



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58787 (13) U
(51) МПК
H03F 3/26 (2011.01)

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) u201011637

(22) 30.09.2010

(24) 26.04.2011

(46) 26.04.2011, Бюл.№ 8, 2011 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, МЕЛЬНИК
СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, БОГОМОЛОВ СЕРГІЙ
ВІТАЛІЙОВИЧ, ШАБАТУРА МАКСИМ ЮРІЙОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, тридцять чотири транзистори, причому вхідну шину з'єднано з базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, бази одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами і базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, колектори і бази сьомого і восьмого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами і колекторами першого і другого транзисторів відповідно та об'єднано через джерело струму, емітери першого, третього, дев'ятого, п'ятнадцятого, сімнадцятого, двадцять першого і двадцять сьомого та другого, четвертого, десятого, шістнадцятого, вісімнадцятого, двадцять другого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекто-

рами п'ятнадцятого і сімнадцятого та шістнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано, бази дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів з'єднано з базами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами і колекторами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, колектори двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, а також з базами тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів відповідно, емітери тридцять першого і тридцять другого транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, колектори тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, емітери тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з вихідною шиною, який **відрізняється** тим, що у нього введено тридцять п'ятий і тридцять шостий транзистори, причому бази тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, колектори тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого тран-

UA (19) 58787 (11) (13) U

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

Відомо двотактний симетричний підсилювач струму (Патент України №18599, H03K5/00, G05B1/00, бюл. №11, 2006р.), який містить коригуючий конденсатор, резистор зворотного зв'язку, джерело струму, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, вхідну і вихідну шини, двадцять вісім транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого та другого транзисторів та першими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, базу першого транзистора з'єднано з базою та колектором п'ятого транзистора, а також з колектором сьомого транзистора, який в свою чергу підключений базою до бази та колектора дев'ятого транзистора, сьомий та дев'ятий транзистори підключені емітерами до шини додатного живлення, колектор та база десятого та база восьмого транзисторів об'єднані, емітери десятого та восьмого транзисторів з'єднані з шиною від'ємного живлення, колектор восьмого транзистора з'єднано з колектором і базою шостого транзистора та базою другого транзистора, емітери п'ятого та шостого транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, колектор першого транзистора з'єднано з базою п'ятнадцятого транзистора, а також з колектором третього транзистора, колектор другого транзистора з'єднано з базою шістнадцятого та колектором четвертого транзисторів, базу третього транзистора з'єднано з колектором і базою одинадцятого транзистора, а також з колектором дванадцятого транзистора, базу четвертого транзистора з'єднано з колектором та базою чотирнадцятого транзистора, а також з колектором тринадцятого транзистора, емітери дванадцятого та тринадцятого транзисторів об'єднано, емітери сімнадцятого та вісімнадцятого транзисторів об'єднано емітери дев'ятнадцятого та двадцятого транзисторів об'єднано та з'єднано з вихідною шиною, а також з другими выводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, емітери четвертого, чотирнадцятого та колектор двадцятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного живлення, емітери третього, одинадцятого та колектор дев'ятнадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного живлення, колектор двадцять першого транзистора з'єднано з базою двадцять третього транзистора, базу двадцять першого транзистора з'єднано з базою та колектором двадцять п'ятого транзистора та емітером двадцять третього транзистора, колектор двадцять третього транзистора з'єднано з базою та колектором сімнадцятого транзистора, а також з базою дев'ятнадцятого транзистора, колектор двадцять другого транзистора з'єднано з базою двадцять четвертого транзистора, базу двадцять другого транзистора з'єднано з базою та колектором двадцять шостого транзистора та емітером двадцять четвертого транзистора, колектор двадцять четвертого транзистора з'єднано з базою та колектором вісімнадцятого транзистора, а також з базою двадцятого транзистора, базу та колектор двадцять сьомого транзистора з'єднано з колектором п'ятнадцятого транзис-

тора, а також з базою дванадцятого транзистора, базу та колектор двадцять восьмого транзистора з'єднано з колектором шістнадцятого транзистора, а також з базою тринадцятого транзистора, емітери двадцять сьомого та двадцять восьмого транзисторів об'єднано та з'єднано з шиною нульового потенціалу, джерело струму першим выводом з'єднано з базою та колектором дев'ятого транзистора, а також з базою сьомого транзистора, другий вивід джерела струму з'єднано з базою та колектором десятого транзистора, а також з базою восьмого транзистора.

Недоліком пристрою є низький коефіцієнт підсилення вхідного сигналу та точності роботи, що звужує галузь застосування.

За прототип обрано двотактний симетричний підсилювач струму (Патент України №26493, Бюл. №15, 2007р.), який містить перше та друге джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, тридцять чотири транзистори, причому вхідну шину з'єднано з базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів, а також з першим выводом коригуючого конденсатора, а також з першим выводом резистора зворотного зв'язку, колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, бази одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами і базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, колектори і бази сьомого і восьмого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами і колекторами першого і другого транзисторів відповідно та об'єднано через перше джерело струму, емітери першого, третього, дев'ятого, п'ятнадцятого, сімнадцятого, двадцять першого і двадцять сьомого та другого, четвертого, десятого, шістнадцятого, вісімнадцятого, двадцять другого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами п'ятнадцятого і сімнадцятого та шістнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також об'єднано через друге джерело струму, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано, бази дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери два-

дцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів з'єднано з базами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами і колекторами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, колектори двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, а також з базами тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів відповідно, емітери тридцять першого і тридцять другого транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, колектори тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, емітери тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з вихідною шиною.

Недоліком прототипу є низький 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 збільшується 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 джерело струму, резистор зворотного зв'язку, коригуючий конденсатор, шини додатного і від'ємного живлення, шину нульового потенціалу, тридцять чотири транзистори, причому вхідну шину з'єднано з базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку, колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, бази одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами і базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, колектори і бази сьомого і восьмого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами і колекторами першого і другого транзисторів відповідно та об'єднано через джерело струму, емітери першого, третього, дев'ятого, п'ятнадцятого, сімнадцятого, двадцять першого і двадцять сьомого та другого, четвертого, десятого, шістнадцятого, вісімнадцятого, двадцять другого і двадцять восьмого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а

також з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, бази дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами п'ятнадцятого і сімнадцятого та шістнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано, бази дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів з'єднано з базами двадцять першого і двадцять другого транзисторів відповідно, а також з базами і колекторами двадцять сьомого і двадцять восьмого транзисторів відповідно, колектори двадцять дев'ятого і тридцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами тридцять першого і тридцять другого транзисторів відповідно, а також з базами тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів відповідно, емітери тридцять першого і тридцять другого транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, колектори тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного потенціалу відповідно, емітери тридцять третього і тридцять четвертого транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку та з вихідною шиною, введено тридцять п'ятий і тридцять шостий транзистори, причому бази тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів з'єднано з базами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, колектори тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, емітери тридцять п'ятого і тридцять шостого транзисторів з'єднано з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Пристрій містить джерело струму 2, резистор зворотного зв'язку 27, коригуючий конденсатор 26, шини додатного 42 і від'ємного 44 живлення, шину нульового потенціалу 8, тридцять шість транзисторів, причому вхідну шину 4 з'єднано з базами тринадцятого 14 і чотирнадцятого 15 транзисторів, а також з першим виводом коригуючого конденсатора 26, а також з першим виводом резистора зворотного зв'язку 27, колектори тринадцятого 14 і чотирнадцятого 15 транзисторів з'єднано з емітерами тридцять п'ятого 19 і тридцять шостого 20 транзисторів відповідно, емітери тринадцятого 14 і чотирнадцятого 15 транзисторів з'єднано з емітерами одинадцятого 13 і дванадцятого 16 транзисторів відповідно, бази одинадцятого 13 і дванадцятого 16 транзисторів з'єднано з колекторами і базами п'ятого 6 і шостого 10 транзисторів відпо-

відно, а також з колекторами третього 5 і четвертого 11 транзисторів відповідно, а також з базами тридцять п'ятого 19 і тридцять шостого 20 транзисторів відповідно, емітери п'ятого 6 і шостого 10 транзисторів з'єднано з емітерами сьомого 7 і восьмого 9 транзисторів відповідно, колектори і бази сьомого 7 і восьмого 9 транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу 8, бази третього 5 і четвертого 11 транзисторів з'єднано з базами і колекторами першого 1 і другого 3 транзисторів відповідно та об'єднано через джерело струму 2, емітери першого 1, третього 5, дев'ятого 12, п'ятнадцятого 18, сімнадцятого 22, двадцять першого 28 і двадцять сьомого 34 та другого 3, четвертого 11, десятого 17, шістнадцятого 21, вісімнадцятого 25, двадцять другого 33 і двадцять восьмого 39 транзисторів з'єднано з шинами додатного 42 і від'ємного 44 потенціалу відповідно, колектори одинадцятого 13 і дванадцятого 16 транзисторів з'єднано з колекторами дев'ятого 12 і десятого 17 транзисторів відповідно, а також з базами двадцять третього 29 і двадцять четвертого 32 транзисторів відповідно, бази дев'ятого 12 і десятого 17 транзисторів з'єднано з базами і колекторами п'ятнадцятого 18 і сімнадцятого 22 та шістнадцятого 21 і вісімнадцятого 25 транзисторів відповідно, а також з колекторами тридцять п'ятого 19 і тридцять шостого 20 транзисторів відповідно, а також з колекторами дев'ятнадцятого 23 і двадцятого 24 транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого 23 і двадцятого 24 транзисторів об'єднано, бази дев'ятнадцятого 23 і двадцятого 24 транзисторів з'єднано з базами і колекторами двадцять п'ятого 30 і двадцять шостого 31 транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять третього 29 і двадцять четвертого 32 транзисторів відповідно, емітери двадцять п'ятого 30 і двадцять шостого 31 транзисторів об'єднано і з'єднано з шиною нульового потенціалу 8, емітери двадцять третього 29 і двадцять четвертого 32 транзисторів з'єднано з колекторами двадцять першого 28 і двадцять другого 33 транзисторів відповідно, а також з базами двадцять дев'ятого 35 і тридцятого 38 транзисторів відповідно, емітери двадцять дев'ятого 35 і тридцятого 38 транзисторів з'єднано з базами двадцять першого 28 і двадцять другого 33 транзисторів відповідно, а також з базами і колекторами двадцять сьомого 34 і двадцять восьмого 39 транзисторів відповідно, колектори двадцять дев'ятого 35 і тридцятого 38 транзисторів з'єднано з базами і колекторами тридцять першого 36 і тридцять другого 37 транзисторів відповідно, а також з базами тридцять третього 40 і тридцять четвертого 41 транзисторів відповідно, емітери тридцять першого 36 і тридцять другого 37 транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора 26, колектори тридцять третього 40 і тридцять четвертого 41 транзисторів з'єднано з шинами додатного 42 і від'ємного 44 потенціалу відповідно, емітери тридцять третього 40 і тридцять четвертого 41 транзисторів об'єднано і з'єднано з другим виводом резистора зворотного зв'язку 27 та з вихідною шиною 43.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 4. Якщо вхідний струм втікає у схему,

то чотирнадцятий 15 транзистор привідкривається, а тринадцятий 14 транзистор призакривається, при цьому дванадцятий 16 транзистор привідкривається, а одинадцятий 13 транзистор призакривається. Відповідно двадцять четвертий 32 та тридцятий 38 транзистори привідкриваються, а двадцять третій 29 та двадцять дев'ятий 35 транзистори призакриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тридцять першого 36 і тридцять другого 37 зменшується і прямує до $-E_{ж}$. При цьому потенціал вихідної шини 43 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тридцять першого 36 і тридцять другого 37 транзисторів і також зменшується та наближається до $-E_{ж}$.

Якщо вхідний струм витікає зі схеми, то чотирнадцятий 15 транзистор призакривається, а тринадцятий 14 транзистор привідкривається, при цьому дванадцятий 16 транзистор призакривається, а одинадцятий 13 транзистор привідкривається. Відповідно двадцять четвертий 32 та тридцятий 38 транзистори призакриваються, а двадцять третій 29 та двадцять дев'ятий 35 транзистори привідкриваються. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів тридцять першого 36 і тридцять другого 37 зменшується і прямує до $E_{ж}$. При цьому потенціал вихідної шини 43 відслідковує потенціал точки об'єднання емітерів тридцять першого 36 і тридцять другого 37 транзисторів і також зменшується та наближається до $E_{ж}$.

Джерело струму 2 та перший 1, третій 5, п'ятий 6, сьомий 7, а також другий 3, четвертий 11, шостий 10, восьмий 9 транзистори утворюють схему завдання режиму по постійному струму каскадів пристрою.

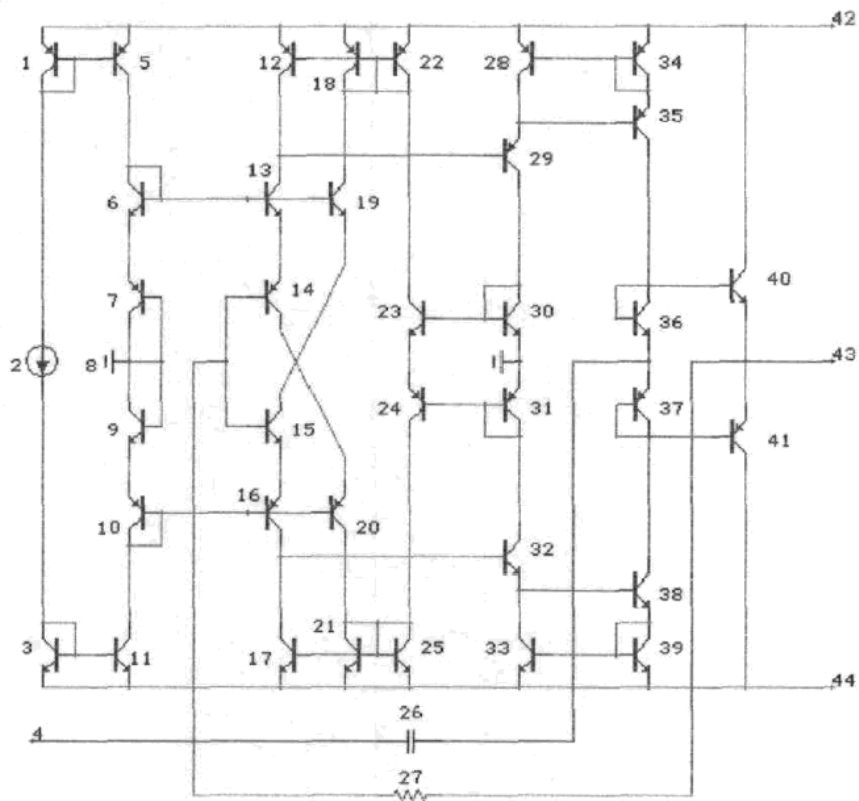
Відбивачі струму побудовані на дев'ятому 12, п'ятнадцятому 18 і сімнадцятому 22, а також десятому 17, шістнадцятому 21 і вісімнадцятому 25 транзисторах завдають режим роботи по постійному струму парафазного відбивача струму, що побудований на дев'ятнадцятому 23, двадцять п'ятому 30, двадцятьому 24 і двадцять шостому 31 транзисторах, що у свою чергу задає режим роботи підсилювальних каскадів на двадцять третьому 29 і двадцять четвертому 32 транзисторах. Використання схеми з каскодуванням по емітерах і по колекторах побудована на тридцять п'ятому 19 і тридцять шостому 20 транзисторах призводить до підвищення коефіцієнту передачі схеми.

Відбивачі струму за схемою Уілсона на двадцять першому 28, двадцять другому 33, двадцять дев'ятому 35, тридцятому 38, двадцять сьомому 34, двадцять восьмому 39 транзисторах відповідно завдають режим роботи по постійному струмові вихідного каскаду.

Коригуючий конденсатор 26 коригує АЧХ (амплітудо-частотну характеристику) і запобігає генерації. Резистор зворотного зв'язку 27 задає коефіцієнт підсилення.

Тринадцятий 14 та чотирнадцятий 15 транзистори утворюють двотактний симетричний вхідний каскад. Тридцять перший 36, тридцять другий 37, тридцять третій 40, тридцять четвертий 41 транзистори утворюють вихідний каскад.

Шини додатного 42 і від'ємного 44 живлення, а також шина нульового потенціалу 8 забезпечують потрібний рівень напруги для живлення схеми.



Фіг.