



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19728 (13) U
(51) МПК (2006)
H03K 5/22
G05B 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПІДСИЛЮВАЧ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

1

2

(21) u200608586

(22) 31.07.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Азаров Олексій Дмитрович, Лукашук Олександр Олександрович, Богомолів Сергій Віталійович, Гарнага Володимир Анатолійович, Решетнік Олександр Олександрович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Підсилювач постійного струму, який містить перше та друге джерела струму, перший та другий вхідні транзистори, шину нульового потенціалу, шину додатного джерела живлення, шину від'ємного джерела живлення, резистор, шину входу, шину виходу, шина входу з'єднана з емітерами першого та другого вхідних транзисторів та з першим виводом першого резистора, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, бази першого та другого вхідних транзисторів з'єднані з базами та колекторами першого та другого транзисторів відповідно, а також з першими виводами першого і другого джерел струму, емітери першого та другого транзисторів об'єднані між собою та з'єднані з шиною нульового потенціалу, другі виводи першого і другого джерел струму з'єднані з шинами додатного і від'ємного джерела живлення відповідно, колектори першого і другого вхідних транзисторів з'єднані з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднані з базами і колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, колектори третього і дев'ятого транзисторів з'єднані з шиною додатного джерела живлення, колектори четвертого і десятого транзисторів з'єднані з шиною від'ємного джерела живлення, емітери п'ятого і шостого транзисторів об'єднані між собою, бази п'ятого і шостого транзисторів з'єднані з базами і колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднані між собою та з'єднані з шиною нульового потенціалу, емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднані з колекторами тринадцятого і чотирна-

дцятого транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднані з базами і колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з емітерами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і п'ятнадцятого транзисторів з'єднані з шиною додатного джерела живлення, емітери чотирнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднані з шиною від'ємного джерела живлення, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднані з базами і колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з базами першого і другого вихідних транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднані між собою та з'єднані з другим виводом коригуючого конденсатора, колектори першого і другого вихідних транзисторів з'єднані з шинами додатного і від'ємного джерела живлення відповідно, емітери першого і другого вихідних транзисторів об'єднані між собою та з'єднані з другим виводом першого резистора, а також з вихідною шиною, який **відрізняється** тим, що додатково містить двадцять перший і двадцять другий транзистори та третє джерело струму, перший і другий виводи якого з'єднані з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднані з шинами додатного і від'ємного джерела живлення відповідно, колектори двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані з базами і колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані з базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами і колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з емітерами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані з шинами додатного і від'ємного джерел живлення відповідно.

(19) UA (11) 19728 (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 М. кл. H03F 3/26, бюл. №12, 2005 р], який містить резистор зворотного зв'язку, шину нульового потенціалу, додатну і від'ємну шини джерела живлення, вхідну та вихідну шини. Перший вивід резистора зворотного зв'язку з'єднано з вхідною шиною та емітерами першого і другого транзисторів, база другого транзистора з'єднана з базою і колектором третього транзистора та колектором четвертого транзистора, база четвертого транзистора з'єднана з базою і колектором п'ятого транзистора та першим виводом другого резистора, емітери п'ятого і четвертого транзисторів з'єднано з шиною додатного джерела живлення, другий вивід другого транзистора з'єднано з базою і колектором шостого транзистора та колектором сьомого транзистора, колектор сьомого транзистора з'єднано з базою і колектором восьмого транзистора, емітери шостого і сьомого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного джерела живлення, база першого транзистора з'єднана з базою і колектором восьмого транзистора, емітери третього і восьмого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектор другого транзистора з'єднано з базою дев'ятого транзистора, колектор дев'ятого транзистора з'єднано з базою і колектором десятого транзистора та базою тринадцятого транзистора, емітер десятого транзистора з'єднано з емітером одинадцятого транзистора, база і колектор одинадцятого транзистора з'єднано з базою чотирнадцятого транзистора і колектором дванадцятого транзистора, база дванадцятого транзистора з'єднана з колектором першого транзистора, колектор тринадцятого транзистора з'єднано з шиною додатного джерела живлення, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з вихідною шиною, колектор чотирнадцятого транзистора та емітери п'ятнадцятого, шістнадцятого, сімнадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного джерела живлення, колектор п'ятнадцятого транзистора з'єднано з колектором другого транзистора, база п'ятнадцятого транзистора з'єднана з базою і колектором сімнадцятого транзистора та колектором двадцять другого транзистора та з першим виводом третього резистора, другий вивід третього резистора з'єднано з базою і колектором сімнадцятого транзистора та колектором дев'ятого транзистора, емітери вісімнадцятого, дев'ятнадцятого, двадцятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного джерела живлення, колектор вісімнадцятого транзистора з'єднано з колектором першого транзистора, база вісімнадцятого транзистора з'єднано з базою і колектором дев'ятнадцятого транзистора, колектор двадцять першого транзистора та першим виводом четвертого резистора, другий вивід четвертого резистора, з'єднаний з базою і колектором двадцятого

транзистора та колектором дванадцятого транзистора, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані між собою, база тринадцятого транзистора з'єднана з базами двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів, колектори двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з шиною додатного джерела живлення, емітери двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів з'єднано з вихідною шиною, бази двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з базою чотирнадцятого транзистора, колектори двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного джерела живлення, емітери двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів з'єднано з вихідною шиною, другий вивід транзистора зворотного зв'язку з'єднано з вихідною шиною, перший вивід корегуючого конденсатора з'єднано з емітерами першого і другого транзисторів, другий вивід корегуючого конденсатора з'єднано з вихідною шиною.

До недоліків слід віднести низьку точність задання коефіцієнта передачі схеми, яка визначається низьким значенням коефіцієнта підсилення по струму при розірваній петлі зворотного зв'язку.

За найближчий аналог обрано підсилювач постійного струму [Патент України №11189, H03K 5/24, G05B 1/01, бюл. №12, 2005 р] який містить перше та друге джерела струмів, перший та другий вхідні транзистори, шини нульового потенціалу, шини додатного джерела живлення, шини від'ємного джерела живлення, три резистори, шини входу, шини виходу, шини входу з'єднано з першим виводом третього резистора, другий вивід третього резистора з'єднано з емітерами першого та другого вхідних транзисторів та з першим виводом першого резистора, бази першого та другого вхідних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого та другого транзисторів відповідно, емітери першого та другого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, а колектори першого та другого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення через перше та друге джерела струмів відповідно, колектори першого та другого вхідних транзисторів з'єднано з колекторами третього та четвертого транзисторів та базами сьомого восьмого транзисторів відповідно, а емітери третього та четвертого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення, а бази з'єднано з базами та колекторами дев'ятого, десятого транзисторів та колекторами п'ятого, шостого транзисторів відповідно, тоді як емітери дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано між собою, а бази з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з колекторами

тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів та базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення, а бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів та емітерами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а емітери п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів та базами першого і другого вихідних транзисторів відповідно, а емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано між собою та через коригуючий конденсатор з емітерами першого та другого вхідних транзисторів, колектори першого і другого вихідних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення, а емітери з'єднано з вихідною шиною, яка з'єднана із шиною нульового потенціалу через другий резистор, вихідну шину з'єднано з емітерами першого та другого вхідних транзисторів через перший резистор.

Недоліком прототипу є низька точність завдання коефіцієнта передачі схеми за умови змінення напруги джерела живлення, а також підвищена споживана потужність.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення підсилювача постійного струму, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними підвищується точність завдання коефіцієнта передачі за умови змінення напруги джерела живлення, а також зменшення споживаної потужності, це розширює галузь використання корисної моделі у різноманітних пристроях імпульсної та обчислювальної техніки, автоматики тощо.

Поставлена задача досягається тим, що у підсилювач постійного струму, який містить перше та друге джерела струмів, перший та другий вхідні транзистори, шину нульового потенціалу, шину додатного джерела живлення, шину від'ємного джерела живлення, резистор, шину входу, шину виходу, шину входу з'єднано з емітерами першого та другого вхідних транзисторів та з першим виводом першого резистора, а також з першим виводом коригуючого конденсатора, бази першого та другого вхідних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого та другого транзисторів відповідно, а також з першими выводами першого і другого джерел струму, емітери першого та другого транзисторів об'єднано між собою та з'єднано з шиною нульового потенціалу, другі виводи першого і другого джерел струму з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення відповідно, колектори першого і другого вхідних транзисторів з'єднані з колекторами третього і четвертого транзисторів відповідно, а також з базами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, бази третього і четвертого транзисторів з'єднано з базами і колекторами дев'ятого і десятого транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, колектори третього і дев'ятого транзисторів з'єднано з шиною додатного джерела

живлення, колектори четвертого і десятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного джерела живлення, емітери п'ятого і шостого транзисторів об'єднані між собою, бази п'ятого і шостого транзисторів з'єднано з базами і колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, емітери одинадцятого і дванадцятого транзисторів об'єднано між собою та з'єднано з шиною нульового потенціалу, емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднані з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, бази тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з емітерами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, емітери тринадцятого і п'ятнадцятого транзисторів з'єднано з шиною додатного джерела живлення, емітери чотирнадцятого і шістнадцятого транзисторів з'єднано з шиною від'ємного джерела живлення, колектори сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів з'єднано з базами і колекторами дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів відповідно, а також з базами першого і другого вихідних транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів об'єднано між собою та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора, колектори першого і другого вихідних транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення відповідно, емітери першого і другого вихідних транзисторів об'єднані між собою та з'єднані з другим виводом першого резистора, а також з вихідною шиною, введено двадцять перший і двадцять другий транзистори та третє джерело струму, перший і другий виводи якого з'єднані з емітерами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, а також з колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, колектори сьомого і восьмого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення відповідно, колектори двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами і колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів відповідно, а також з базами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, бази двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а також з базами і колекторами п'ятнадцятого і шістнадцятого транзисторів відповідно, а також з емітерами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднано з шинами додатного і від'ємного джерел живлення відповідно.

На кресленні представлено принципову схему підсилювача постійного струму.

Пристрій містить вхідну шину 35, яку з'єднано з емітерами першого 6 та другого 7 вхідних транзисторів та з першим виводом першого резистора 23, а також з першим виводом коригуючого конденсатора 22, бази першого 6 та другого 7 вхідних транзисторів з'єднано з базами та колекторами першого 2 та другого 3 транзисторів відповідно, а

також з першими виводами першого 1 і другого 4 джерел струму, емітери першого 2 та другого 3 транзисторів об'єднано між собою та з'єднано з шиною нульового потенціалу 36, другі виводи першого 1 і другого 4 джерел струму з'єднано з шинами додатного 32 і від'ємного 34 джерела живлення відповідно, колектори першого 6 і другого 7 вхідних транзисторів з'єднані з колекторами третього 5 і четвертого 8 транзисторів відповідно, а також з базами сьомого 13 і восьмого 15 транзисторів відповідно, бази третього 5 і четвертого 8 транзисторів з'єднано з базами і колекторами дев'ятого 9 і десятого 12 транзисторів відповідно, а також з колекторами п'ятого 10 і шостого 11 транзисторів відповідно, колектори третього 5 і дев'ятого 9 транзисторів з'єднано з шиною додатного джерела живлення 32, колектори четвертого 8 і десятого 12 транзисторів з'єднано з шиною від'ємного джерела живлення 34, емітери п'ятого 10 і шостого 11 транзисторів об'єднані між собою, бази п'ятого 10 і шостого 11 транзисторів з'єднано з базами і колекторами одинадцятого 17 і дванадцятого 18 транзисторів відповідно, а також з колекторами двадцять першого 16 і двадцять другого 19 транзисторів відповідно, емітери одинадцятого 17 і дванадцятого 18 транзисторів об'єднано між собою та з'єднано з шиною нульового потенціалу 36, емітери сьомого 13 і восьмого 15 транзисторів з'єднані з колекторами тринадцятого 20 і чотирнадцятого 21 транзисторів відповідно, а також з базами сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 28 транзисторів відповідно, а також з першим і другим виводами третього джерела струму 14, бази тринадцятого 20 і чотирнадцятого 21 транзисторів з'єднано з базами двадцять першого 16 і двадцять другого 19 транзисторів відповідно, а також з базами і колекторами п'ятнадцятого 24 і шістнадцятого 29 транзисторів відповідно, а також з емітерами сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 28 транзисторів відповідно, емітери двадцять першого 16, тринадцятого 20 і п'ятнадцятого 24 транзисторів з'єднано з шиною додатного джерела живлення 32, емітери двадцять другого 19, чотирнадцятого 21 і шістнадцятого 29 транзисторів з'єднано з шиною від'ємного джерела живлення 34, колектори сімнадцятого 25 і вісімнадцятого 28 транзисторів з'єднано з базами і колекторами дев'ятнадцятого 26 і двадцятого 27 транзисторів відповідно, а також з базами першого 30 і другого 31 вихідних транзисторів відповідно, емітери дев'ятнадцятого 26 і двадцятого 27 транзисторів об'єднано між собою та з'єднано з другим виводом коригуючого конденсатора 22, колектори першого 30 і другого 31 вихідних транзисторів з'єднано з шинами додатного 32 і від'ємного 34 джерела живлення відповідно, емітери першого 30 і другого 31 вихідних транзисторів об'єднані між собою та з'єднані з другим виводом першого резистора 23, а також з вихідною шиною 33.

Пристрій працює таким чином.

Вхідний сигнал у вигляді струму поступає на вхідну шину 35. Якщо вхідний струм втікає у схему, то другий вхідний 7 транзистор привідкривається, а перший вхідний 6 прикривається. У цьому випадку сьомий транзистор 13 привідкривається, а

восьмий 15 транзистор прикривається. У цьому випадку сімнадцятий транзистор 25 прикривається, а вісімнадцятий транзистор 28 привідкривається, колекторний струм сімнадцятого транзистора 25 зменшується, а вісімнадцятого транзистора 28 збільшується. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів дев'ятнадцятого 26 і двадцятого 27 транзисторів у діодному вмиканні, а відповідно і потенціал вихідної шини 33, яка підключена до виходу складеного емітерного повторювача на першому 30 і другому 31 вихідних транзисторах, наближається до $U_{живл}$.

Якщо вхідний струм витікає із схеми, то другий вхідний 7 транзистор прикривається, а перший вхідний 6 привідкривається. У цьому випадку сьомий транзистор 13 прикривається, а восьмий 15 транзистор привідкривається. У цьому випадку сімнадцятий транзистор 25 привідкривається, а вісімнадцятий транзистор 28 прикривається, колекторний струм сімнадцятого транзистора 25 збільшується, а вісімнадцятого транзистора 28 зменшується. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів дев'ятнадцятого 26 і двадцятого 27 транзисторів у діодному вмиканні, а відповідно і потенціал вихідної шини 33, яка підключена до виходу складеного емітерного повторювача на першому 30 і другому 31 вихідних транзисторах, наближається до $U_{живл}$.

Перше 1 та друге 4 джерела струмів разом з першим 2 та другим 3 транзисторами задають режим по постійному струму вхідного каскаду. Шина нульового потенціалу підключена до емітерів першого 2 і другого 3 транзисторів забезпечує нульове зміщення по напрузі на вході пристрою. Шини додатного 32 і від'ємного 34 джерела живлення забезпечують різнополярне джерела живлення всіх каскадів пристрою. Резистор 23 задає коефіцієнт підсилення. Коригуючий конденсатор 22 коригує АЧХ і запобігає генерації.

Струмові дзеркала побудовані на третьому 5, дев'ятому 9, а також четвертому 8, десятому 12, а також п'ятому 10, одинадцятому 17, а також шостому 11, дванадцятому 18, а також відбивачі струму на двадцять першому 16, тринадцятому 20 і двадцять другому 19, чотирнадцятому 21 транзисторах, призначені для завдання відповідного режиму роботи схеми по постійному струму.

У даній схемі зменшується залежність вихідної напруги від змінення напруги джерела живлення. Це обумовлено тим, що напруга на переході колектор-емітер сьомого 13 і восьмого 15 підсилювальних транзисторів задається, як сума напруг на переходах база-емітер п'ятнадцятого 24, сімнадцятого 25 та шістнадцятого 29, вісімнадцятого 28 транзисторів відповідно, а значення напруги на цих р-п-переходах практично не залежить від напруги джерела живлення. Третє джерело струму 14 задає режим роботи по постійному струму сьомого 13 і восьмого 15 транзисторів.

Порівняно з найближчим аналогом зменшено споживану потужність від джерел джерела живлення. Це обумовлено тим, що мінімальна напруга джерела живлення може сягати:

$$U_{живл.min} \geq 3U_{p-n},$$

де U_{p-n} - падіння напруги на р-п-переході.

В найближчому аналозі мінімальна напруга джерела живлення може сягати:

$$U_{\text{живл.мін}} \geq U_{p-n},$$

Таким чином мінімальна споживана потужність для корисної моделі:

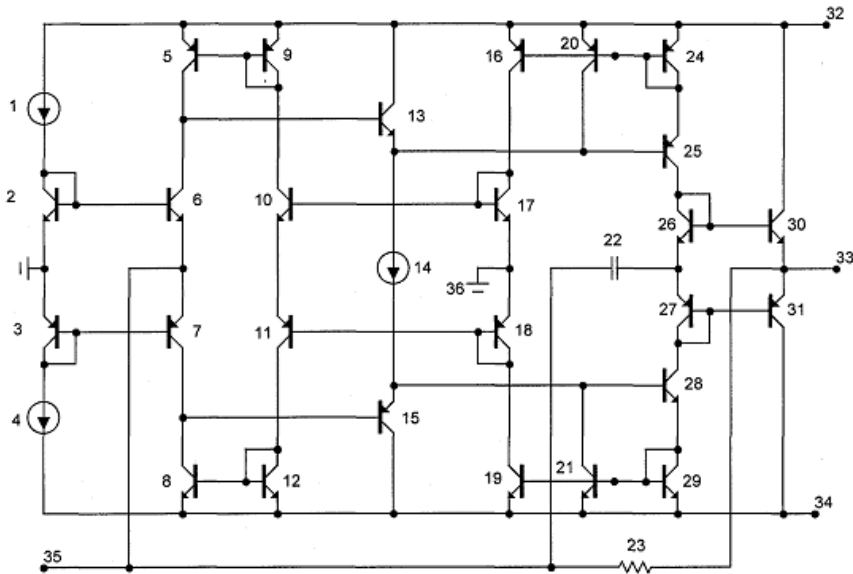
$$P'_{\text{сп}} = 6U_{p-n} \cdot 7I_{3\text{М}}$$

Для найближчого аналога мінімальна споживана потужність:

$$P''_{\text{сп}} = 8U_{p-n} \cdot 6I_{3\text{М}},$$

де $P'_{\text{сп}}$, $P''_{\text{сп}}$ - споживані потужності корисною моделлю і найближчим аналогом відповідно, $I_{3\text{М}}$ - струм зміщення.

Множники при U_{p-n} позначають кількість p-n-переходів, а множники при $I_{3\text{М}}$ - кількість каскадів схеми.



Фіг.