

другого транзисторів відповідно. Бази першого та другого транзисторів з'єднано з загальною шиною відповідно через перший та другий транзистори в діодному включенні і перший та другий струмозадаючі елементи, які включено між шинами джерела живлення і базами відповідно першого та другого транзисторів. Перший та другий транзистори в діодному включенні мають структуру відповідно до першого та другого транзисторів. Перший та другий струмозадаючі елементи виконано відповідно на першому та другому відбивачах струму і п'ятому та шостому транзисторах, які мають структуру відповідно до третього та четвертого транзисторів. Бази п'ятого та шостого транзисторів є виходами відповідно першого та другого струмозадаючого елементів, їх колектори з'єднано з загальною шиною, а емітери - з виходами відповідно першого та другого відбивачів струму. Входи відбивачів струму з'єднано через двополюсний струмозадаючий елемент. Колектори третього та четвертого транзисторів з'єднано через коло зміщення. Коло зміщення виконано на третьому та четвертому транзисторах в діодному включенні. Виводи кола зміщення підключено до баз сьомого та восьмого транзисторів, які ввімкнено по схемі з загальним колектором і які мають структуру відповідно до третього транзистора в діодному включенні. Емітери сьомого та восьмого транзисторів з'єднано, вони є виходом підсилювача і через резистор його підключено до загальної шини.

Недоліком пристрою є висока нелінійність.

За найближчий аналог обрано вхідний пристрій схеми порівняння струмів [А.с. №1363452 СССР, H03K5/24, G05B1/01, 1985], який містить перше та друге джерела струмів, чотири резистора, перший та другий вхідні транзистори, вісім транзисторів, шину позитивного живлення, шину негативного живлення, вхідну та вихідну шини, шину нульового потенціалу, перший та другий проміжні багатоемітерні транзистори, перший та другий вхідні багатоемітерні транзистори, два діоди, які ввімкнено зустрічно та паралельно, вихідний резистор та резистор зворотного зв'язку. Перший вивід першого діода з'єднано з вхідною шиною. Вхідну шину з'єднано з емітерами вхідних транзисторів через вхідний резистор, їх бази з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, емітери першого і другого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, їх колектори з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення через перше та друге джерела струмів відповідно, колектори першого і другого вхідних транзисторів з'єднано з колекторами третього і четвертого транзисторів та базами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, емітери третього і четвертого транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення, їх бази з'єднано з базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів та колекторами п'ятого і шостого транзисторів відповідно, тоді як емітери дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення, емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано між собою, їх бази з'єднано з базами та колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів і колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, емітери одина-

дцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з емітерами сьомого і восьмого транзисторів та базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення, 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 позитивного і негативного 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, емітери дев'ятнадцятого і двадцятого транзисторів з'єднано між собою та через коригуючий конденсатор із емітерами вхідних транзисторів, колектори першого і другого вихідних транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення, а їх емітери з'єднано з виходом схеми, а вихід з'єднано із шиною нульового потенціалу через вихідний резистор, вихідну шину з'єднано з емітерами вхідних транзисторів через резистор зворотного зв'язку.

Основними недоліками найближчого аналогу є значна нелінійність та велика 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 лінійність та зменшується споживана потужність з'являється можливість поширення галузі використання приладу, що приводить до економії шляхом використання приладу в різноманітних пристроях імпульсної та обчислювальної техніки, автоматики тощо.

Поставлена задача досягається тим, що в підсилювач постійного струму, який містить перше та друге джерела струмів, перший та другий вхідні транзистори, шину нульового потенціалу, шину позитивного живлення, шину негативного живлення, перший транзистор, другий транзистор, третій транзистор, четвертий транзистор, п'ятий транзистор, шостий транзистор, сьомий транзистор, восьмий транзистор, резистор зворотного зв'язку, вихідний резистор, шину входу, шину виходу. Введені дев'ятий транзистор, десятий транзистор, одинадцятий транзистор, дванадцятий транзистор, тринадцятий транзистор, чотирнадцятий транзистор, п'ятнадцятий транзистор, шістнадцятий транзистор, сімнадцятий транзистор, вісімнадцятий транзистор, дев'ятнадцятий транзистор, двадцятий транзистор, перший та другий вхідні транзистори, коригуючий конденсатор, вхідний резистор. Вхідну шину з'єднано з емітерами вхідних транзисторів через вхідний резистор, їх бази з'єднано з базами та колекторами першого і другого транзисторів відповідно, а їх емітери з'єднано з шиною нульового потенціалу, а їх колектори з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення через перше та друге джерела струмів відповідно, колектори першого і другого вхідних транзисторів з'єднано з

колекторами третього і четвертого транзисторів та базами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, а емітери третього і четвертого транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення, а їх бази з'єднано з базами та колекторами п'ятого і шостого транзисторів та колекторами сьомого і восьмого транзисторів відповідно, тоді як емітери п'ятого і шостого транзисторів з'єднано між собою, тим часом емітери сьомого і восьмого транзисторів з'єднано між собою, а їх бази з'єднано з базами та колекторами дев'ятого і десятого транзисторів та колекторами тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів відповідно, емітери дев'ятого і десятого транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу, колектори тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів з'єднано з колекторами одинадцятого і дванадцятого транзисторів та базами сімнадцятого і вісімнадцятого транзисторів відповідно, а колектори одинадцятого і дванадцятого транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення, а бази одинадцятого і дванадцятого 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 позитивного і негативного 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 введених транзисторів з'єднано між собою та через коригуючий конденсатор із емітерами вхідних транзисторів, колектори першого і другого вихідних транзисторів з'єднано з шинами позитивного і негативного живлення, а їх емітери з'єднано з виходом схеми, а вихід з'єднано із шиною нульового потенціалу через вихідний резистор, вихідну шину також з'єднано з емітерами вхідних транзисторів через резистор зворотного зв'язку.

На кресленні представлено принципову схему підсилювача постійного струму.

Пристрій містить вхідну шину 32, яка з'єднана з емітерами першого 6 та другого 7 вхідних транзисторів через вхідний резистор 30, їх бази з'єднано з базами та колекторами першого 2 та другого 3 транзисторів відповідно, емітери з'єднано з шиною нульового потенціалу 35, а колектори з'єднано з шинами позитивного 27 і негативного 28 живлення через перше 1 та друге 4 джерела струмів зміщення відповідно, колектори першого 6 та другого 7 вхідних транзисторів з'єднано з колекторами третього 5 та четвертого 8 транзисторів та базами сьомого 16 восьмого 17 транзисторів відповідно, а емітери третього 5 та четвертого 8 транзисторів з'єднано з шинами позитивного 27 і негативного 28 живлення, а бази з'єднано з базами та колекторами дев'ятого 9, десятого 12 транзисторів та колекторами п'ятого 10, шостого 11 транзисторів відповідно, тоді як емітери дев'ятого 9 і десятого 12 транзисторів з'єднано з шинами позитивного 27 і негативного 28 живлення, емітери п'ятого 10 і шостого 11 транзисторів з'єднано між собою, а бази з'єднано з базами та колекторами одинадцятого 13 і дванадцятого 14 транзисторів та колекторами

сьомого 16 і восьмого 17 транзисторів відповідно, емітери одинадцятого 13 і дванадцятого 14 транзисторів з'єднано з шиною нульового потенціалу 35, емітери сьомого 16 і восьмого 17 транзисторів з'єднано з колекторами тринадцятого 15 і чотирнадцятого 18 транзисторів та базами сімнадцятого 20 і вісімнадцятого 23 транзисторів відповідно, а колектори тринадцятого 15 і чотирнадцятого 18 транзисторів з'єднано з шинами позитивного 27 і негативного 28 живлення, а бази тринадцятого 15 і чотирнадцятого 18 транзисторів з'єднано з базами та колекторами п'ятнадцятого 19 і шістнадцятого 24 транзисторів та емітерами сімнадцятого 20 і вісімнадцятого 23 транзисторів відповідно, а емітери п'ятнадцятого 19 і шістнадцятого 24 транзисторів з'єднано з шинами позитивного 27 і негативного 28 живлення, колектори сімнадцятого 20 і вісімнадцятого 23 транзисторів з'єднано з базами та колекторами дев'ятнадцятого 21 і двадцятого 22 транзисторів та базами першого 25 і другого 26 вихідних транзисторів відповідно, а емітери дев'ятнадцятого 21 і двадцятого 22 транзисторів з'єднано між собою та через коригуючий конденсатор 34 з емітерами першого 6 та другого 7 вхідних транзисторів, колектори першого 25 і другого 26 вихідних транзисторів з'єднано з шинами позитивного 27 і негативного 28 живлення, а емітери з'єднано з вихідною шиною 33, яка з'єднана із шиною нульового потенціалу 35 через вихідний резистор 29, вихідну шину 33 з'єднано з емітерами першого 6 та другого 7 вхідних транзисторів через резистор зворотного зв'язку 31.

Пристрій працює наступним чином. Джерела струмів 1 і 4 задають режим по постійному струму схеми. Транзистори 6 і 7 утворюють вхідний двотактний симетричний каскад. Власне підсилювач виконано на транзисторах 16 і 17 та відбивачах струму, що виконані на транзисторах 15, 19, 20 та 18, 23, 24. Транзистори 21 і 22 в діодному вмиканні слугують для завдання режиму по постійному струму двотактного вихідного каскаду на транзисторах 25 і 26. Транзистори 13 і 14 у діодному включенні задають наскрізний струм через переходи колектор-емітер транзисторів 10 і 11. Транзистори 9 і 12 включено як діоди, які разом з транзисторами 5 і 8 утворюють струмові дзеркала. Сукупність транзисторів 10, 11, 13, 14 це так звана струмова підвіска, яка забезпечує незалежність наскрізного колекторного струму через транзистори 10, 11 та наскрізного колекторного струму через транзистори 5, 8 від наскрізного колекторного струму через транзистори 16, 17. Резистор зворотного зв'язку 31 задає коефіцієнт передання. Вхідний резистор 30 слугує для того, щоб джерелом вхідного сигналу був генератор напруги, а фактично він задає вхідний струм. Вихідний резистор 29 слугує навантаженням схеми. Коригуючий конденсатор 34 коригує АЧХ і запобігає генерації. Шини позитивного 27 і негативного 28 живлення дають схемі різнополярне живлення. Якщо вхідний різницевий струм I_x на вхідній шині 32 не дорівнює нулю, наприклад, струм втікає в схему, то транзистор 7 привідкривається, 6 прикривається. Колекторний струм транзистора 7 при цьому збільшується, а транзистора 6 зменшується, приріст колекторного струму $I_{c7} = I_x$ надходить на базу

транзистора 17, внаслідок чого збільшується його емітерний струм. Збільшення емітерного струму транзистора 7 призводить до збільшення напруги база-емітер на значення U_{BE} , а це викликає збільшення напруги база-емітер транзистора 3. Оскільки напруга між базами транзисторів 6 і 7 постійна, то колекторний струм транзистора 3 зменшується, а від'ємний приріст колекторного струму надходить на базу транзистора 16, призакриваючи його, зменшуючи його емітерний струм. Збільшення емітерного струму транзистора 17 привідкриває транзистор 23 та вихідний транзистор 26, а зменшення емітерного струму транзистора 16 призакриває транзистор 25. На виході пристрою з'являється різницевий струм $I_{\Sigma} = I_{\Sigma} k$, де k - коефіцієнт підсилення по струму. Якщо вхідний струм витікає з схеми, то транзистор 6 привідкривається, 7 призакривається. Колекторний струм транзистора 6 при цьому збільшується, а транзистора 7 зменшується, приріст колекторного струму $I_{\Sigma} = I_{\Sigma}$ надходить на базу транзистора 16, вна-

слідок чого збільшується його емітерний струм. Збільшення емітерного струму транзистора 6 призводить до збільшення напруги база-емітер на значення U_{BE} , а це викликає збільшення напруги база-емітер транзистора 2. Оскільки напруга між базами транзисторів 6 і 7 постійна, то колекторний струм транзистора 2 зменшується, а від'ємний приріст колекторного струму надходить на базу транзистора 17, призакриваючи його, зменшуючи його емітерний струм. Збільшення емітерного струму транзистора 16 привідкриває транзистор 20 та вихідний транзистор 25, а зменшення емітерного струму транзистора 17 призакриває транзистор 26. На вихідній шині 33 пристрою з'являється різницевий струм $I_{\Sigma} = I_{\Sigma} k$, де k - коефіцієнт підсилення по струму. При зміні вихідної напруги різниця потенціалів між базами транзисторів 21, 25 і 22, 26 залишається постійною. Цим забезпечується постійний струм спокою через транзистори 21 і 22, незалежно від вхідного струму. Отже, вихідний струм визначається лише вхідним струмом.

