



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130555** (13) **U**
(51) МПК
H03F 3/26 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

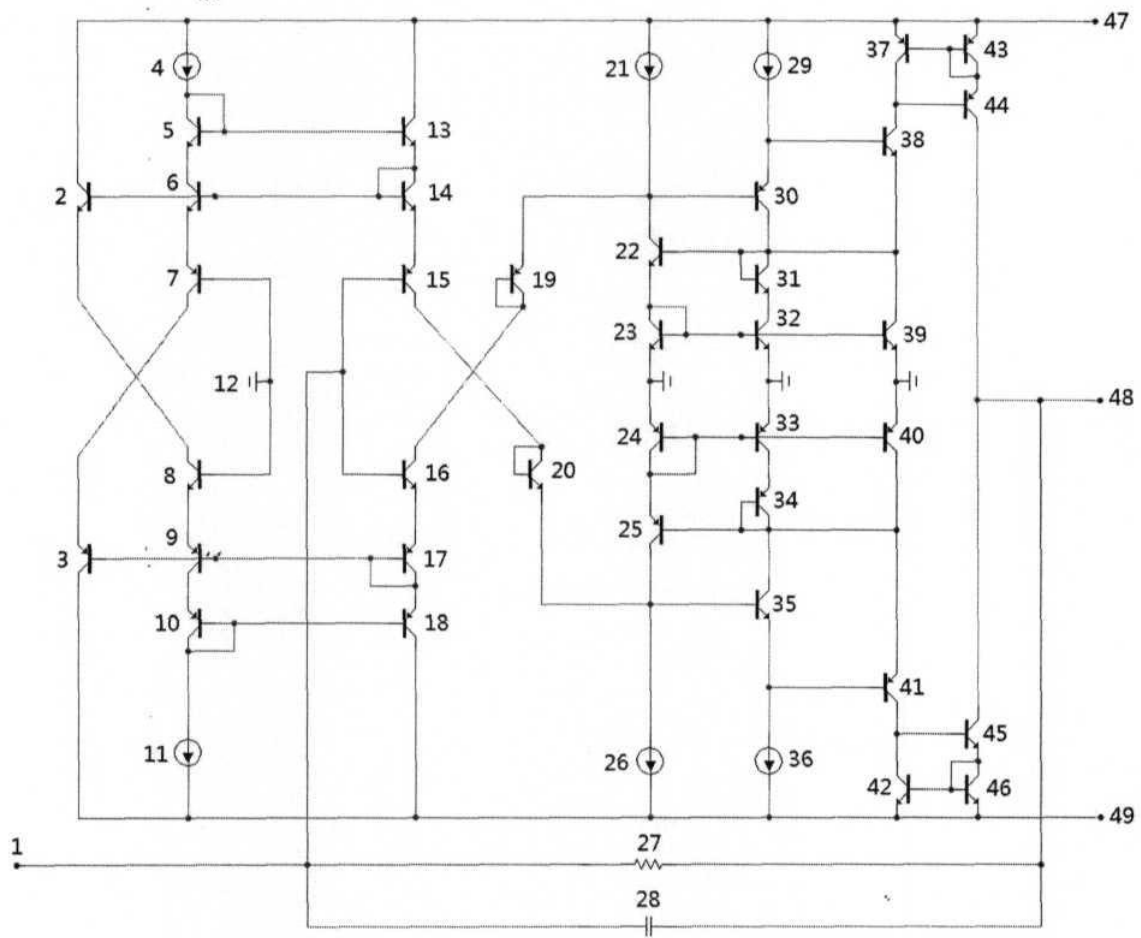
(21) Номер заявки: u 2018 07239	(72) Винахідник(и): Азаров Олексій Дмитрович (UA), Богомолов Сергій Віталійович (UA), Павлов Сергій Володимирович (UA), Генеральницький Євгеній Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.06.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.12.2018	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.12.2018, Бюл.№ 23	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ДВОТАКТНИЙ СИМЕТРИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ

(57) Реферат:

Двотактний симетричний підсилювач струму містить перше, друге, джерела постійного струму, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, двадцять два транзистори. При цьому введено чотирнадцять біполярних транзисторів, чотири джерела постійного струму, причому джерело додатного живлення з'єднано з емітерами двадцять сьомого та тридцять третього транзисторів, та з третім та п'ятим джерелом постійного струму та колекторами третього і десятого транзисторів, емітер третього транзистора з'єднано з колектором та базою чотирнадцятого транзистора, емітер першого транзистора з'єднано з колектором двадцять другого транзистора, джерело від'ємного живлення з'єднано з емітерами тридцять другого та тридцять шостого транзисторів, а також з четвертим та шостим джерелами струму і колекторами четвертого та дев'ятого транзисторів, емітер четвертого транзистора об'єднано з базою та колектором тринадцятого транзистора, емітер другого транзистора з'єднано з колектором двадцять першого транзистора, емітери двадцять першого та восьмого транзисторів об'єднані.

UA 130555 U



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

За аналог вибрано двотактний симетричний підсилювач струму (патент України № 45749 м. кл., H03F3/26, бюл. № 22, 2009 р.), який містить перше та друге джерела струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, 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 емітерами 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 та дев'ятнадцятого і двадцятого 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 виводами першого і другого джерел струму, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і 30 восьмого транзисторів відповідно, бази і колектори сьомого і восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, другі виводи першого і другого джерел струму, а також емітери п'ятого, шостого, дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого транзисторів 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, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано із шинами додатного і від'ємного 40 живлення відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано із колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з другим виводом коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною.

Недоліком аналога є низький коефіцієнт підсилення й мала швидкодія, що обмежує галузь використання пристрою.

За прототип вибрано двотактний симетричний підсилювач струму [патент України № 70320 м. кл., H03K 5/22, G05B 1/00, H03F 3/26 (бюл. № 11, 2012 р.), який містить перше та друге джерела струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, 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 емітерами 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 та дев'ятнадцятого і двадцятого 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 виводами першого і другого джерел струму, 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, другі виводи першого і другого джерел струму, а також емітери п'ятого, шостого, дев'ятого, десятого, тринадцятого, чотирнадцятого транзисторів 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, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано із шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, емітери сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано із колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з другим виводом коригуючого конденсатора, а також з вихідною шиною, який відрізняється тим, що у нього введено двадцять перший і двадцять 55 другий транзистори, причому емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано із шинами додатного і від'ємного живлення відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тринадцятого, двадцять першого і 60

чотирнадцятого, двадцять другого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятнадцятого, дванадцятого і шістнадцятого, одинадцятого транзисторів відповідно, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з другими виводами першого і другого джерел струму відповідно, а також із шинами додатного і від'ємного живлення відповідно.

5 Недоліком прототипу є низькі коефіцієнт підсилення та точність роботи пристрою, що обмежує галузь використання.

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 пристрою та збільшується коефіцієнт підсилення, це розширює
10 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 перше та друге джерела струму, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, двадцять два біполярних транзистори, причому шину
15 додатного живлення з'єднано з першим джерелом струму, яке в свою чергу з'єднано з колектором і базою першого транзистора та базою третього транзистора, бази десятого, двадцять другого та чотирнадцятого транзисторів з'єднано з колектором чотирнадцятого транзистора, шина нульового потенціалу з'єднана з базами сьомого та восьмого транзисторів, бази дев'ятого, двадцять першого та тринадцятого транзисторів з'єднано з колектором
20 тринадцятого транзистора, шина від'ємного живлення з'єднана з другим джерелом струму, яке, в свою чергу, з'єднано з колектором і базою другого транзистора та базою четвертого транзистора, бази п'ятнадцятого та сімнадцятого транзисторів з'єднані з колекторами сімнадцятого та п'ятого транзисторів, бази шістнадцятого та вісімнадцятого транзисторів об'єднані з колекторами вісімнадцятого та шостого транзисторів, вхідну шину з'єднано з базами
25 одинадцятого та дванадцятого транзисторів, які, в свою чергу, з'єднані через резистор зворотного зв'язку та коригуючий конденсатор з вихідною шиною, введено чотирнадцять біполярних транзисторів, чотири джерела постійного струму, причому джерело додатного живлення з'єднано з емітерами двадцять сьомого та тридцять третього транзисторів та з третім і п'ятим джерелами постійного струму та колекторами третього і десятого транзисторів, емітер
30 третього транзистора з'єднано з колектором та базою чотирнадцятого транзистора, емітер першого транзистора з'єднано з колектором двадцять другого транзистора, джерело від'ємного живлення з'єднано з емітерами тридцять другого та тридцять шостого транзисторів, а також з четвертим та шостим джерелами постійного струму і колекторами четвертого та дев'ятого транзисторів, емітер четвертого транзистора об'єднано з базою та колектором тринадцятого
35 транзистора, емітер другого транзистора з'єднано з колектором двадцять першого транзистора, емітери двадцять першого та восьмого транзисторів об'єднані, колектор восьмого транзистора з'єднано з емітером десятого транзистора, емітери двадцять другого та сьомого транзисторів об'єднано, колектор сьомого транзистора з'єднано з емітером дев'ятого транзистора, емітери
40 одинадцятого та чотирнадцятого транзисторів об'єднано, колектор одинадцятого транзистора з'єднано з колектором та базою двадцятого транзистора, емітери тринадцятого та дванадцятого транзисторів об'єднано, колектор дванадцятого транзистора з'єднано з колектором та базою дев'ятнадцятого транзистора, емітер дев'ятнадцятого транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого та базою п'ятого транзистора і третім джерелом постійного струму, емітер двадцятого транзистора з'єднано з колектором шістнадцятого та базою шостого транзисторів і
45 четвертим джерелом постійного струму, з шиною нульового потенціалу з'єднано емітери двадцять третього, двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого, двадцять дев'ятого та тридцятого транзисторів, бази двадцять третього, двадцять п'ятого та двадцять дев'ятого транзисторів об'єднані з колектором двадцять третього та емітером п'ятнадцятого транзисторів, бази двадцять четвертого, двадцять шостого та тридцятого транзисторів об'єднані з колектором двадцять четвертого і емітером шістнадцятого транзисторів, п'яте
50 джерело постійно струму з'єднано з емітером п'ятого та базою двадцять восьмого транзисторів, емітер двадцять восьмого транзистора з'єднано з колекторами п'ятого, сімнадцятого та двадцять дев'ятого транзисторів, шосте джерело постійно струму з'єднано з емітером шостого та базою тридцять першого транзисторів, емітер тридцять першого транзистора з'єднано
55 колекторами шостого, вісімнадцятого та тридцятого транзисторів, емітер сімнадцятого та колектор двадцять п'ятого транзисторів з'єднані, емітер вісімнадцятого та колектор двадцять шостого транзисторів з'єднані, колектор двадцять сьомого та двадцять восьмого транзисторів з'єднані з базою тридцять четвертого транзистора, бази двадцять сьомого та тридцять третього транзисторів з'єднані з колектором тридцять третього та емітером тридцять четвертого
60 транзисторів, колектори тридцять першого та тридцять другого транзисторів з'єднано з базою

тридцять п'ятого транзистора, бази тридцять другого та тридцять шостого транзисторів з'єднані з емітером тридцять п'ятого та колектором тридцять шостого транзисторів, колектори тридцять четвертого та тридцять п'ятого транзисторів з'єднані з вихідною шиною.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

5 Пристрій містить перше 4, друге 11, третє 21, четверте 26, п'яте 29 та шосте 36 джерела струму, шини додатного 47 та від'ємного 49 живлення, вхідну 1 і вихідну 48 шини, шину нульового потенціалу 12, тридцять шість транзисторів, причому шину додатного живлення 47 з'єднано з першим джерелом струму 4, яке, в свою чергу, з'єднано з колектором і базою 10 першого транзистора 5 та базою третього транзистора 13, бази десятого 2, двадцять другого 6 та чотирнадцятого 14 транзисторів з'єднано з колектором чотирнадцятого 14 транзистора, шина нульового потенціалу 12 з'єднана з базами сьомого 7 та восьмого 8 транзисторів, бази дев'ятого 3, двадцять першого 9 та тринадцятого 17 транзисторів з'єднано з колектором 15 тринадцятого 17 транзистора, шина від'ємного живлення 49 з'єднана з другим джерелом струму 11, яке, в свою чергу, з'єднано з колектором і базою другого 10 транзистора та базою 18 четвертого 18 транзистора, бази п'ятнадцятого 22 та сімнадцятого 31 транзисторів з'єднані з 20 колекторами сімнадцятого 31 та п'ятого 30 транзисторів, бази шістнадцятого 25 та вісімнадцятого 34 транзисторів об'єднані з колекторами вісімнадцятого 34 та шостого 35 транзисторів, вхідну шину 1 з'єднано з базами одинадцятого 15 та дванадцятого 16 транзисторів, які, в свою чергу, з'єднані через резистор зворотного зв'язку 27 та коригуючий конденсатор 28 з вихідною шиною 1, причому джерело додатного живлення 47 з'єднано з 25 емітерами двадцять сьомого 37 та тридцять третього 43 транзисторів та з третім 21 і п'ятим 29 джерелами постійного струму та колекторами третього 13 і десятого 2 транзисторів, емітер 13 третього 13 транзистора з'єднано з колектором та базою чотирнадцятого 14 транзистора, емітер першого 5 транзистора з'єднано з колектором двадцять другого 6 транзистора, джерело 25 від'ємного живлення 49 з'єднано з емітерами тридцять другого 42 та тридцять шостого 46 транзисторів, а також з четвертим 26 та шостим 36 джерелами струму і колекторами четвертого 18 та дев'ятого 3 транзисторів, емітер четвертого 18 транзистора об'єднано з базою та 30 колектором тринадцятого 17 транзистора, емітер другого 10 транзистора з'єднано з колектором 30 двадцять першого 9 транзистора, емітери двадцять першого 9 та восьмого 8 транзисторів об'єднані, колектор восьмого 8 транзистора з'єднано з емітером десятого 2 транзистора, емітери 35 двадцять другого 6 та сьомого 7 транзисторів об'єднано, колектор сьомого 7 транзистора з'єднано з емітером дев'ятого 2 транзистора, емітери одинадцятого 15 та чотирнадцятого 14 транзисторів об'єднано, колектор одинадцятого 15 транзистора з'єднано з 40 колектором та базою двадцятого 20 транзистора, емітери тринадцятого 17 та дванадцятого 20 транзисторів об'єднано, колектор дванадцятого 20 транзистора з'єднано з колектором та базою дев'ятнадцятого 19 транзистора, емітер дев'ятнадцятого 19 транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого 22 та базою п'ятого 30 транзисторів і третім джерелом постійного струму 21, 40 емітер двадцятого 20 транзистора з'єднано з колектором шістнадцятого 25 та базою шостого 35 транзистора і четвертим джерелом постійного струму 26, з шиною нульового потенціалу 12 з'єднано емітери двадцять третього 23, двадцять четвертого 24, двадцять п'ятого 32, двадцять шостого 33, двадцять дев'ятого 39 та тридцятого 40 транзисторів, бази двадцять третього 23, двадцять п'ятого 32 та двадцять дев'ятого 39 транзисторів об'єднані з колектором двадцять 45 третього 23 та емітером п'ятнадцятого 22 транзисторів, бази двадцять четвертого 24, двадцять шостого 33 та тридцятого 40 транзисторів об'єднані з колектором двадцять четвертого 24 та емітером шістнадцятого 25 транзисторів, п'яте джерело постійно струму 29 з'єднано з емітером п'ятого 30 та базою двадцять восьмого 38 транзисторів, емітер двадцять восьмого 38 транзистора з'єднано з колекторами п'ятого 30, сімнадцятого 31 та двадцять дев'ятого 39 транзисторів, шосте джерело постійно струму 36 з'єднано з емітером шостого 35 та базою 50 тридцять першого 41 транзисторів, емітер тридцять першого 41 транзистора з'єднано з колекторами шостого 35, вісімнадцятого 34 та тридцятого 40 транзисторів, емітер сімнадцятого 31 та колектор двадцять п'ятого 32 транзисторів з'єднані, емітер вісімнадцятого 34 та колектор 55 двадцять шостого 33 транзисторів з'єднані, колектор двадцять сьомого 37 та двадцять восьмого 38 транзисторів з'єднані з базою тридцять четвертого 44 транзистора, бази двадцять сьомого 37 та тридцять третього 43 транзисторів з'єднані з колектором тридцять третього 43 та емітером тридцять четвертого 44 транзисторів, колектори тридцять першого 41 та тридцять 60 другого 42 транзисторів з'єднано з базою тридцять п'ятого 45 транзистора, бази тридцять другого 42 та тридцять шостого 46 транзисторів з'єднані з емітером тридцять п'ятого 45 та колектором тридцять шостого 46 транзисторів, колектори тридцять четвертого 44 та тридцять п'ятого 45 транзисторів з'єднані з вихідною шиною 48.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму надходить на вхідну шину 1.

5 Якщо вхідний струм втікає в схему, то дванадцятий 16 транзистор трохи відкривається, а одинадцятий 15 транзистор трохи закривається, при цьому колекторний струм дванадцятого 16 транзистора збільшується, а одинадцятого 15 транзистора зменшується, це призводить до зменшення базового струму шостого 35 транзистора та його неповного закривання і збільшення базового струму п'ятого 30 транзистора і його неповного відкривання, у свою чергу базовий струм тридцять першого 41 транзистора зменшується, що призводить до його неповного відкривання і базовий струм двадцять восьмого 38 транзистора збільшується, що призводить до його неповного закривання. У свою чергу напруга точки об'єднання вихідної шини 1 колекторів тридцять п'ятого 45, тридцять четвертого 44 транзисторів зменшується і прямує до напруги шини від'ємного живлення 49.

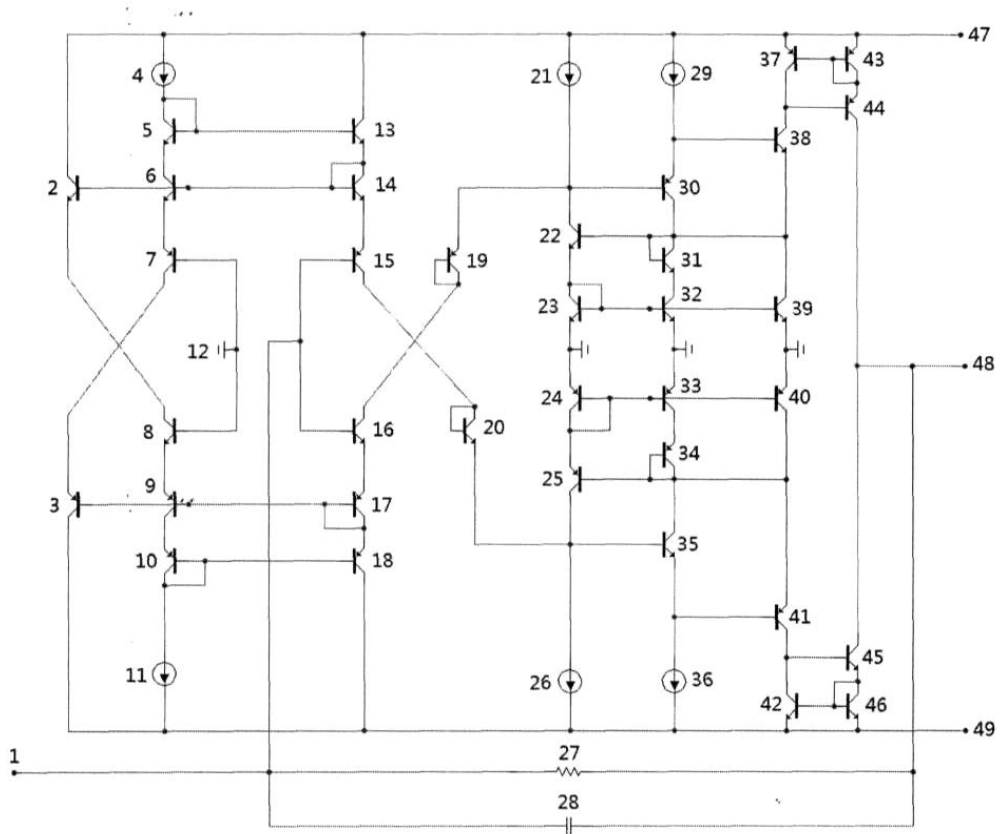
15 У випадку коли струм витікає, то дванадцятий 16 транзистор трохи закривається, а одинадцятий 15 транзистор трохи відкривається, при цьому колекторний струм дванадцятого 16 транзистора зменшується, одинадцятого 15 транзистора збільшується, це призводить до збільшення базового струму шостого 35 транзистора та його неповного відкривання і зменшення базового струму п'ятого 30 транзистора і його неповного закривання, у свою чергу базовий струм тридцять першого 41 транзистора збільшується, що призводить до його неповного закривання і базовий струм двадцять восьмого 38 транзистора зменшується, що призводить до його неповного відкривання і напруга точки об'єднання вихідної шини колекторів тридцять п'ятого 45, тридцять четвертого 44 транзисторів збільшується і прямує до шини додатного живлення 47.

25 Перше 4 та друге 11 джерела струмів та десятий 2, двадцять другий 6, перший 5, третій 13, чотирнадцятий 14, сьомий 7, восьмий 8, двадцять перший 9, другий 10, тринадцятий 17 транзистори утворюють схему задання режиму по постійному струму каскадів схеми, на одинадцятому 15 та дванадцятому 16 транзисторах побудовано вхідний підсилювальний каскад, дев'ятнадцятий 19, двадцятий 20 транзистори в діодному включенні забезпечують узгодження вхідного підсилювального каскаду з проміжними підсилювальними каскадами, які побудовані на п'ятому 30, шостому 35 і двадцять восьмому 38, тридцять першому 41 складених транзисторах Шиклаї, третє 21 і четверте 26 джерела постійного струму та п'ятнадцятий 22, двадцять третій 23, сімнадцятий 31, двадцять п'ятий 32, двадцять шостий 33, двадцять четвертий 24, шістнадцятий 25 транзистори задають робочу точку транзисторів проміжного каскаду (30, 35), п'яте 29 та шосте 36 джерела струму разом з двадцять дев'ятим 39, тридцятим 40, сімнадцятим 31, двадцять п'ятим 32, двадцять шостим 33, вісімнадцятим 34 транзисторами задають робочу точку двадцять восьмого 38 і тридцять першого 41 транзисторів проміжного підсилювального каскаду. Для розв'язки проміжних підсилювальних каскадів з вихідною шиною 48, використовуються відбивачі Вілсона, які побудовані на двадцять сьомому 37, тридцять третьому 43, тридцять четвертому 44 та тридцять другому 42, тридцять п'ятому 45, тридцять шостому 46 транзисторах, резистор зворотного зв'язку 27 задає коефіцієнт підсилення, коригуючий конденсатор 28 забезпечує коригування амплітудно-частотної характеристики, шини додатного живлення 47, шина від'ємного живлення 49 та шина нульового потенціалу 12 забезпечують потрібний режим по напрузі каскадів схеми.

45 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить перше, друге, джерела постійного струму, шини додатного та від'ємного живлення, вхідну і вихідну шини, шину нульового потенціалу, двадцять два транзистори, причому додатну шину живлення з'єднано з першим джерелом струму, яке, в свою чергу, з'єднано з колектором і базою першого транзистора та базою третього транзистора, бази десятого, двадцять другого та чотирнадцятого транзисторів з'єднано з колектором чотирнадцятого транзистора, шина нульового потенціалу з'єднана з базами сьомого та восьмого транзисторів, бази дев'ятого, двадцять першого та тринадцятого транзисторів з'єднано з колектором тринадцятого транзистора, шина від'ємного живлення з'єднана з другим джерелом струму, яке, в свою чергу, з'єднано з колектором і базою другого транзистора та базою четвертого транзистора, бази п'ятнадцятого та сімнадцятого транзисторів з'єднані з колекторами сімнадцятого та п'ятого транзисторів, бази шістнадцятого та вісімнадцятого транзисторів об'єднані з колекторами вісімнадцятого та шостого транзисторів, вхідну шину з'єднано з базами одинадцятого та дванадцятого транзисторів, які, в свою чергу, з'єднані через резистор зворотного зв'язку та коригуючий конденсатор з вихідною шиною, який 60 **відрізняється** тим, що введено чотирнадцять біполярних транзисторів, чотири джерела

постійного струму, причому джерело додатного живлення з'єднано з емітерами двадцять сьомого та тридцять третього транзисторів, та з третім та п'ятим джерелами постійного струму та колекторами третього і десятого транзисторів, емітер третього транзистора з'єднано з колектором та базою чотирнадцятого транзистора, емітер першого транзистора з'єднано з колектором двадцять другого транзистора, джерело від'ємного живлення з'єднано з емітерами тридцять другого та тридцять шостого транзисторів, а також з четвертим та шостим джерелами струму і колекторами четвертого та дев'ятого транзисторів, емітер четвертого транзистора об'єднано з базою та колектором тринадцятого транзистора, емітер другого транзистора з'єднано з колектором двадцять першого транзистора, емітери двадцять першого та восьмого транзисторів об'єднані, колектор восьмого транзистора з'єднано з емітером десятого транзистора, емітери двадцять другого та сьомого транзисторів об'єднано, колектор сьомого транзистора з'єднано з емітером дев'ятого транзистора, емітери одинадцятого та чотирнадцятого транзисторів об'єднано, колектор одинадцятого транзистора з'єднано з колектором та базою двадцять другого транзистора, емітери тринадцятого та дванадцятого транзисторів об'єднано, колектор дванадцятого транзистора з'єднано з колектором та базою дев'ятнадцятого транзистора, емітер дев'ятнадцятого транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого та базою п'ятого транзисторів і третім джерелом постійного струму, емітер двадцятого транзистора з'єднано з колектором шістнадцятого та базою шостого транзисторів і четвертим джерелом постійного струму, з шиною нульового потенціалу з'єднано емітери двадцять третього, двадцять четвертого, двадцять п'ятого, двадцять шостого, двадцять дев'ятого та тридцятого транзисторів, бази двадцять третього, двадцять п'ятого та двадцять дев'ятого транзисторів об'єднані з колектором двадцять третього та емітером п'ятнадцятого транзисторів, бази двадцять четвертого, двадцять шостого та тридцятого транзисторів об'єднані з колектором двадцять четвертого та емітером шістнадцятого транзисторів, п'яте джерело постійно струму з'єднано з емітером п'ятого та базою двадцять восьмого транзисторів, емітер двадцять восьмого транзистора з'єднано з колекторами п'ятого, сімнадцятого та двадцять дев'ятого транзисторів, шосте джерело постійно струму з'єднано з емітером шостого та базою тридцять першого транзисторів, емітер тридцять першого транзистора з'єднаного колекторами шостого, вісімнадцятого та тридцятого транзисторів, емітер сімнадцятого та колектор двадцять п'ятого транзисторів з'єднані, емітер вісімнадцятого та колектор двадцять шостого транзисторів з'єднані, колектор двадцять сьомого та двадцять восьмого транзисторів з'єднані з базою тридцять четвертого транзистора, бази двадцять сьомого та тридцять третього транзисторів з'єднані з колектором тридцять третього та емітером тридцять четвертого транзисторів, колектори тридцять першого та тридцять другого транзисторів з'єднані з базою тридцять п'ятого транзистора, бази тридцять другого та тридцять шостого транзисторів з'єднані з емітером тридцять п'ятого та колектором тридцять шостого транзисторів, колектори тридцять четвертого та тридцять п'ятого транзисторів з'єднані з вихідною шиною.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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