



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **36692** (13) **U**  
(51) **МПК (2006)**  
**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) u200802987

(22) 07.03.2008

(24) 10.11.2008

(46) 10.11.2008, Бюл.№ 21, 2008 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, UA, ШАБАТУРА МАКСИМ ЮРІЙОВИЧ, UA, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ, UA, ГАРНАГА ВОЛОДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, чотирнадцять біполярних p-n-p та чотирнадцять біполярних p-n-p транзисторів, причому виводи джерела струму з'єднано з колекторами дев'ятого p-n-p і десятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з базами сьомого p-n-p і восьмого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери дев'ятого p-n-p, двадцять першого p-n-p, десятого p-n-p, двадцять другого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази дев'ятого p-n-p і десятого p-n-p з'єднано з базами і колекторами двадцять першого p-n-p і двадцять другого p-n-p біполярних транзисторів, а також з емітерами сьомого p-n-p і восьмого p-n-p біполярних транзисторів, колектори сьомого p-n-p і восьмого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з колекторами п'ятого p-n-p і шостого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з базами першого p-n-p і другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери п'ятого p-n-p і шостого p-n-p біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази п'ятого p-n-p і шостого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять третього p-n-p і двадцять четвертого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами першого p-n-p і другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, вхідну шину з'єднано з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з емітерами двадцять третього p-n-p і двадцять четвертого p-n-p біполярних транзисторів, колектори третього p-n-p і четвертого p-n-p біполярних транзисторів з'єднані з базами п'ят-

надцятого p-n-p і шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери третього p-n-p одинадцятого p-n-p п'ятнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого p-n-p чотирнадцятого p-n-p і шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази та колектори одинадцятого p-n-p і чотирнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з колекторами дванадцятого p-n-p і тринадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого p-n-p і вісімнадцятого p-n-p біполярних транзисторів об'єднано, колектори сімнадцятого p-n-p і вісімнадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого p-n-p і двадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з базами дванадцятого p-n-p і тринадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, колектори дев'ятнадцятого p-n-p і двадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери дев'ятнадцятого, двадцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять сьомого p-n-p і двадцять восьмого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, вихідну шину з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з емітерами двадцять сьомого p-n-p і двадцять восьмого p-n-p біполярних транзисторів, який **відрізняється** тим, що у нього введено двадцять дев'ятого p-n-p, тридцять p-n-p, тридцять перший p-n-p, тридцять другий p-n-p біполярні транзистори, причому емітери двадцять дев'ятого p-n-p і тридцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого p-n-p і шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами третього p-n-p і четвертого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, бази та колектори двадцять дев'ятого p-n-p і тридцятого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з колекторами першого p-n-p і другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з базами тридцять першого p-n-p і тридцять другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери тридцять першого p-n-p і тридцять другого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з колекторами п'ятнадцятого p-n-p і шістнадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповід-

(13) **U**

(11) **36692**

(19) **UA**

но, емітери тридцять першого p-n-p і тридцять другого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами дванадцятого p-n-p, тринадцятого p-n-p, дев'ятнадцятого p-n-p та двадцятого p-n-p

біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сімнадцятого p-n-p і вісімнадцятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно.

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

Відомо двотактний симетричний підсилювач струму [Патент України №18599 М.к.л., бюл.№11, 2006р.], який містить коригуючий конденсатор, резистор зворотного зв'язку, джерело струму, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, вхідну і вихідну шини, двадцять вісім біполярних транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого та другого транзисторів та першими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, базу першого транзистора з'єднано з базою та колектором п'ятого транзистора, а також з колектором сьомого транзистора, який в свою чергу підключений базою до бази та колектора дев'ятого транзистора, сьомий та дев'ятий транзистори підключені емітерами до шини додатного живлення, колектор та база десятого та база восьмого транзисторів об'єднані, емітери десятого та восьмого транзисторів з'єднані з шиною від'ємного живлення, колектор восьмого транзистора з'єднано з колектором і базою шостого транзистора та базою другого транзистора, емітери п'ятого та шостого транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, колектор першого транзистора з'єднано з базою п'ятнадцятого транзистора, а також з колектором третього транзистора, колектор другого транзистора з'єднано з базою шістнадцятого та колектором четвертого транзисторів, базу третього транзистора з'єднано з колектором і базою одинадцятого транзистора, а також з колектором дванадцятого транзистора, базу четвертого транзистора з'єднано з колектором та базою чотирнадцятого транзистора, а також з колектором тринадцятого транзистора, емітери дванадцятого та тринадцятого транзисторів об'єднані, емітери сімнадцятого та вісімнадцятого транзисторів об'єднані емітери дев'ятнадцятого та двадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною, а також з другими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, емітери четвертого, чотирнадцятого та колектор двадцятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери третього, одинадцятого та колектор дев'ятнадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, колектор двадцять першого транзистора з'єднано з базою двадцять третього транзистора, базу двадцять першого транзистора з'єднано з базою та колектором двадцять п'ятого транзистора та емітером двадцять третього транзистора, колектор двадцять третього транзистора з'єднано з базою та колектором сімнадцятого транзистора, а також з базою дев'ятнадцятого транзистора, колектор двадцять другого транзистора з'єднано з базою двадцять четвертого транзистора, базу двадцять

другого транзистора з'єднано з базою та колектором двадцять шостого транзистора та емітером двадцять четвертого транзистора, колектор двадцять четвертого транзистора з'єднано з базою та колектором вісімнадцятого транзистора, а також з базою двадцятого транзистора, базу та колектор двадцять сьомого транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого транзистора, а також з базою дванадцятого транзистора, базу та колектор двадцять восьмого транзистора з'єднано з колектором шістнадцятого транзистора, а також з базою тринадцятого транзистора, емітери двадцять сьомого та двадцять восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, джерело струму першим выводом з'єднано з базою та колектором дев'ятого транзистора, а також з базою сьомого транзистора, другий вивід джерела струму з'єднано з базою та колектором десятого транзистора, а також з базою восьмого транзистора.

До недоліків слід віднести низьку точність задання коефіцієнта передачі схеми, яка визначається низьким значенням коефіцієнта підсилення по струму при розірваній петлі зворотного зв'язку, що призводить до збільшення не лінійності.

За прототип обрано двотактний симетричний підсилювач струму [Патент №23989 М.к.л., бюл. №8, 2007р.], який містить джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, чотирнадцять біполярних p-n-p та чотирнадцять біполярних p-n-p транзисторів, перший p-типу, другий n-типу польові транзистори, причому вхідну шину з'єднано з емітерами двадцять третього p-n-p і двадцять четвертого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з першими выводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, бази та колектори двадцять третього p-n-p і двадцять четвертого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з емітерами першого p-n-p і другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з з'єднано з базами п'ятого p-n-p і шостого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери п'ятого p-n-p і шостого p-n-p біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори п'ятого p-n-p і шостого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами першого p-n-p і другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого p-n-p восьмого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, бази сьомого p-n-p і восьмого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з выводами джерела струму, а також з колекторами дев'ятого p-n-p і десятого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери сьомого p-n-p і восьмого p-n-p біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого p-n-p і двадцять другого p-n-p біполярних транзисторів відповідно, емітери дев'ятого p-n-p і

двадцять першого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери десятого п-р-п і двадцять другого р-п-п біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори першого п-р-п і другого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього р-п-р і четвертого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого р-п-п і шістнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з затворами першого р-типу і другого п-типу польових транзисторів відповідно, бази третього р-п-р і четвертого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого р-п-п і чотирнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами дванадцятого п-р-п і тринадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери третього р-п-р, одинадцятого р-п-р, п'ятнадцятого р-п-р, а також колектор дев'ятнадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого п-р-п, чотирнадцятого п-р-п, шістнадцятого п-р-п, а також колектор двадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, 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 колекторами сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами дванадцятого п-р-п і дев'ятнадцятого п-р-п та тринадцятого р-п-р і двадцятого р-п-р 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 двадцять п'ятого п-р-п і двадцять шостого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами дванадцятого п-р-п і тринадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого п-р-п і двадцять шостого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого п-р-п і двадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять сьомого п-р-п і двадцять восьмого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

Недоліком прототипу є низька точність роботи пристрою за умови змінення напруги живлення, а також низький коефіцієнт підсилення.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення двотактного симетричного підсилювача струму, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними підвищується точність роботи схеми за умови змінення напруги живлення, а також збільшується 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 джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шиною нульового потенціалу, чотирнадцять біполярних п-р-п та чотирнадцять біполярних р-п-р транзисторів, причому виводи джерела струму з'єднано з колекторами дев'ятого р-п-р і десятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з базами сьомого р-п-п і восьмого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери дев'ятого р-п-р, двадцять першого р-п-р, десятого п-р-п, двадцять другого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази дев'ятого р-п-р і десятого п-р-п з'єднано з базами і колекторами двадцять першого р-п-р і двадцять другого п-р-п біполярних транзисторів, а також з емітерами сьомого р-п-п і восьмого п-р-п біполярних транзисторів колектори сьомого р-п-р і восьмого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з колекторами п'ятого п-р-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами першого п-р-п і другого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери п'ятого п-р-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази п'ятого п-р-п і шостого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять третього п-р-п і двадцять четвертого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами першого п-р-п і другого р-п-р біполярних транзисторів відповідно вхідну шиною з'єднано з першими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з емітерами двадцять третього п-р-п і двадцять четвертого р-п-р біполярних транзисторів колектори третього р-п-р і четвертого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого р-п-п і шістнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери третього р-п-п і четвертого п-р-п біполярних транзисторів об'єднано, емітери дванадцятого р-п-п і тринадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого п-р-п чотирнадцятого п-р-п і шістнадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази та колектори одинадцятого п-р-п і чотирнадцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з колекторами дванадцятого п-р-п і тринадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів об'єднано, колектори сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого п-р-п і двадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами дванадцятого п-р-п і тринадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого, двадцятого р-п-р біполярних транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять сьомого п-р-п і двадцять восьмого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, вихідну шиною з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з емітерами двадцять сьомого п-р-п і двадцять восьмого р-п-р біполярних транзисторів, введено

двадцять дев'ятей р-п-р, тридцятий п-р-п, тридцять перший р-п-р, тридцять другий п-р-п біполярні транзистори, причому емітери двадцять дев'ятого р-п-р і тридцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого р-п-р і шістнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами третього р-п-р і четвертого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, бази та колектори двадцять дев'ятого р-п-р і тридцятого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з колекторами першого п-р-п і другого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з базами тридцять першого р-п-р і тридцять другого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери тридцять першого р-п-р і тридцять другого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з колекторами п'ятнадцятого р-п-р і шістнадцятого п-р-п біполярних транзисторів відповідно, емітери тридцять першого р-п-р і тридцять другого п-р-п біполярних транзисторів з'єднано з базами дванадцятого п-р-п, тринадцятого р-п-р, дев'ятнадцятого п-р-п та двадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сімнадцятого п-р-п і вісімнадцятого р-п-р біполярних транзисторів відповідно.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 4, яку з'єднано з емітерами двадцять третього п-р-п 15 і двадцять четвертого р-п-р 16 біполярних транзисторів відповідно, а також з першими виводами резистора зворотного зв'язку 20 та коригуючого конденсатора 21, бази та колектори двадцять третього п-р-п 15 і двадцять четвертого р-п-р 16 біполярних транзисторів з'єднано з емітерами першого п-р-п 14 і другого р-п-р 17 біполярних транзисторів відповідно, а також з'єднано з базами п'ятого п-р-п 7 і шостого р-п-р 9 біполярних транзисторів відповідно, емітери п'ятого п-р-п 7 і шостого р-п-р 9 біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 8, колектори п'ятого п-р-п 7 і шостого р-п-р 9 біполярних транзисторів з'єднано з базами першого п-р-п 14 і другого р-п-р 17 біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами сьомого р-п-р 6 восьмого п-р-п 10 біполярних транзисторів відповідно, бази сьомого р-п-р 6 і восьмого п-р-п 10 біполярних транзисторів з'єднано з виводами джерела струму 2, а також з колекторами дев'ятого р-п-р 1 і десятого п-р-п 3 біполярних транзисторів відповідно, емітери сьомого р-п-р 6 і восьмого п-р-п 10 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять першого п-р-п 5 і двадцять другого п-р-п 11 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятого р-п-р 1 і десятого п-р-п 3 біполярних транзисторів відповідно, емітери дев'ятого р-п-р 1 і двадцять першого р-п-п 5 біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 38, емітери десятого п-р-п 3 і двадцять другого п-р-п 11 біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 40, колектори першого п-р-п 14 і другого р-п-р 17 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять дев'ятого р-п-р 13 і тридцятого п-р-п 18 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами тридцять першого р-п-р 29 і тридцять дру-

гого п-р-п 32 відповідно, емітери двадцять дев'ятого р-п-р 13 і тридцятого п-р-п 18 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього р-п-р 12 і четвертого п-р-п 19 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого р-п-р 28 і шістнадцятого п-р-п 33 біполярних транзисторів відповідно, бази третього р-п-р 12 і четвертого п-р-п 19 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого р-п-р 22 і чотирнадцятого п-р-п 27 біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами дванадцятого п-р-п 23 і тринадцятого р-п-р 26 біполярних транзисторів відповідно, емітери третього р-п-р 12, одинадцятого р-п-р 22, п'ятнадцятого р-п-р 28, а також колектор дев'ятнадцятого п-р-п 34 біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 38, емітери четвертого п-р-п 19, чотирнадцятого п-р-п 27, шістнадцятого п-р-п 33, а також колектор двадцять другого р-п-р 37 біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 40, колектори п'ятнадцятого р-п-р 28 і шістнадцятого п-р-п 33 з'єднано з емітерами тридцять першого р-п-р 29 і тридцять другого п-р-п 32 біполярних транзисторів відповідно, колектори тридцять першого р-п-р 29 і тридцять другого п-р-п 32 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами сімнадцятого п-р-п 30 і вісімнадцятого р-п-п 31 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами дванадцятого п-р-п 23 і дев'ятнадцятого п-р-п 34 та тринадцятого р-п-р 26 і двадцятого р-п-р 37 біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого п-р-п 30 і вісімнадцятого р-п-п 31 біполярних транзисторів об'єднано, бази сімнадцятого п-р-п 30 і вісімнадцятого р-п-п 31 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять п'ятого п-р-п 24 і двадцять шостого р-п-р 25 біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами дванадцятого п-р-п 23 і тринадцятого р-п-п 26 біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого п-р-п 24 і двадцять шостого р-п-р 25 біполярних транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого п-р-п 34 і двадцятого р-п-р 37 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять сьомого п-р-п 35 і двадцять восьмого р-п-р 36 біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять сьомого р-п-п 35 і двадцять восьмого р-п-п 36 біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з другими виводами резистора зворотного зв'язку 20 та коригуючого конденсатора 21, а також з вихідною шиною 39.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 4. Якщо вхідний струм втікає у схему, то другий р-п-р 17 біполярний транзистор привідкривається, а перший п-р-п 14 біполярний транзистор прикривається. Відповідно тридцять другий п-р-п 32 і шістнадцятий р-п-п 33 привідкриваються, тридцять перший р-п-п 29 і п'ятнадцятий р-п-п 28 прикриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого п-р-п 30 і вісімнадцятого р-п-п 31 біполярних транзисторів зменшується і прямує до - Е<sub>ж</sub>. При цьому вихідна шина 39 відслідковує потенціал об'єднання емітерів сімнадцятого п-р-п 30 і вісімнадцятого р-п-п 31 біполяр-

них транзисторів і також зменшується та наближається до  $E_{ж}$ .

Якщо вхідний струм витікає зі схеми, то другий р-п-п 17 біполярний транзистор призакривається, а перший р-п-п 14 біполярний транзистор привідкривається.

Відповідно тридцять другий р-п-п 32 і шістнадцятий р-п-п 33 призакриваються, тридцять перший р-п-п 29 і п'ятнадцятий р-п-п 28 привідкриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів сімнадцятого р-п-п 30 і вісімнадцятого р-п-п 31 біполярних транзисторів збільшується і прямує до  $E_{ж}$ . При цьому вихідна шина 39 відслідковує потенціал об'єднання емітерів сімнадцятого р-п-п 30 і вісімнадцятого р-п-п 31 біполярних транзисторів і також збільшується та наближається до  $E_{ж}$ .

Джерело струму 2 та дев'ятий 1, двадцять перший р-п-п 5, сьомий р-п-п 6, п'ятий р-п-п 7, а також десятий р-п-п 3, двадцять другий р-п-п 11, восьмий р-п-п 10, шостий р-п-п 9 біполярні транзистори та шина нульового потенціалу 8 утворюють схему завдання режиму по постійному струму.

Перший р-п-п 14 та другий р-п-п 17 біполярні транзистори утворюють двотактний симетричний вхідний каскад. Двадцять третій р-п-п 15 та двадцять четвертий р-п-п 16 біполярні транзистори в діодному вмиканні забезпечують необхідний струм

зміщення для роботи першого р-п-п 14 та другого р-п-п 17 біполярних транзисторів.

Третій р-п-п 12 та одинадцятий р-п-п 22, а також четвертий р-п-п 19 та чотирнадцятий р-п-п 27 біполярні транзистори являють собою відбивачі струму, які завдають струм зміщення для парафазних відбивачів струму, що побудовані на дванадцятому р-п-п 23, двадцять п'ятому р-п-п 24, сімнадцятому р-п-п 30, а також на тринадцятому р-п-п 26, двадцять шостому р-п-п 25, вісімнадцятому р-п-п 31 біполярних транзисторах. П'ятнадцятий р-п-п 28, двадцять дев'ятий р-п-п 13, тридцять перший р-п-п 29, а також шістнадцятий р-п-п 33, тридцять п'ятий р-п-п 18, тридцять другий р-п-п 32 утворюють підсилювальні каскади.

Коригуючий конденсатор 21 коригує АЧХ і запобігає генерації. Резистор зворотного зв'язку 20 задає коефіцієнт підсилення.

Сімнадцятий р-п-п 30, дев'ятнадцятий р-п-п 34 і двадцять сьомий р-п-п 35, а також вісімнадцятий р-п-п 31, двадцять р-п-п 37 і двадцять восьмий р-п-п 36 біполярні транзистори утворюють двотактний симетричний вихідний каскад. Двадцять сьомий р-п-п 35 та восьмий р-п-п 10 біполярні транзистори у діодному вмиканні забезпечують необхідний струм зміщення у вихідному каскаді.

Шини додатного 38 і від'ємного 40 живлення, а також шина нульового потенціалу 8 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

