціалу 28, а емітер з'єднано з колектором двадцять шостого 26 і базою одинадцятого р-п-п 34 біполярних транзисторів, емітер двадцять шостого р-п-п 26 біполярного транзистора підключено до шини додатного живлення 40, а базу - до бази і колектора десятого р-п-п 22 біполярного транзистора, база і колектор двадцять сьомого р-п-п 4 біполярного транзистора з'єднано з другим виводом джерела струму 3 і базою двадцять восьмого р-п-п 14 біполярного транзистора, а емітер з колектором шостого р-п-п 5 біполярного транзистора, емітер двадцять восьмого р-п-п 14 біполярного транзистора з'єднано з базою і колектором двадцять дев'ятого р-п-п 13 і базою тридцятого 20 р-п-п біполярних транзисторів, емітер двадцять дев'ятого р-п-п 13 біполярного транзистора з'єднано з колектором восьмого р-п-п 12 біполярного транзистора, а емітер тридцятого р-п-п 20 з колектором і базою другого р-п-п 19 біполярного транзистора, колектор тридцятого р-п-п 20 біполярного транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого р-п-п 21 і базою три-

дцять другого n-p-n 30 біполярних транзисторів, причому колектор тридцять другого n-p-n 30 біполярного транзистора підключено до шини нульового потенціалу 29, а емітер з'єднано з колектором тридцять першого n-p-n 31 і базою сімнадцятого n-p-n 39 біполярних транзисторів, емітер тридцять першого n-p-n 31 біполярного транзистора підключено до шини від'ємного живлення 44, а базу - до бази і колектора шістнадцятого n-p-n 25 біполярного транзистора.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 6. Якщо вхідний струм втікає у схему, то другий n-p-n 19 біполярний транзистор привідкривається, а перший n-p-n 18 біполярний транзистор призакривається. Відповідно двадцять тридцять п'ятого n-p-n 20 біполярний транзистор привідкривається, а двадцять четвертий n-p-n 17 біполярний транзистор призакривається. Відповідно сімнадцятий n-p-n 39 біполярний та другий n-типу 38 польовий транзистори привідкриваються, а одинадцятий n-p-n 34 біполярний та перший n-типу 35 польовий транзистори призакриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого n-p-n 36 і дев'ятнадцятого n-p-n 37 біполярних транзисторів зменшується і прямує до -Е<sub>ж</sub>. При цьому точка об'єднання емітерів чотирнадцятого n-p-n 41 і двадцятого n-p-n 43 біполярних транзисторів, а також вихідна шина 42 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого n-p-n 36 і дев'ятнадцятого n-p-n 37 біполярних транзисторів і також зменшується та наближається до -Е<sub>ж</sub>.

Якщо вхідний струм втікає у схему, то другий n-p-n 19 біполярний транзистор призакривається, а перший n-p-n 18 біполярний транзистор привідкривається. Відповідно двадцять тридцять п'ятого n-p-n 20 біполярний транзистор призакривається, а двадцять четвертий n-p-n 17 біполярний транзистор привідкривається. Відповідно сімнадцятий n-p-n 39 біполярний та другий n-типу 39 польовий транзистори призакриваються, а одинадцятий n-p-n 34 біполярний та перший n-типу 35 польовий транзистори привідкриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого n-p-n 36 і дев'ятнадцятого n-p-n 37 біполярних транзисторів

збільшується і прямує до +Е<sub>ж</sub>. При цьому точка об'єднання емітерів чотирнадцятого n-p-n 41 і двадцятого n-p-n 43 біполярних транзисторів, а також вихідна шина 42 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тринадцятого n-p-n 36 і дев'ятнадцятого n-p-n 37 біполярних транзисторів і також збільшується та наближається до +Е<sub>ж</sub>.

Джерело струму 3 та п'ятий n-p-n 1, двадцять перший n-p-n 2, двадцять сьомий n-p-n 4, шостий n-p-n 5, а також четвертий n-p-n 7, двадцять другий n-p-n 8, двадцять восьмий n-p-n 14 і сьомий n-p-n 15 біполярні транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму.

Перший n-p-n 18, другий n-p-n 19, третій n-p-n 10, восьмий n-p-n 12, двадцять третій n-p-n 9, двадцять четвертий n-p-n 17, а також двадцять дев'ятий n-p-n 13 і тридцять п'ятого n-p-n 20 біполярні транзистори утворюють двотактний симетричний вхідний каскад.

П'ятнадцятий n-p-n 21, шістнадцятий n-p-n 25 та тридцять перший n-p-n 31, а також дев'ятий n-p-n 16, десятий n-p-n 22 та двадцять шостий n-p-n 26 біполярні транзистори являють собою відбивачі струму, які завдають струм зміщення для двонаправленого відбивача струму, побудованого на дванадцятому n-p-n 23, тринадцятому n-p-n 36, вісімнадцятому n-p-n 24 і дев'ятнадцятому n-p-n 37 біполярних транзисторах, а також підсилювальних каскадів, що побудовані на тридцять другому n-p-n 30 і двадцять п'ятому n-p-n 27 біполярних транзисторах відповідно.

Одинадцятий n-p-n 34 біполярний та перший n-типу 35 польовий, а також сімнадцятий n-p-n 39 біполярний та другий n-типу 38 польовий транзистори утворюють підсилювальні каскади.

Тринадцятий n-p-n 36, дев'ятнадцятий n-p-n 37, чотирнадцятий n-p-n 41, двадцятий n-p-n 43 біполярні транзистори утворюють двотактний симетричний вихідний каскад.

Коригуючий конденсатор 32 коригує АЧХ і запобігає генерації. Резистор зворотного зв'язку 33 задає коефіцієнт підсилення.

Шини додатного 40 і від'ємного 44 живлення, а також шини нульового потенціалу 11, 28 та 29 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

