



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **127521** (13) **U**  
(51) МПК  
*Н03К 5/22* (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

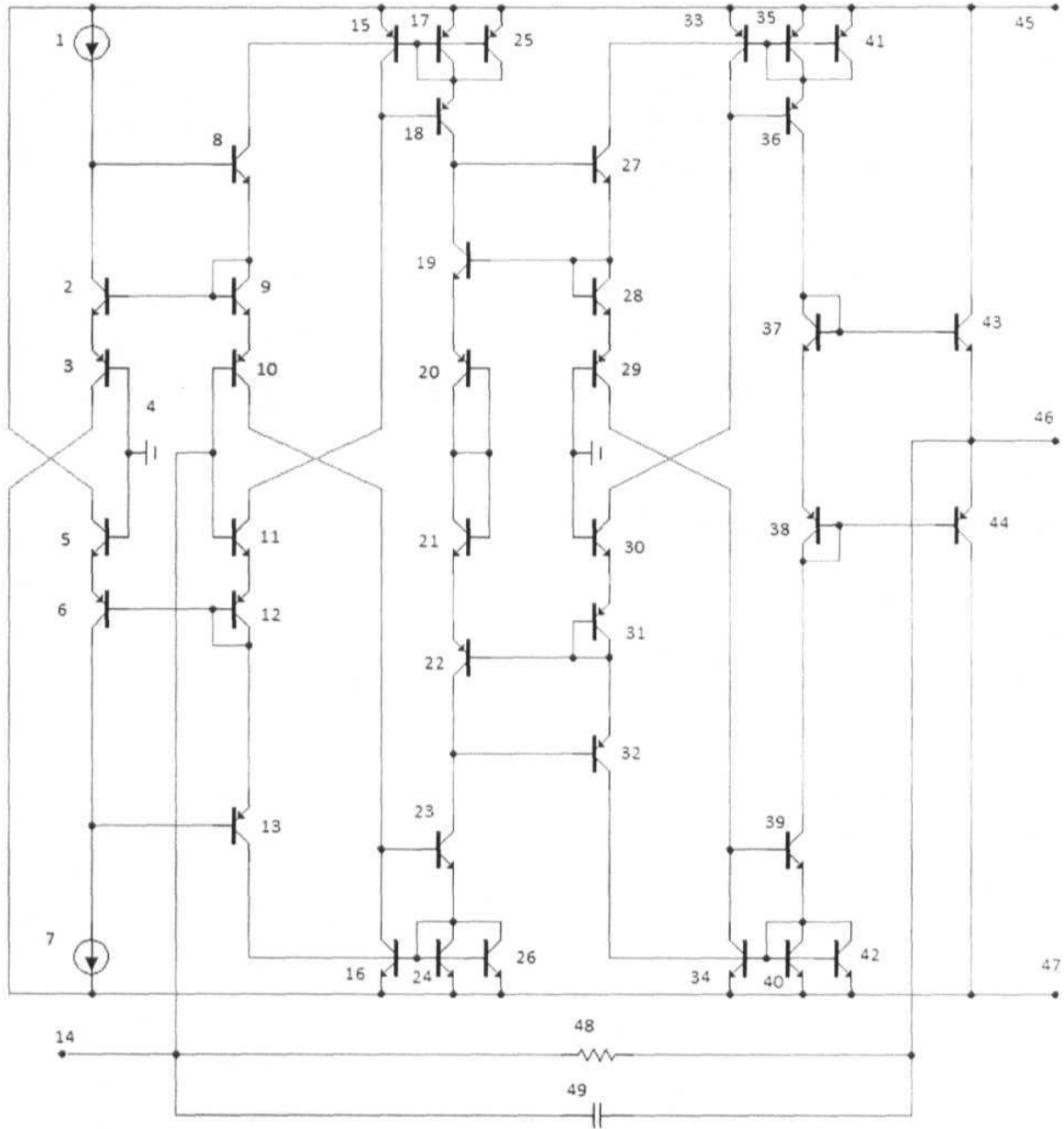
(21) Номер заявки: <b>u 2018 01363</b>	(72) Винахідник(и): <b>Азаров Олексій Дмитрович (UA), Богомолов Сергій Віталійович (UA), Медяний Роман Михайлович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>12.02.2018</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.08.2018</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.08.2018, Бюл.№ 15</b>	

## (54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ

### (57) Реферат:

Двотактний симетричний підсилювач струму містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, тридцять два біполярних транзистори. У нього введено у нього введено тридцять третій, тридцять четвертий, тридцять п'ятий, тридцять шостий, тридцять сьомий, тридцять восьмий, тридцять дев'ятий, сороковий біполярні транзистори. Двадцять перший, дев'ятий, тринадцятий та тридцять п'ятий та двадцять другий, десятий, чтирнадцятий, та тридцять шостий транзистори утворюють складені відбивачі Вільсона, які передають сигнал з вхідного каскаду одинадцятого і дванадцятого транзисторів на проміжні підсилювальні каскади з тридцять дев'ятого та сорокового транзисторів, відповідно. На транзисторах п'ять, п'ятнадцять, двадцять п'ять, тридцять сім та тридцять вісім, шістнадцять, шість та двадцять шість транзисторах побудовано двонаправлений відбивач струму, який забезпечує задання робочих точок без транзисторів проміжних підсилювальних каскадів тридцять дев'ятого та сорокового транзисторів.

UA 127521 U



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

Відомо двотактний симетричний підсилювач струму [патент України № 48143, МПК<sub>8</sub> Q05B 1/00, Н03К 5/22, бюл. № 5, 2010 р.], який містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, двадцять біполярних транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першими выводами першого і другого джерел струму відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого і восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери п'ятого, шостого, дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого та колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів та другі виводи першого і другого джерел струму з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку і вихідною шиною.

Недоліком аналога є низький коефіцієнт підсилення та точність роботи схеми, що обмежує галузь використання пристрою.

За найближчий аналог вибрано двотактний симетричний підсилювач струму [патент України № 70766, МПК<sub>8</sub> Q05B 1/00, Н03К 5/22, бюл. № 12, 2012 р.], який містить 32 біполярних транзистори, два джерела струму, вхідна і вихідна шини живлення шина нульового потенціалу, шина додатного і від'ємного живлення та резистор зворотного зв'язку, причому вхідну шину з'єднано з першим виводом резистора зворотного зв'язку, а також з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, колектори третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а також з першими выводами першого і другого джерел струму відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з шинами від'ємного і додатного живлення відповідно, а також з другими выводами другого і першого джерел струму, емітери дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого, двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього, двадцять четвертого, двадцять сьомого, двадцять восьмого, двадцять дев'ятого, тридцятого та колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів та другі виводи першого і другого джерел струму з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тринадцятого, двадцять першого і чотирнадцятого, двадцять другого транзисторів відповідно, а також з колекторами дванадцятого, п'ятнадцятого і одинадцятого, шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів об'єднано, бази і колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з базами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку і вихідною шиною, колектори двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з базами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, а також з емітерами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з базами та колекторами двадцять сьомого, двадцять дев'ятого і

двадцять восьмого, тридцятого транзисторів відповідно, а також з емітерами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять шостого і двадцять п'ятого транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з базами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу.

Недоліком найближчого аналога є низькі коефіцієнт підсилення та точність роботи 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 точність роботи схеми та збільшується коефіцієнт підсилення, що спричиняє розширення галузі використання корисної моделі у різноманітних пристроях імпульсної та обчислювальної техніки, автоматики тощо.

Поставлена задача вирішується тим, що у двотактний симетричний підсилювач струму, який містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, тридцять два біполярних транзистора, причому вхідну шину з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів та входом з резистором зворотного зв'язку, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами першого і другого транзисторів відповідно, колектори першого та другого транзисторів з'єднано з першими виводами першого і другого джерел струму відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з шинами від'ємного і додатного живлення відповідно, а також з другими виводами другого і першого джерел струму, емітери дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого, двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього, двадцять четвертого, двадцять сьомого, двадцять восьмого, двадцять дев'ятого, тридцятого та колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів та другі виводи першого і другого джерел струму з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами тринадцятого, двадцять першого, чотирнадцятого і двадцять другою транзисторів відповідно, колектори тринадцятого та чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами дев'ятого та десятого транзисторів відповідно, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, колектори одинадцятого та дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять другого та двадцять першого транзисторів відповідно, колектори двадцять п'ятого та двадцять шостого транзисторів зв'язані з колекторами двадцять восьмого та двадцять сьомого транзисторів відповідно, бази двадцять сьомого та двадцять восьмого транзисторів з'єднано з базами двадцять третього та двадцять четвертого і з базами двадцять дев'ятого та тридцятого транзисторів відповідно та з емітерами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, колектори тридцять першого та тридцять другого транзисторів з'єднано з колекторами сімнадцятого та вісімнадцятого транзисторів відповідно і з базами сімнадцятого, дев'ятнадцятого та вісімнадцятого, двадцятого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого, вісімнадцятого транзисторів з'єднано та емітери дев'ятнадцятого, двадцятого транзисторів з'єднані з виходом резистора зворотного зв'язку відповідно, введено тридцять третій, тридцять четвертий, тридцять п'ятий, тридцять шостий, тридцять сьомий, тридцять восьмий, тридцять дев'ятий, сороковий біполярні транзистори та коригуючий конденсатор, причому бази тридцять третього та тридцять четвертого транзисторів з'єднано з колекторами першого та другого транзисторів і з першими входами першого та другого джерел струму відповідно, емітери тридцять третього та тридцять четвертого з'єднано з колекторами та базами третього та четвертого транзисторів відповідно, колектори тридцять третього та тридцять четвертого транзисторів з'єднано з базами дев'ятого та десятого транзисторів і з колекторами дев'ятого, тринадцятого та дев'ятого, чотирнадцятого транзисторів та емітерами тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів відповідно, бази тридцять п'ятого та тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами дванадцятого, двадцять першого та з одинадцятого, двадцять другого транзисторів відповідно, колектори тридцять п'ятого та тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів та з базами тридцять дев'ятого і сорокового транзисторів відповідно, емітери тридцять дев'ятого та сорокового транзисторів з'єднано з базами і колекторами п'ятого та шостого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з емітерами двадцять п'ятою та двадцять шостого транзисторів відповідно, бази двадцять п'ятого та

двадцять шостого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери п'ятнадцятого та шістнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами тридцять сьомого і тридцять восьмого транзисторів відповідно, бази тридцять сьомого, тридцять восьмого з'єднано з колекторами та базами тридцять сьомого і тридцять восьмого транзисторів відповідно, колектори тридцять дев'ятого та сорокового транзисторів з'єднано з базами двадцять третього і двадцять четвертого та емітерами тридцять першого і тридцять другого транзисторів та колекторами двадцять третього, двадцять дев'ятого та двадцять четвертого і тридцятого транзисторів відповідно, коригуючий конденсатор з'єднано з вхідною шиною і входом резистора зворотного зв'язку та виходом резистора зворотного зв'язку і вихідною шиною.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить вхідну шину 14, яка з'єднана з базами одинадцятого 10 та дванадцятого 11 транзисторами та входом резистора зворотного зв'язку 48 і входом коригуючого конденсатора 49, емітер одинадцятого 10 транзистора з'єднано з емітером третього 9 транзистора, база третього 9 транзистора з'єднана з базою першого 2, колектором третього 9 та емітером тридцять четвертого 8 транзисторів, база тридцять четвертого 8 транзистора з'єднана з першим входом першого джерела струму 1 та колектором першого 2 транзистора, емітер першого 2 транзистора з'єднано з емітером сьомого 3 транзистора, бази сьомого 3 та восьмого 5 транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу 4, емітер восьмого 5 транзистора з'єднано з емітером другого 6 транзистора, колектор другого 6 транзистора з'єднано з першим входом другого джерела живлення 7 та базою тридцять третього 13 транзистора, емітер дванадцятого 11 з'єднано з емітером четвертого 12 транзистора, бази другого 6 та четвертого 12 транзисторів з'єднано з колекторами четвертого 12 та тридцять третього 13 транзисторів, колектори восьмого 5, двадцять першого 15, дев'ятого 17, тринадцятого 25, двадцять сьомого 33, двадцять третього 35, двадцять дев'ятого 41, дев'ятнадцятого 43 транзисторів та вихід першого джерела струму 1 з'єднано з шиною додатного живлення 45, колектори сьомого 3, двадцять шостого 16, десятого 24, чотирнадцятого 26, двадцять восьмого 34, двадцять четвертого 40, тридцятого 42, двадцятого 44 транзисторів та вихід другого джерела струму 7 з'єднано з шиною від'ємного живлення 47, колектори тридцять третього 13, десятого 24, чотирнадцятого 26 транзисторів з'єднано з базами двадцять другого 16, десятого 24, чотирнадцятого 26 та емітером тридцять шостого 23 транзисторів, колектори одинадцятого 10 та двадцять другого 16 транзисторів з'єднано з базою тридцять шостого 23 транзистора, колектори дванадцятого 11 та двадцять першого 15 транзисторів з'єднано з базою тридцять п'ятого 18 транзистора, колектори тридцять четвертого 8, дев'ятою 17, тринадцятого 25 транзисторів з'єднано з базами двадцять першого 15, дев'ятого 17, тринадцятого 25 транзисторів та емітером тридцять п'ятого 18 транзистора, колектори тридцять п'ятого 18, п'ятнадцятого 19 транзисторів з'єднано і базою тридцять дев'ятого 27 транзистора, колектори тридцять шостого 23, шістнадцятого 22 транзисторів з'єднано з базою сорокового 32 транзистора, бази п'ятого 28, п'ятнадцятого 19 транзисторів з'єднано з колектором п'ятого 28 транзистора та емітером тридцять дев'ятого 27 транзистора, бази шостого 31, шістнадцятого 22 транзисторів з'єднано з колектором шостого 31 транзистора та емітером сорокового 32 транзистора, емітер п'ятнадцятого 19 транзистора з'єднано з емітером тридцять сьомого 20 транзистора, бази та колектори тридцять сьомого 20, тридцять восьмого 21 транзисторів з'єднано між собою, емітер тридцять восьмого 21 транзистора з'єднано з емітером шістнадцятого 22 транзистора, емітер п'ятого 28 транзистора з'єднано з емітером двадцять п'ятого 29 транзистора, бази двадцять п'ятого 29 та двадцять шостого 30 транзистора з'єднано з шиною нульового потенціалу 4, емітер шостого 31 транзистора з'єднано з емітером двадцять шостого 30 транзистора, колектори двадцять п'ятого 29, двадцять восьмого 34 транзисторів з'єднано з базою тридцять другого 39 транзистора, колектори двадцять шостого 30, двадцять сьомого 33 транзисторів з'єднано з базою тридцять першого 36 транзистора, колектор тридцять дев'ятого 27, двадцять третього 35, двадцять дев'ятого 41 транзисторів з'єднано з базами двадцять сьомого 33, двадцять третього 35, двадцять дев'ятого 41 транзисторів та з емітером тридцять першого 36 транзистора, колектори сорокового 32, двадцять четвертого 40, тридцятого 42 транзисторів з'єднано з базами двадцять восьмого 34, двадцять четвертого 40, тридцятого 42 транзисторів та емітером тридцять другого 39 транзистора, колектори тридцять першого 36, сімнадцятого 37 транзисторів з'єднано з базами сімнадцятого 37, дев'ятнадцятого 43 транзисторів, колектори тридцять другого 39, вісімнадцятого 38 транзисторів з'єднано з базами вісімнадцятого 38, двадцятого 44 транзисторів, емітер сімнадцятого 37 транзистора з'єднано з емітером вісімнадцятого 38 транзистора, емітери дев'ятнадцятого 43, двадцятого 44 транзисторів з'єднано із вихідною шиною 46 та виходами резистора зворотного зв'язку 48 та коригуючим конденсатором 49.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму надходить на вхідну шину 14. Якщо вхідний струм втікає у схему, то базовий струм збільшиться на дванадцятому 11 і одинадцятому 10 транзисторах, що призведе до відкриття дванадцятого 11 транзистора та закриття одинадцятого 10 транзистора, відповідно зменшиться колекторний струм одинадцятого 10 та збільшиться на дванадцятому 11 транзисторах, що призводить до збільшення колекторного струму тридцять третього 13 та зменшення колекторного струму тридцять четвертого 8 в свою чергу це призводить до того, що збільшується базовий струм тридцять шостого 23 та зменшується базовий струм тридцять п'ятого 18 транзисторів, така ситуація призводить до того, що тридцять шостий 23 транзистор привідкривається, а тридцять п'ятий 18 призакривається, при цьому привідкривається сороковий 32 і призакривається тридцять дев'ятий 27, це в свою чергу призводить до збільшення колекторного струму тридцять другого 39 транзистора і зменшення колекторного струму тридцять першого 36 транзистора, така ситуація в свою чергу призводить до збільшення падіння напруги на вісімнадцятому 38 транзисторі і зменшенні падіння напруги на сімнадцятому 37 транзисторі, це в свою чергу призводить до збільшення базового струму двадцятого 44 і зменшення базового струму дев'ятнадцятого 43 транзистора, при цьому двадцятий 44 привідкривається, а дев'ятнадцятий 43 призакривається. При такій ситуації потенціал вихідної шини 46 зменшується і прямує до напруги шини від'ємного живлення 47 за допомогою резистора зворотного зв'язку 48 відбувається коригування по напрузі та витік зворотного струму в схему, також коригуючий конденсатор 49 коригує струм та забезпечує стабільну роботу пристрою.

Якщо вхідний струм витікає із схеми, ситуація стає діаметрально протилежною, то базовий струм зменшиться на дванадцятому 11 транзисторі і одинадцятому 10, що призведе до закриття дванадцятого 11 транзистора та відкриття одинадцятого 10 транзистора, відповідно збільшення колекторного струму одинадцятого 10 та зменшення дванадцятого 11 транзисторів, що призводить до зменшення колекторного струму тридцять третього 13 та збільшення колекторного струму тридцять четвертого 8 в свою чергу це призводить до того, що зменшення базового струму тридцять шостого 23 та збільшення базового струму тридцять п'ятого 18 транзисторів, така ситуація призводить до того що тридцять шостий 23 транзистор призакривається, а тридцять п'ятий 18 привідкривається, при цьому призакривається сороковий 32 і при відкривається тридцять дев'ятий 27 це в свою чергу призводить до зменшення колекторного струму тридцять другого 39 транзистора і збільшення колекторного струму тридцять першого 36 транзистора, така ситуація в свою чергу призводить до зменшення падіння напруги на вісімнадцятому 38 транзисторі і збільшенні падіння напруги на сімнадцятому 37 транзисторі, це в свою чергу призводить до зменшення базового струму двадцятого 44 і збільшення базового струму дев'ятнадцятого 43 транзистора, при цьому двадцятий 44 призакривається, а дев'ятнадцятий 43 привідкривається при такій ситуації потенціал вихідної шини збільшується і прямує до напруги шини від'ємного живлення 47 за допомогою резистора зворотного зв'язку 48 відбувається коригування по напрузі та витік зворотного струму в схему, також коригуючий конденсатор 49 коригує струм та забезпечує стабільну роботу пристрою.

Перше 1 і друге 7 джерела струму задають в першому каскаді струм, який через відбивачі Вільсона, які побудовано на першому 2, третьому 9, тридцять четвертому 8 транзисторах та другому 6, четвертому 12, тридцять третьому 13 транзисторах відповідно, сьомий 3 і восьмий 5 транзистори задають режим по постійному струму каскадів схеми.

Одинадцятий 10 і дванадцятий 11 транзистори утворюють двотактний симетричний вхідний каскад.

Двадцять перший 15, дев'ятий 17, тринадцятий 25 та тридцять п'ятий 18 та двадцять другий 16, десятий 24, чотирнадцятий 26, та тридцять шостий 23 транзистори утворюють складені відбивачі Вільсона, які передають сигнал з вхідного каскаду одинадцятого 10 і дванадцятого 11 транзисторів на проміжний підсилювальні каскади з тридцять дев'ятого 27 та сорокового 32 транзисторах, відповідно.

На транзисторах п'ять 28, п'ятнадцять 19, двадцять п'ять 29, тридцять сім 20 та тридцять вісім 21, шістнадцять 22, шість 31 та двадцять шість 30 транзисторах побудовано двонаправлений відбивач струму, який забезпечує задання робочих точок баз транзисторів проміжних підсилювальних каскадів тридцять дев'ятого 27 та сорокового 32 транзисторів.

Сімнадцятий 37 і вісімнадцятий 38 транзистори у поєднанні з дев'ятнадцятим 43 і двадцятим 44 транзисторами утворюють двотактний симетричний вихідний каскад.

Двадцять третій 35, двадцять сьомий 33, двадцять дев'ятий 41, тридцять перший 36 та двадцять четвертий 40, двадцять восьмий 34, тридцятий 42, тридцять другий 39 транзистори

утворюють складені відбивачі Вільсона, які забезпечують передачу корисного сигналу із проміжних підсилювальних каскадів на двотактний симетричний вихідний каскад.

Коригуючий конденсатор 49 забезпечує корекцію фазочастотної характеристики, що дозволяє попередити генерацію схеми. Резистор зворотного зв'язку 48 задає коефіцієнт підсилення.

Шини додатного 45 і від'ємного 47 живлення, а також шина нульового потенціалу 4 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.

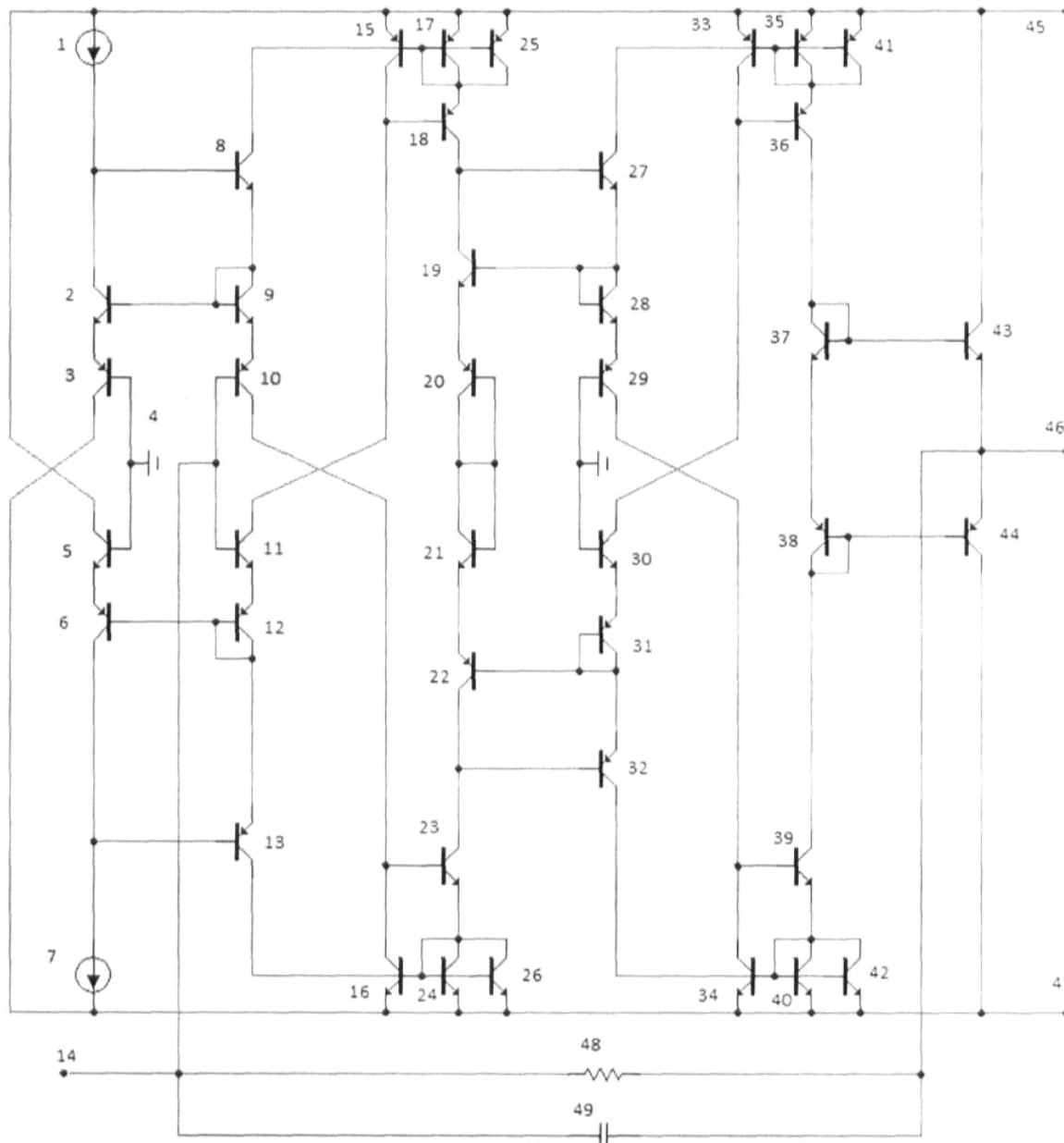
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить два джерела струму, резистор зворотного зв'язку, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, тридцять два біполярних транзистори, причому вхідну шину з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів та входом з резистором зворотного зв'язку, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з емітерами третього і четвертого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами першого і другого транзисторів відповідно, колектори першого та другого транзисторів з'єднано з першими виводами першого і другого джерел струму відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази сьомого і восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з шинами від'ємного і додатного живлення відповідно, а також з другими виводами другого і першого джерел струму, емітери дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого, двадцять першого, двадцять другого, двадцять третього, двадцять четвертого, двадцять сьомого, двадцять восьмого, двадцять дев'ятого, тридцятого та колектори дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів та другі виводи першого і другого джерел струму з'єднано з шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами тринадцятого, двадцять першого, чотирнадцятого і двадцять другою транзисторів відповідно, колектори тринадцятого та чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами дев'ятого та десятого транзисторів відповідно, бази п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, колектори одинадцятого та дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять другого та двадцять першого транзисторів відповідно, колектори двадцять п'ятого та двадцять шостого транзисторів зв'язані з колекторами двадцять восьмого та двадцять сьомого транзисторів відповідно, бази двадцять сьомого та двадцять восьмого транзисторів з'єднано з базами двадцять третього та двадцять четвертого і з базами двадцять дев'ятого та тридцятого транзисторів відповідно та з емітерами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, колектори тридцять першого та тридцять другого транзисторів з'єднано з колекторами сімнадцятого та вісімнадцятого транзисторів відповідно і з базами сімнадцятого, дев'ятнадцятого та вісімнадцятого, двадцятого транзисторів відповідно, емітери сімнадцятого, вісімнадцятого транзисторів з'єднано та емітери дев'ятнадцятого, двадцятого транзисторів з'єднані з виходом резистора зворотного зв'язку відповідно, який **відрізняється** тим, що у нього введено тридцять третій, тридцять четвертий, тридцять п'ятий, тридцять шостий, тридцять сьомий, тридцять восьмий, тридцять дев'ятий, сороковий біполярні транзистори та коригуючий конденсатор, причому бази тридцять третього та тридцять четвертого транзисторів з'єднано з колекторами першого та другого транзисторів і з першими входами першого та другого джерел струму відповідно, емітери тридцять третього та тридцять четвертого з'єднано з колекторами та базами третього та четвертого транзисторів відповідно, колектори тридцять третього та тридцять четвертого транзисторів з'єднано з базами дев'ятого та десятого транзисторів і з колекторами дев'ятого, тринадцятого та дев'ятого, чотирнадцятого транзисторів та емітерами тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів відповідно, бази тридцять п'ятого та тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами дванадцятого, двадцять першого та з одинадцятого, двадцять другого транзисторів відповідно, колектори тридцять п'ятого та тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів та з базами тридцять дев'ятого і сорокового транзисторів відповідно, емітери тридцять дев'ятого та сорокового транзисторів з'єднано з базами і колекторами п'ятого та шостого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з емітерами двадцять п'ятого та двадцять шостого транзисторів відповідно, бази двадцять п'ятого та двадцять шостого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери п'ятнадцятого та шістнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами тридцять сьомого і тридцять восьмого транзисторів відповідно, бази тридцять сьомого, тридцять восьмого з'єднано з колекторами та

60

5 базами тридцять сьомого і тридцять восьмого транзисторів відповідно, колектори тридцять дев'ятого та сорокового транзисторів з'єднано з базами двадцять третього і двадцять четвертого та емітерами тридцять першого і тридцять другого транзисторів та колекторами двадцять третього, двадцять дев'ятого та двадцять четвертого і тридцятотого транзисторів відповідно, коригуючий конденсатор з'єднано з вхідною шиною і входом резистора зворотного зв'язку та виходом резистора зворотного зв'язку і вихідною шиною.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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

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