



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **127387** (13) **U**
(51) МПК (2018.01)
G05B 1/00
H03K 5/22 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

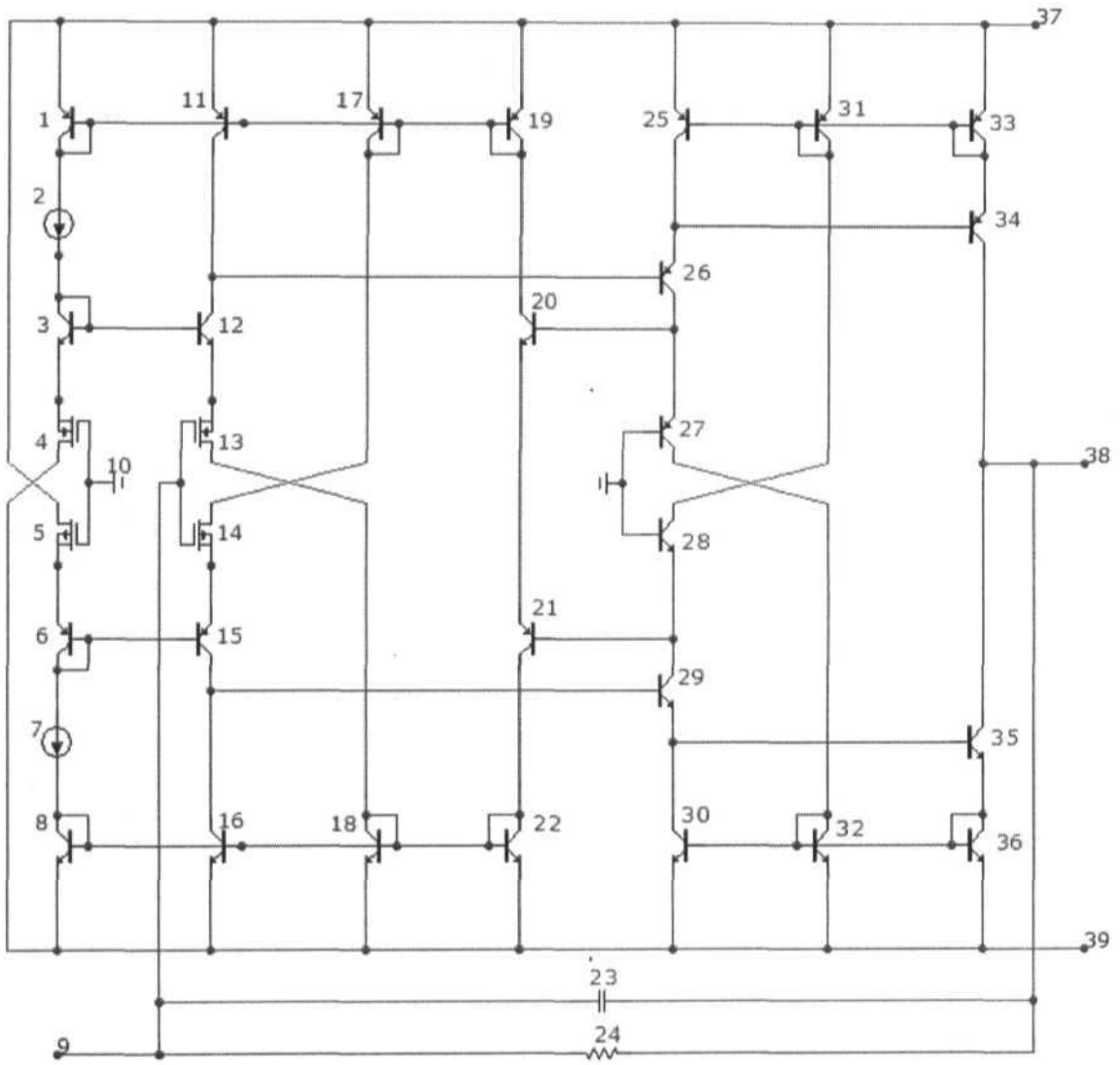
<p>(21) Номер заявки: u 2018 02512</p> <p>(22) Дата подання заявки: 12.03.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2018</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2018, Бюл.№ 14</p>	<p>(72) Винахідник(и): Азаров Олексій Дмитрович (UA), Богомолов Сергій Віталійович (UA), Мельник Жанна Анатоліївна (UA), Яворський Дмитро Ігорович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
--	---

(54) ДВОТАКТНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

(57) Реферат:

Двотактний симетричний підсилювач струму містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, вхідну і вихідну шини, двадцять чотири біполярних транзистори і чотири польових транзистори, колектори та додано двадцять п'ятих, двадцять шостий біполярні транзистори.

UA 127387 U



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

За аналог вибрано двотактний симетричний підсилювач струму (патент України № 26530, бюл. №15, 2007 р.), який містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, вісімнадцять біполярних транзисторів і чотири польових транзистори, причому вхідну шину з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також із першими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, стоки третього і четвертого польових транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також із колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також із другими выводами першого і другого джерел живлення відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів з'єднано з витоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори та стоки першого і другого польового транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, перші виводи першого і другого джерел струму з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також із базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також із базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також із колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано, бази одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами чотирнадцятого і тринадцятого транзисторів відповідно, з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також із базами вісімнадцятого і сімнадцятого транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів об'єднано, емітери першого, п'ятого, дев'ятого, п'ятнадцятого транзисторів, а також колектор вісімнадцятого транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого, шостого, десятого, шістнадцятого транзисторів, а також колектор сімнадцятого транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано і з'єднано з другими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

Недоліком пристрою є низька точність роботи, що обмежує галузь використання пристрою.

За прототип вибрано (патент України № 63955, бюл. №15, 2007 р.), який містить вхідну шину, яку з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також із першими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, стоки третього і четвертого польових транзисторів об'єднано, і з'єднано з шиною нульового потенціалу, витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого біполярних транзисторів відповідно, колектори сьомого і восьмого біполярних транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також із колекторами п'ятого і шостого біполярних транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього і четвертого біполярних транзисторів відповідно, а також із другими выводами першого і другого джерел живлення відповідно, емітери третього і четвертого біполярних транзисторів з'єднано з витоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори та стоки першого і другого польового транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, перші виводи першого і другого джерел струму з'єднано з базами та колекторами першого і другого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами п'ятого і шостого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами та колекторами дев'ятого і десятого біполярних транзисторів відповідно, а також із колекторами одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів об'єднано, бази одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів з'єднано з емітерами тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також із колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, бази тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів відповідно, колектори чотирнадцятого і тринадцятого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також із базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого біполярних транзисторів відповідно, а також із емітерами двадцять третього і двадцять четвертого

біполярних транзисторів відповідно, емітери першого, п'ятого, дев'ятого, сімнадцятого, двадцять першого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого, шостого, десятого, вісімнадцятого, двадцятого, двадцять другого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення емітери двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з другими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення двотактного підсилювача постійного струму, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними підвищується коефіцієнт підсилення, що сприяє підвищенню точності пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що у двотактний підсилювач постійного струму, який містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, вхідну і вихідну шини, двадцять чотири біполярних транзистори і чотири польових транзистори, причому вхідну шину з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також із першими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого біполярних транзисторів відповідно, колектори сьомого і восьмого біполярних транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також із колекторами п'ятого і шостого біполярних транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього і четвертого біполярних транзисторів відповідно, а також із другим выводом першого і першим выводом другого джерела живлення відповідно, емітери третього і четвертого біполярних транзисторів з'єднано з витоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори першого і другого польового транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, перший вивід першого і другий вивід другого джерела струму з'єднано з базами та колекторами першого і другого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами п'ятого і шостого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами та колекторами дев'ятого і десятого біполярних транзисторів відповідно, а також із колекторами одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів об'єднано, емітери першого, п'ятого, дев'ятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого, шостого, десятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також із колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів відповідно, колектори чотирнадцятого і тринадцятого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого біполярних транзисторів відповідно, з базами сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого біполярних транзисторів відповідно, а також із емітерами двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого, дев'ятнадцятого, двадцять першого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери вісімнадцятого, двадцятого, двадцять другого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з другими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною, згідно з корисною моделлю, введено двадцять п'ятий, двадцять шостий біполярні транзистори, причому стоки третього та четвертого польових транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять п'ятого та двадцять шостого біполярних транзистора відповідно, із базами та колекторами дев'ятого і десятого біполярних транзисторів відповідно, а також із базами п'ятого і шостого біполярних транзисторів відповідно, стік другого польового транзистора, емітер двадцять п'ятого біполярного транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, стік першого польового транзистора, емітер двадцять шостого біполярного транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення.

На кресленні представлено принципову схему двотактного підсилювача постійного струму.

Пристрій містить вхідну шину 9, яку з'єднано з затворами третього 13 і четвертого 14 польових транзисторів, а також із першими выводами резистора зворотного зв'язку 24 і коригуючого конденсатора 23, стоки третього 13 і четвертого 14 польових транзисторів з'єднано з колекторами двадцять шостого 18 та двадцять п'ятого 17 біполярних транзисторів відповідно,

5 витоки третього 13 і четвертого 14 польових транзисторів з'єднано з емітерами сьомого 12 і
восьмого 15 біполярних транзисторів відповідно, колектори сьомого 12 і восьмого 15 біполярних
транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого 26 і шістнадцятого 29 біполярних транзисторів
відповідно, а також із колекторами п'ятого 11 і шостого 16 біполярних транзисторів відповідно,
10 бази сьомого 12 і восьмого 15 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами
третього 3 і четвертого 6 біполярних транзисторів відповідно, а також із другими выводами
першого 2 і другого 7 джерел живлення відповідно, емітери третього 3 і четвертого 6 біполярних
транзисторів з'єднано з витоками першого 4 і другого 5 польових транзисторів відповідно,
затвори першого 4 і другого 5 польового транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового
15 потенціалу 10, стоки першого 4 і другого 5 польового транзисторів перші виводи першого 2 і
другого 7 джерел струму з'єднано з базами та колекторами першого 1 і другого 8 біполярних
транзисторів відповідно, а також із базами п'ятого 11 і шостого 16 біполярних транзисторів
відповідно, а також із базами та колекторами двадцять п'ятого 17 і двадцять шостого 18
біполярних транзисторів відповідно, а також із базами та колекторами дев'ятого 19 і десятого 22
біполярних транзисторів відповідно, а також із колекторами одинадцятого 20 і дванадцятого 21
біполярних транзисторів відповідно, емітери одинадцятого 20 і дванадцятого 21 біполярних
транзисторів об'єднано, бази одинадцятого 20 і дванадцятого 21 біполярних транзисторів
з'єднано з емітерами тринадцятого 27 і чотирнадцятого 28 біполярних транзисторів відповідно,
20 а також із колекторами п'ятнадцятого 26 і шістнадцятого 29 біполярних транзисторів відповідно,
бази тринадцятого 27 і чотирнадцятого 28 біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з
шиною нульового потенціалу 10, емітери п'ятнадцятого 26 і шістнадцятого 29 біполярних
транзисторів з'єднано з колекторами сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 30 біполярних
транзисторів відповідно, а також із базами двадцять третього 34 і двадцять четвертого 35
біполярних транзисторів відповідно, колектори чотирнадцятого 28 і тринадцятого 27 біполярних
25 транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого 31 і двадцятого 32 біполярних
транзисторів відповідно, а також із базами сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 30 біполярних
транзисторів відповідно, а також із базами та колекторами двадцять першого 33 і двадцять
другого 36 біполярних транзисторів відповідно, а також із емітерами двадцять третього 34 і
двадцять четвертого 35 біполярних транзисторів відповідно, емітери першого 1, п'ятого 11,
30 дев'ятого 19, сімнадцятого 25, дев'ятнадцятого 31, двадцять першого 33 біполярних
транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 37, емітери другого 8, шостого 16, десятого
22, вісімнадцятого 30, двадцятого 32, двадцять другого 36 біполярних транзисторів з'єднано з
шиною від'ємного живлення 39 колектори двадцять третього 34 і двадцять четвертого 35
біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з другими выводами резистора зворотного зв'язку
35 24 і коригуючого конденсатора 23, а також з вихідною шиною 38.

Пристрій працює наступним чином.

40 Якщо потенціал вхідної шини 9 збільшується, четвертий 14 польовий транзистор трохи
відкривається, а третій 13 польовий транзистор трохи закривається, струм через перехід стік-
витік четвертого 14 польового транзистора збільшується, а третього 13 польового транзистора
зменшується. При цьому колекторний струм восьмого 15 біполярного транзистора
збільшується, а сьомого 12 біполярного транзистора зменшується, це призводить до
збільшення базового струму шістнадцятого 29 біполярного транзистора і зменшення базового
струму п'ятнадцятого 26 біполярного транзистора. Внаслідок цього базовий струм двадцять
45 четвертого 35 біполярного транзистора збільшується, двадцять третього 34 біполярного
транзистора зменшується, при цьому двадцять четвертий 35 біполярний транзистор трохи
відкривається, а двадцять третій 34 біполярний транзистор трохи закривається, що призводить
до зменшення потенціалу точки об'єднання колекторів двадцять третього 34 і двадцять
четвертого 35 біполярних транзисторів та вихідної шини 38 і його наближення до напруги шини
від'ємного живлення 39.

50 Якщо потенціал вхідної шини 9 зменшується, четвертий 14 польовий транзистор трохи
закривається, а третій 13 польовий транзистор трохи відкривається, струм через перехід стік-
витік четвертого 14 польового транзистора зменшується, а третього 13 польового транзистора
збільшується. При цьому колекторний струм восьмого 15 біполярного транзистора
зменшується, а сьомого 12 біполярного транзистора збільшується, це призводить до
55 зменшення базового струму шістнадцятого 29 біполярного транзистора і збільшення базового
струму п'ятнадцятого 26 біполярного транзистора. Внаслідок цього базовий струм двадцять
четвертого 35 біполярного транзистора зменшується, двадцять третього 34 біполярного
транзистора збільшується, при цьому двадцять четвертий 35 біполярний транзистор трохи
закривається, а двадцять третій 34 біполярний транзистор трохи відкривається, що призводить
60 до збільшення потенціалу точки об'єднання колекторів двадцять третього 34 і двадцять

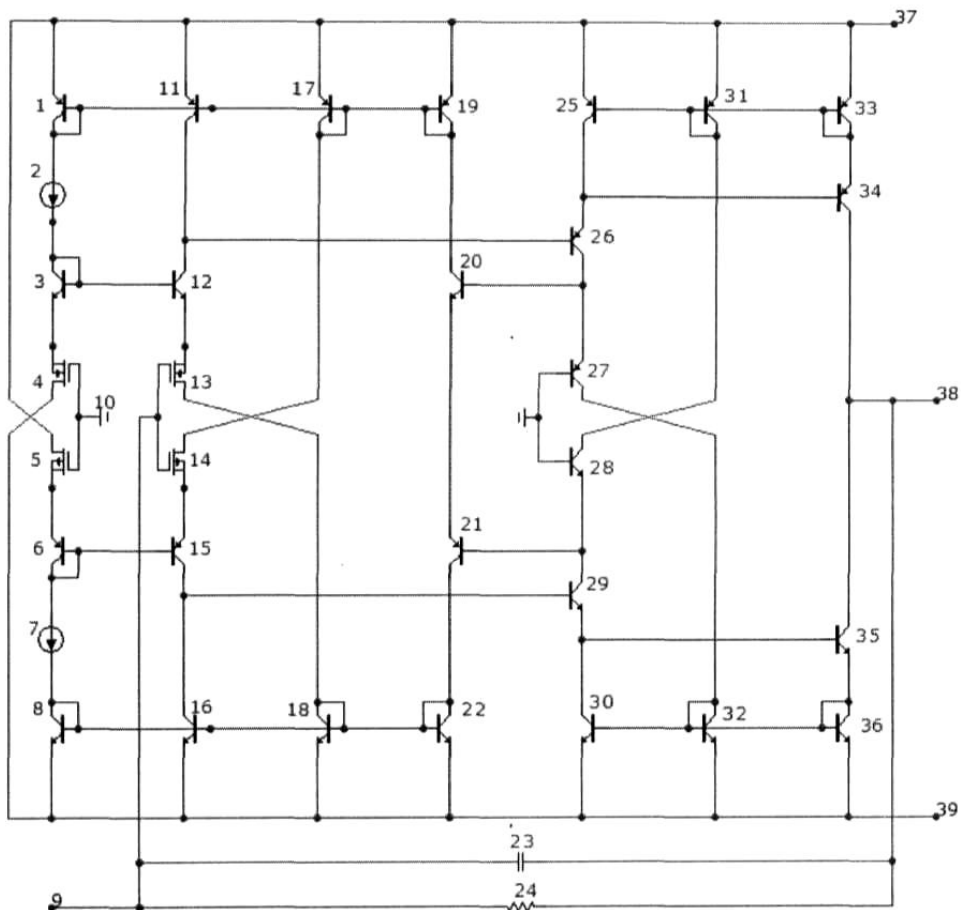
четвертого 35 біполярних транзисторів та вихідної шини 38 і його наближення до напруги шини додатного живлення 37.

Перше 2 і друге 7 джерела струму, перший 4 і другий 5 польові транзистори, перший 1, другий 8, третій 3, четвертий 6, п'ятий 11, шостий 16, сьомий 12, восьмий 15, двадцять п'ятий 17, двадцять шостий 18 біполярні транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму каскадів схеми. Третій 13 і четвертий 14 польові транзистори утворюють двотактний вхідний підсилювальний каскад. П'ятий 11, дев'ятий 19 і шостий 16, десятий 22 біполярні транзистори утворюють компенсатори струму, які в поєднанні з двонаправленим відбивачем струму, що побудовано на одинадцятому 20, дванадцятому 21, тринадцятому 27, чотирнадцятому 28 біполярних транзисторах відповідно, забезпечують вирівнювання коефіцієнтів передачі проміжних підсилювальних каскадів, які побудовано на п'ятнадцятому 26 і шістнадцятому 29 біполярних транзисторах відповідно. На сімнадцятому 25, двадцять першому 33, двадцять третьому 34 і вісімнадцятому 30, двадцять другому 36, двадцять четвертому 35 біполярних транзисторах відповідно побудовано відбивачі Уілсона, що забезпечують розв'язку проміжних підсилювальних каскадів з вихідною шиною 38. Двадцять п'ятий 17 і двадцять шостий 18 біполярні транзистори забезпечують необхідний режим роботи двотактного вхідного підсилювального каскаду, який побудовано на третьому 13 і четвертому 14 польових транзисторах, а дев'ятнадцятий 31 і двадцятий 32 біполярні транзистори, забезпечують необхідний режим роботи тринадцятого 27 і чотирнадцятого 28 біполярні транзисторів, що призводить до підвищення точності роботи схеми. Резистор зворотного зв'язку 24 задає коефіцієнт підсилення. Корируючий конденсатор 23 коригує амплітудно-частотну характеристику і запобігає генерації. Шини додатного 37 і від'ємного 39 живлення, а також шина нульового потенціалу 10 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

25 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, корируючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, вхідну і вихідну шини, двадцять чотири біполярних транзистори і чотири польових транзистори, причому вхідну шину з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також із першими выводами резистора зворотного зв'язку і корируючого конденсатора, витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також із колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також із другим виводом першого і першим виводом другого джерела живлення відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів з'єднано з витоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори першого і другого польового транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, перший вивід першого і другий вивід другого джерела струму з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також із базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також із базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, - а також із колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано, емітери першого, п'ятого, дев'ятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери другого, шостого, десятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також із колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також із базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, колектори чотирнадцятого і тринадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, з базами та колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також із емітерами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого, дев'ятнадцятого, двадцять першого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери вісімнадцятого, двадцятого, двадцять другого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів об'єднано і з'єднано з другими выводами резистора зворотного зв'язку і корируючого конденсатора, а також з

- 5 вихідною шиною, який **відрізняється** тим, що додано двадцять п'ятих, двадцять шостий біполярні транзистори, причому стоки третього та четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять п'ятого та двадцять шостого транзистора відповідно, із базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також із базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, стік другого польового транзистора, емітер двадцять п'ятого біполярного транзистора з'єднано з шиною додатного живлення, стік першого польового транзистора, емітер двадцять шостого біполярного транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення.



Комп'ютерна верстка О. Рябо

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601