



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **75053** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
*H03K 5/22* (2006.01)  
**G05B 1/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2012 03193</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>19.03.2012</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.11.2012</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.11.2012, Бюл.№ 22</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Азаров Олексій Дмитрович (UA), Богомолов Сергій Віталійович (UA), Павлов Сергій Володимирович (UA), Кириленко Дмитро Олегович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
--	---

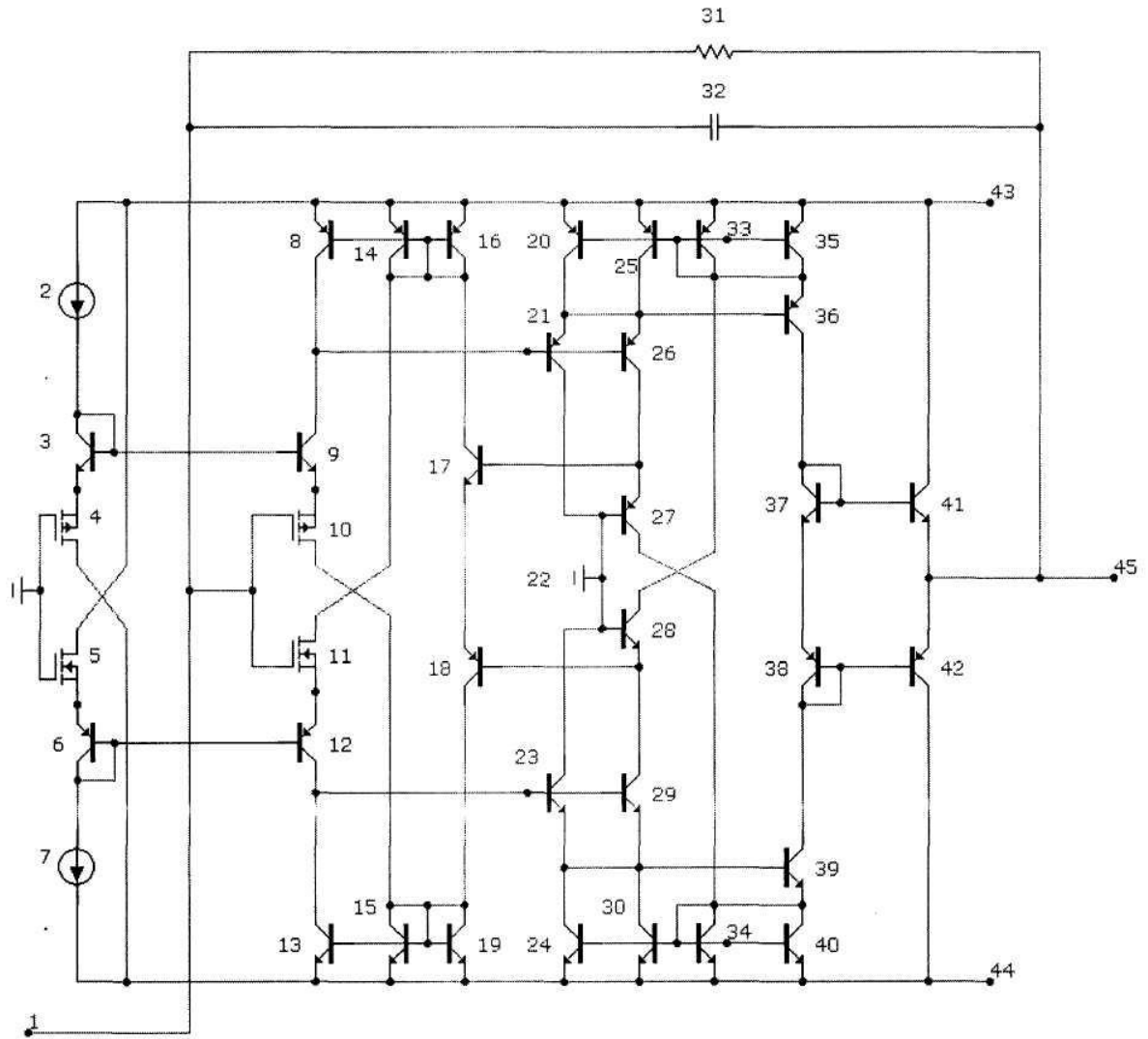
**(54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ**

**(57) Реферат:**

Двотактний симетричний підсилювач струму містить вхідну шину, яку з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора. Витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з колекторами восьмого, десятого, вісімнадцятого і сьомого, дев'ятого, сімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого, восьмого, десятого і третього, сьомого, дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, а їх стоки з'єднано з емітерами п'ятого і шостого біполярних транзисторів. Введено дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий, двадцять третій, двадцять четвертий, двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий, двадцять дев'ятий, тридцятий, тридцять перший, тридцять другий біполярні транзистори, резистор зворотного зв'язку.

**UA 75053 U**

UA 75053 U



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

Відомо різницевий підсилювач струму [Патент України №11301, бюл. №6, 2005 р.], 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 выводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, бази першого і другого транзисторів з'єднано з базами та колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з выводами першого резистора, емітери п'ятого, сьомого, дев'ятого, одинадцятого, дев'ятнадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери шостого, восьмого, десятого, дванадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, колектори дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно та з першими выводами другого і третього резисторів, другі виводи другого і третього резисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з емітерами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів об'єднано, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього та двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано, колектори двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, колектори двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, бази двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього, двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого транзисторів об'єднано та з'єднано з другими выводами резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

Недоліками аналога є значна нелінійність і низький коефіцієнт передачі.

За прототип вибрано підсилювач постійного струму (Патент України № 5852, бюл. №8, 2011 р.), який містить вхідну шину, яку з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з колекторами сьомого, десятого і сьомого, дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого, восьмого, десятого і третього, сьомого, дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами вісімнадцятого і сімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а їх стоки з'єднано з емітерами п'ятого і шостого біполярних транзисторів, бази п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого біполярних транзисторів, а також відповідно через перше і друге джерела струму з шинами додатного і від'ємного живлення, відповідно, емітери першого і другого біполярних транзисторів з'єднано зі стоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори та витоки першого і другого польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого біполярних транзисторів відповідно, а також з базами одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого, сімнадцятого і шістнадцятого, вісімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів об'єднано, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною та другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, дев'ятого та колектор п'ятнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, десятого та колектор шістнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення.

Недоліком прототипу є низька точність роботи та малий коефіцієнт підсилення схеми, 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 і точність роботи, це розширює галузь використання корисної моделі у різноманітних пристроях імпульсної та обчислювальної техніки, автоматики тощо.

Поставлена задача вирішується тим, що у двотактний симетричний підсилювач струму, який містить вхідну шину, перше та друге джерела струму, шини додатного і від'ємного живлення, вісімнадцять біполярних та чотири польових транзисторів, коригуючий конденсатор, причому вхідну шину з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з колекторами восьмого, десятого, вісімнадцятого і сьомого, дев'ятого, сімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого, восьмого, десятого і третього, сьомого, дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, а їх стоки з'єднано з емітерами п'ятого і шостого біполярних транзисторів, бази п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого біполярних транзисторів, а також відповідно через перше і друге джерела струму з шинами додатного і від'ємного живлення, відповідно, емітери першого і другого біполярних транзисторів з'єднано зі стоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори першого і другого польових транзисторів об'єднано, витоки першого і другого польових транзисторів з'єднано з шинами від'ємного і додатного живлення відповідно, колектори п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого біполярних транзисторів відповідно, а також з базами одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною та другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, дев'ятого та колектор п'ятнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, десятого та колектор шістнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення введено дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий, двадцять третій, двадцять четвертий, двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять восьмий, двадцять дев'ятий, тридцятий, тридцять перший, тридцять другий біполярні транзистори, резистор зворотного зв'язку, причому емітери одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятнадцятого, двадцять першого і двадцятого, двадцять другого біполярних транзисторів відповідно, емітерами тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також базами двадцять сьомого і двадцять восьмого біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого біполярних транзисторів, а також з базами одинадцятого, тринадцятого і дванадцятого, чотирнадцятого транзисторів відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів з'єднано з базами тридцять першого і тридцять другого біполярних транзисторів відповідно та шиною нульового потенціалу, колектори тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з емітерами тридцять першого і тридцять другого біполярних транзисторів відповідно та базами сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, колектори тридцять першого і тридцять другого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами двадцять четвертого, двадцять шостого і двадцять третього, двадцять п'ятого біполярних транзисторів відповідно, базами двадцятого, двадцять другого, двадцять четвертого, двадцять шостого і дев'ятнадцятого, двадцять першого, двадцять третього, двадцять п'ятого біполярних транзисторів відповідно, а також емітерами двадцять восьмого і двадцять сьомого біполярних транзисторів відповідно, колектори двадцять сьомого і двадцять восьмого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами та базами двадцять дев'ятого і тридцятого біполярних транзисторів відповідно, а також базами п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого, двадцять першого, двадцять третього, двадцять п'ятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери двадцятого, двадцять другого, двадцять четвертого двадцять шостого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення.

На кресленні представлено принципову схему підсилювача постійного струму.

Пристрій містить вхідну шину 1, яку з'єднано з затворами третього 10 і четвертого 11 польових транзисторів, а також з першими виводами коригуючого конденсатора 32 та резистора зворотного зв'язку 31, витоки третього 10 і четвертого 11 польових транзисторів з'єднано з

колекторами восьмого 15, десятого 19, вісімнадцятого 18 і сьомого 14, дев'ятого 16, сімнадцятого 17 біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого 13, восьмого 15, десятого 19 і третього 8, сьомого 14, дев'ятого 16 біполярних транзисторів відповідно, а їх стоки з'єднано з емітерами п'ятого 9 і шостого 12 біполярних транзисторів відповідно, бази п'ятого 9 і шостого 12 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 3 і другого 6 біполярних транзисторів відповідно, а також відповідно через перше 2 і друге 7 джерела струму з шинами додатного 43 і від'ємного 44 живлення, відповідно, емітери першого 3 і другого 6 біполярних транзисторів з'єднано зі стоками першого 4 і другого 5 польових транзисторів відповідно, затвори першого 4 і другого 5 польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною від'ємного живлення 22, витоки першого 4 і другого 5 польових транзисторів з'єднано з шинами від'ємного 43 і додатного 44 живлення відповідно, колектори п'ятого 9 і шостого 12 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього 8 і четвертого 13 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами одинадцятого 21, тринадцятого 26 і дванадцятого 23, чотирнадцятого 29 біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого 17 і вісімнадцятого 18 біполярних транзисторів об'єднано, емітери одинадцятого 21 і дванадцятого 23 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятнадцятого 20, двадцять першого 25 і двадцять другого 24, двадцять другого 30 біполярних транзисторів відповідно, емітерами тринадцятого 26 і чотирнадцятого 29 біполярних транзисторів відповідно, а також базами двадцять сьомого 36 і двадцять восьмого 39 біполярних транзисторів відповідно, колектори одинадцятого 21 і дванадцятого 23 біполярних транзисторів, з'єднано з базами тридцять першого 27 і тридцять другого 28 біполярних транзисторів відповідно та шиною нульового потенціалу 22, колектори тринадцятого 26 і чотирнадцятого 29 біполярних транзисторів з'єднано з емітерами тридцять першого 27 і тридцять другого 32 біполярних транзисторів відповідно та базами сімнадцятого 17 і вісімнадцятого 18 біполярних транзисторів відповідно, колектори тридцять першого 27 і тридцять другого 28 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами двадцять четвертого 34, двадцять шостого 40 і двадцять третього 33, двадцять п'ятого 35 біполярних транзисторів відповідно, базами двадцять четвертого 24, двадцять другого 30, двадцять четвертого 34, двадцять шостого 40 і дев'ятнадцятого 20, двадцять першого 25, двадцять третього 33, двадцять п'ятого 35 біполярних транзисторів відповідно, а також емітерами двадцять восьмого 39 і двадцять сьомого 36 біполярних транзисторів відповідно, колектори двадцять сьомого 36 і двадцять восьмого 39 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами та базами двадцять дев'ятого 37 і тридцятого 38 біполярних транзисторів відповідно, а також базами п'ятнадцятого 41 і шістнадцятого 42 біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого 41 і шістнадцятого 42 біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною та другими виводами коригуючого конденсатора 32 та резистора зворотного зв'язку 31, емітери двадцять дев'ятого 37 і тридцятого 38 біполярних транзисторів об'єднано, емітери третього 8, сьомого 14, дев'ятого 16, дев'ятнадцятого 20, двадцять першого 25, двадцять третього 33, двадцять п'ятого 35 біполярних транзисторів та колектор п'ятнадцятого 41 біполярного транзистора з'єднано з шиною додатного живлення 43, емітери четвертого 13, восьмого 15, десятого 19, двадцять четвертого 24, двадцять другого 30, двадцять четвертого 34 двадцять шостого 40 біполярних транзисторів та колектор шістнадцятого 42 біполярного транзистора з'єднано з шиною від'ємного живлення 44.

Пристрій працює таким чином.

45 Якщо напруга на вхідній шині 1 збільшується то четвертий 11 польовий транзистор трохи відкривається, а третій 10 польовий транзистор трохи закривається, при цьому струм через перехід стік - витік четвертого 11 польового транзистора та колектор - емітер шостого 12 біполярного транзисторів збільшується, а струм через перехід стік - витік третього 10 польового транзистора і колектор - емітер п'ятого 9 біполярного транзистора зменшується. Це в свою чергу призводить до збільшення базового струму дванадцятого 23 і чотирнадцятого 29 біполярних транзисторів та їх трохи відкривання, а також зменшення базового струму одинадцятого 21 і тринадцятого 26 біполярних транзисторів та їх трохи закривання. При цьому колекторний струм двадцять восьмого 39 біполярного транзистора збільшується, а колекторний струм двадцять сьомого 36 біполярного транзистора зменшується, що призводить до зменшення потенціалу точки об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 37 і тридцятого 38 біполярних транзисторів і його наближення до величини від'ємного живлення -Уж. Потенціал вихідної шини 44 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 37 і тридцятого 38 біполярних транзисторів і також зменшується та прямує до -Уж.

60 Якщо напруга на вхідній шині 1 зменшується то четвертий 11 польовий транзистор трохи закривається, а третій 10 польовий транзистор трохи відкривається, при цьому струм через

перехід стік - витік четвертого 11 польового транзистора та колектор - емітер шостого 12 біполярного транзисторів зменшується, а струм через перехід стік - витік третього 10 польового транзистора і колектор - емітер п'ятого 9 біполярного транзистора збільшується. Це в свою чергу призводить до зменшення базового струму дванадцятого 23 і чотирнадцятого 29 біполярних транзисторів та їх трохи закривання, а також збільшення базового струму одинадцятого 21 і тринадцятого 26 біполярних транзисторів та їх трохи відкривання. При цьому колекторний струм двадцять восьмого 39 біполярного транзистора зменшується, а колекторний струм двадцять сьомого 36 біполярного транзистора збільшується, що призводить до збільшення потенціалу точки об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 37 і тридцятого 38 біполярних транзисторів і його наближення до +Уж. Потенціал вихідної шини 44 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів двадцять дев'ятого 37 і тридцятого 38 біполярних транзисторів і також збільшується та прямує до величини додатного живлення +Уж.

Завдяки використанню одинадцятого 21, тринадцятого 26, дванадцятого 23, чотирнадцятого 29 біполярних транзисторів як проміжних підсилювальних каскадів збільшується коефіцієнт підсилення схеми.

Перше 2 і друге 7 джерела струму та перший 3, другий 6, п'ятий 9 і шостий 12 біполярні транзистори та перший 4 і другий 5 польові транзистори утворюють схему задання режиму по постійному струму каскадів схеми.

Третій 10 та четвертий 11 польові транзистори утворюють вхідний підсилювальний каскад.

На сімнадцятому 17, вісімнадцятому 18, тридцять першому 27 і тридцять другому 28 біполярних транзисторах побудовано двонаправлений відбивач струму, який у поєднанні з компенсаторами струму, які побудовані на третьому 8, сьомому 14, дев'ятому 16 та четвертому 13, восьмому 15, десятому 19 біполярних транзисторах, задають режими по постійному струму вхідного та проміжних підсилювальних каскадів.

Дев'ятнадцятий 20, двадцять перший 25, двадцять третій 33, двадцять п'ятий 35, двадцять сьомий 36 та двадцятий 24, двадцять другий 30, двадцять четвертий 34, двадцять шостий 40, двадцять восьмий 39 біполярні транзистори утворюють складені відбивачі Уілсона, які забезпечують передачу сигналу із проміжних підсилювальних каскадів на двотактний вихідний підсилювальний каскад, який побудовано на двадцять дев'ятому 37, тридцятому 38, п'ятнадцятому 41, шістнадцятому 42 біполярних транзисторах режим роботи двонаправленого відбивача струму, що у свою чергу забезпечує підвищення точності роботи

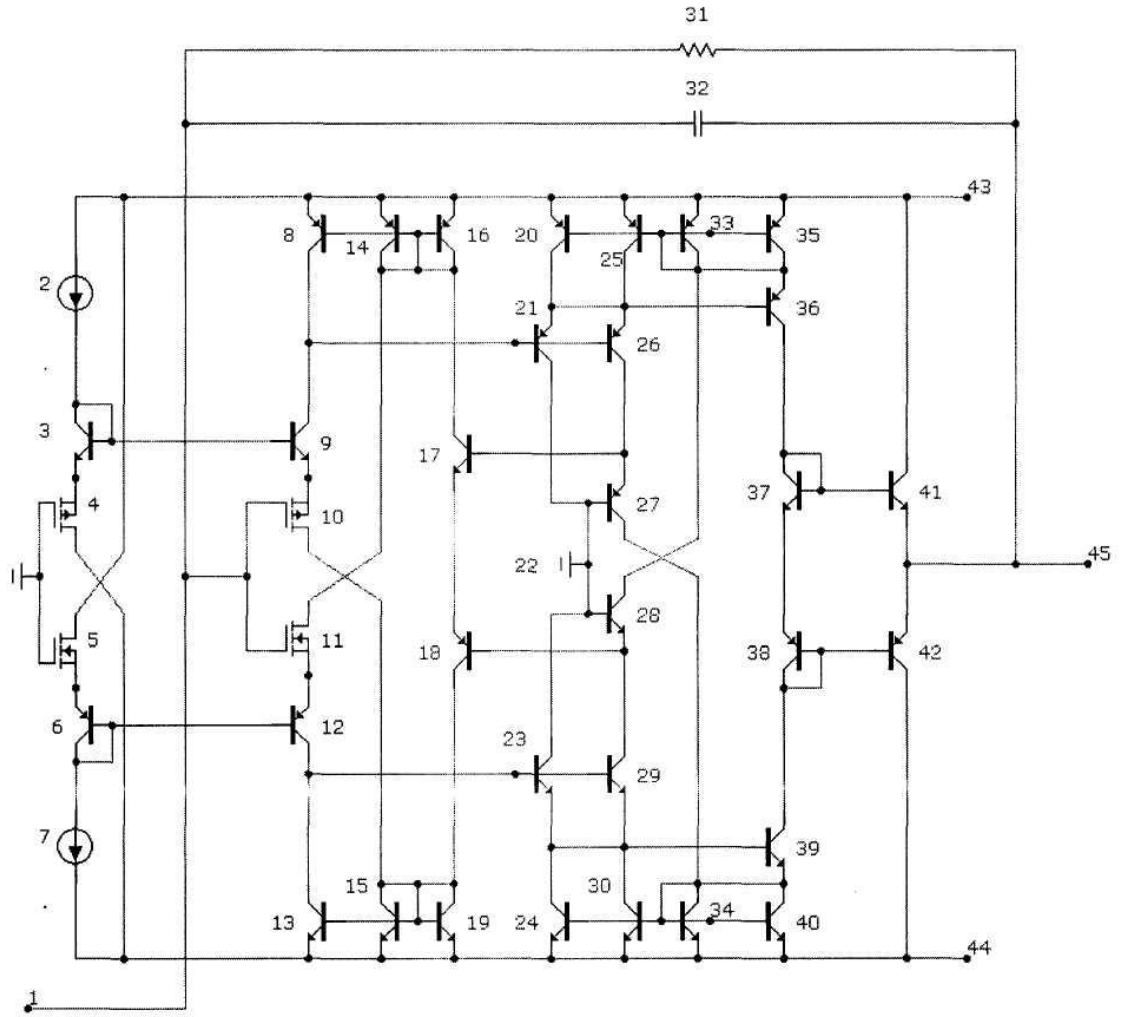
Коригуючий конденсатор 32 коригує амплітудно-частотну характеристику АЧХ та запобігає генерації схеми, резистор зворотного зв'язку 31 забезпечує коефіцієнт передачі схеми.

Шини додатного 43 та від'ємного 44 живлення, а також шина нульового потенціалу 22 задають необхідні рівні напруги для живлення схеми.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить вхідну шину, яку з'єднано з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, витюки третього і четвертого польових транзисторів з'єднано з колекторами восьмого, десятого, вісімнадцятого і сьомого, дев'ятого, сімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого, восьмого, десятого і третього, сьомого, дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, а їх стоки з'єднано з емітерами п'ятого і шостого біполярних транзисторів, бази п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого біполярних транзисторів, а також відповідно через перше і друге джерела струму з шинами додатного і від'ємного живлення, відповідно, емітери першого і другого біполярних транзисторів з'єднано зі стоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори першого і другого польових транзисторів об'єднано, витюки першого і другого польових транзисторів з'єднано з шинами від'ємного і додатного живлення відповідно, колектори п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого біполярних транзисторів відповідно, а також з базами одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною та другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, дев'ятого та колектор п'ятнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, десятого та колектор шістнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, який **відрізняється** тим, що у нього введено дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий, двадцять третій, двадцять четвертий, двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий,

двадцять дев'ятий, тридцятий, тридцять перший, тридцять другий біполярні транзистори, резистор зворотного зв'язку, причому емітери одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятнадцятого, двадцять першого і двадцятого, двадцять другого біполярних транзисторів відповідно, емітерами тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також базами двадцять сьомого і двадцять восьмого біполярних транзисторів відповідно, колектори п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого біполярних транзисторів, а також з базами одинадцятого, тринадцятого і дванадцятого, чотирнадцятого транзисторів відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого біполярних транзисторів, з'єднано з базами тридцять першого і тридцять другого біполярних транзисторів відповідно та шиною нульового потенціалу, колектори тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з емітерами тридцять першого і тридцять другого біполярних транзисторів відповідно та базами сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів відповідно, колектори тридцять першого і тридцять другого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами двадцять четвертого, двадцять шостого і двадцять третього, двадцять п'ятого біполярних транзисторів відповідно, базами двадцятого, двадцять другого, двадцять четвертого, двадцять шостого і дев'ятнадцятого, двадцять першого, двадцять третього, двадцять п'ятого біполярних транзисторів відповідно, а також емітерами двадцять восьмого і двадцять сьомого біполярних транзисторів відповідно, колектори двадцять сьомого і двадцять восьмого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами та базами двадцять дев'ятого і тридцятого біполярних транзисторів відповідно, а також базами п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого, двадцять першого, двадцять третього, двадцять п'ятого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери двадцятого, двадцять другого, двадцять четвертого двадцять шостого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення.



Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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