



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58951 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
H03K 5/22 (2011.01)  
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) u201012866

(22) 29.10.2010

(24) 26.04.2011

(46) 26.04.2011, Бюл.№ 8, 2011 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ, КИРИЛЕНКО ДМИТРО ОЛЕГОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, що містить вхідну шину, з'єднану з затворами третього і четвертого польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, витоки третього і четвертого польових транзисторів з'єднані з базами та колекторами восьмого, десятого і сьомого, дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого і третього біполярних транзисторів відповідно, а також емітерами дванадцятого і одинадцятого біполярних транзисторів відповідно, а їх стоки з'єднані з емітерами п'ятого і шостого біполярних транзисторів, бази п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднані 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'єднані зі стоками першого і другого польових транзисторів відповідно, затвори та витоки першого і другого польових транзисторів об'єднані та з'єднані з шиною нульового потенціалу, колектори п'ятого і шостого біполярних транзисторів з'єднані 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'єднані з базами та колекторами тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і чотирнадцятого біполярних транзисторів об'єднані, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого біполярних транзисторів об'єднані та з'єднані з вихідною шиною та другим виводом коригуючого конденсатора, емітери третього, сьомого, дев'ятого та колектор п'ятнадцятого біполярних транзисторів з'єднані з ши-

ною додатного живлення, емітери четвертого, восьмого, десятого та колектор шістнадцятого біполярних транзисторів з'єднані з шиною від'ємного живлення, який відрізняється тим, що у нього введені сімнадцятий, вісімнадцятий, дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий, двадцять третій, двадцять четвертий, двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий біполярні транзистори, причому колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднані з колекторами сьомого, дев'ятого, восьмого і десятого біполярних транзисторів відповідно, базами третього, сьомого, дев'ятого і четвертого, восьмого, десятого біполярних транзисторів відповідно, а також з витоками четвертого і третього польових транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів об'єднані, бази сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів з'єднані з колекторами двадцять першого і двадцять другого біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого біполярних транзисторів з'єднані з колекторами третього, п'ятого і четвертого, шостого біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого біполярних транзисторів з'єднані з колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, бази двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів об'єднані і з'єднані з шиною нульового потенціалу, колектори двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів з'єднані з колекторами та базами двадцять шостого, двадцять восьмого і двадцять п'ятого, двадцять сьомого біполярних транзисторів відповідно, базами двадцятого і дев'ятнадцятого біполярних транзисторів, а також емітерами дванадцятого і одинадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого, двадцять п'ятого, двадцять сьомого біполярних транзисторів з'єднані з шиною додатного живлення, емітери двадцятого, двадцять шостого, двадцять восьмого біполярних транзисторів з'єднані з шиною від'ємного живлення.

(19) UA (11) 58951 (13) U

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 шин у 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 та двадцять четвертого 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 аналогу є значна нелінійність і низький коефіцієнт передачі.

За прототип обрано підсилювач постійного струму (Патент України №26533, бюл. №15, 2007р.), який містить вхідну і вихідну шини, перше і друге джерела струму, чотири польові транзистори, шини додатного і від'ємного живлення, шістнадцять біполярних 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 базами та колекторами восьмого і десятого та сьомого і дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого і третього біполярних транзисторів відповідно, а також емітерами дванадцятого і одинадцятого 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 з 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 і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і чотирнадцятого 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 та коефіцієнт підсилення, 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 точність та 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 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 базами та колекторами восьмого, десятого і сьомого, дев'ятого біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого і третього біполярних транзисторів відповідно, а також емітерами дванадцятого і одинадцятого 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 з 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 і шістнадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і чотирнадцятого 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 сімнадцятий, вісімнадцятий, дев'ятнадцятий, двадцятий, двадцять перший, двадцять другий, двадцять третій, двадцять четвертий, двадцять п'ятий, двадцять шостий, двадцять сьомий, двадцять восьмий біполярні транзистори, причому колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами сьомого, дев'ятого і восьмого, десятого біполярних транзисторів відповідно, базами третього, сьомого, дев'ятого і четвертого, восьмого, десятого біполярних транзисторів відповідно, а також з витоками четвертого і третього польових транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів об'єднано, бази сімнадцятого і вісімнадцятого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього, п'ятого і четвертого, шостого біполярних транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і два-

дцять другого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого біполярних транзисторів відповідно, а також базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, бази двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори двадцять третього і двадцять четвертого біполярних транзисторів з'єднано з колекторами та базами двадцять шостого, двадцять восьмого і двадцять п'ятого, двадцять сьомого біполярних транзисторів відповідно, базами двадцятого і дев'ятнадцятого біполярних транзисторів, а також емітерами дванадцятого і одинадцятого біполярних транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого, двадцять п'ятого, двадцять сьомого біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, емітери двадцятого, двадцять шостого, двадцять восьмого біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення.

На кресленні представлено принципову схему підсилювача постійного струму.

Пристрій містить вхідну шину і, яку з'єднано з затворами третього 11 і четвертого 12 польових транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора 21, витоки третього 11 і четвертого 12 польових транзисторів з'єднано з базами та колекторами восьмого 16, десятого 20 і сьомого 15, дев'ятого 17 біполярних транзисторів відповідно, базами четвертого 14 і третього 9 біполярних транзисторів відповідно, а також з колекторами вісімнадцятого 19 і сімнадцятого 18 біполярних транзисторів відповідно, а їх стоки з'єднано з емітерами п'ятого 10 і шостого 13 біполярних транзисторів, бази п'ятого 10 і шостого 13 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 3 і другого 7 біполярних транзисторів, а також відповідно через перше 2 і друге 8 джерела струму з шинами додатного 38 і від'ємного 40 живлення, відповідно, емітери першого 3 і другого 7 біполярних транзисторів з'єднано з стоками першого 4 і другого 6 польових транзисторів відповідно, затвори та витоки першого 4 і другого 6 польових транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу 5, колектори п'ятого 10 і шостого 13 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами третього 9 і четвертого 14 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами двадцять першого 23 і дванадцять другого 26 біполярних транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого 18 і вісімнадцятого 19 біполярних транзисторів об'єднано, бази сімнадцятого 18 і вісімнадцятого 19 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого 23 і двадцять другого 26 біполярних транзисторів відповідно, а також з емітерами двадцять третього 24 і двадцять четвертого 25 транзисторів відповідно, емітери двадцять першого 23 і двадцять другого 26 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятнадцятого 22 і двадцятого 27 біполярних транзисторів відповідно, а також базами одинадцятого 31 і дванадцятого 32 транзисторів відповідно, бази двадцять третього 24 і двадцять четвертого 25 біполярних транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу 5, колектори двадцять третього 24

і двадцять четвертого 25 біполярних транзисторів з'єднано з колекторами та базами двадцять шостого 29, двадцять восьмого 35 і двадцять п'ятого 28, двадцять сьомого 30 біполярних транзисторів відповідно, базами двадцятого 27 і дев'ятнадцятого 22 біполярних транзисторів, а також емітерами дванадцятого 34 і одинадцятого 31 біполярних транзисторів відповідно, колектори одинадцятого 31 і дванадцятого 34 біполярних транзисторів з'єднано з базами та колекторами тринадцятого 32 і чотирнадцятого 33 біполярних транзисторів відповідно, а також з базами п'ятнадцятого 36 і шістнадцятого 37 біполярних транзисторів відповідно, емітери тринадцятого 32 і чотирнадцятого 33 біполярних транзисторів об'єднано, емітери п'ятнадцятого 36 і шістнадцятого 37 біполярних транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною 39 та другим виводом коригуючого конденсатора 21, емітери третього 9, сьомого 15, дев'ятого 17, дев'ятнадцятого 22, двадцять п'ятого 28, двадцять сьомого 30 та колектор п'ятнадцятого 36 біполярних транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення 38, емітери четвертого 14, восьмого 16, десятого 20, двадцятого 27, двадцять шостого 29, двадцять восьмого 35 та колектор шістнадцятого 37 біполярних транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення 40.

Пристрій працює таким чином.

Якщо напруга на вхідній шині 1 збільшується то четвертий 12 польовий транзистор привідкривається, а третій 11 польовий транзистор призакривається, при цьому струм через перехід стік - витік четвертого 12 польового транзистора та колектор - емітер шостого 13 біполярного транзисторів збільшується, а струм через перехід стік - витік третього 11 польового транзистора і колектор - емітер п'ятого 10 біполярного транзистора зменшується. Це в свою чергу призводить до збільшення базового струму двадцять другого 26 біполярного транзистора та його привідкривання, а також зменшення базового струму двадцять першого 23 біполярного транзистора та його призакривання. При цьому шістнадцятий 37 біполярний транзистор привідкривається а п'ятнадцятий 36 біполярний транзистор призакривається, що призводить до зменшення потенціалу точки об'єднання емітерів п'ятнадцятого 36 і шістнадцятого 37 біполярних транзисторів з другим виводом коригуючого конденсатора 21 та вихідною шиною 39 і його наближенням до  $-U_{ж}$ .

Якщо напруга на вхідній шині 1 зменшується то четвертий 12 польовий транзистор призакривається, а третій 11 польовий транзистор привідкривається, при цьому струм через перехід стік - витік четвертого 12 польового транзистора та колектор -

емітер шостого 13 біполярного транзисторів зменшується, а струм через перехід стік - витік третього 11 польового транзистора і колектор - емітер п'ятого 10 біполярного транзистора збільшується. Це в свою чергу призводить до зменшення базового струму двадцять другого 26 біполярного транзистора та його призакривання, а також збільшення базового струму двадцять першого 23 біполярного транзистора та його привідкривання. При цьому шістнадцятий 37 біполярний транзистор призакривається а п'ятнадцятий 36 біполярний транзистор привідкривається, що призводить до збільшення потенціалу точки об'єднання емітерів п'ятнадцятого 26 і шістнадцятого 27 біполярних транзисторів з другим виводом коригуючого конденсатора 21 та вихідною шиною 39 і його наближенням до  $+U_{ж}$ .

Завдяки використанню двадцять першого 23 і двадцять другого 26 біполярних транзисторів у якості проміжних підсилювальних каскадів збільшується коефіцієнт підсилення схеми.

Перше 2 і друге 8 джерела струму та перший 3, другий 7, п'ятий 10 і шостий 13 біполярні транзистори та перший 4 і другий 6 польові транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму каскадів схеми.

Третій 11 та четвертий 12 польові транзистори утворюють вхідний підсилювальний каскад.

На сімнадцятому 18, вісімнадцятому 19, двадцять третьому 24 і двадцять четвертому 25 біполярних транзисторах побудовано двонаправлений відбивач струму із розірваними колекторами, який у поєднанні з компенсаторами струму, які побудовані на третьому 9, сьомому 15, дев'ятому 17 та четвертому 14, восьмому 16, десятому 20 біполярних транзисторах, задають режими по постійному струму вхідного та проміжних підсилювальних каскадів.

Складені відбивачі Уїлсона, які побудовано на дев'ятнадцятому 22, двадцять п'ятому 28, двадцять сьомому 30, одинадцятому 31 та двадцятому 27, двадцять шостому 29, двадцять восьмому 35, дванадцятому 34 біполярних транзисторах відповідно забезпечують передачу підсиленого сигналу із проміжного підсилювального каскаду на двотактний вихідний підсилювальний каскад, який побудовано на тринадцятому 32, чотирнадцятому 33, п'ятнадцятому 36, шістнадцятому 37 біполярних транзисторах.

Коригуючий конденсатор 21 коригує АЧХ та запобігає генерації схеми.

Шини доданого 38 та від'ємного 40 живлення, а також шина нульового потенціалу 5 задають необхідні рівні напруг для живлення схеми.

