



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18599 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H03K 5/00  
G05B 1/00

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) u200605299

(22) 15.05.2006

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. №11, 2006р.

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

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двотактний симетричний підсилювач струму, що містить коригуючий конденсатор, резистор зворотного зв'язку, шини живлення з додатним та від'ємним потенціалами, містить двадцять п'ять транзисторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого p-n-p та другого p-n-p транзисторів та першими выводами резистора зворотнього зв'язку і коригуючого конденсатора, база першого p-n-p транзистора підключена до бази і колектора п'ятого p-n-p транзистора та колектора сьомого p-n-p транзистора, який в свою чергу підключений базою до бази і колектора дев'ятого p-n-p транзистора, сьомий та дев'ятий p-n-p транзистори підключені емітерами до шини живлення з додатним потенціалом, колектор і база десятого та база восьмого p-n-p транзисторів об'єднані, емітери десятого та восьмого p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, колектор восьмого p-n-p транзистора підключений до колектора і бази шостого p-n-p транзистора та бази другого p-n-p транзистора, емітери п'ятого p-n-p та шостого p-n-p транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, колектор першого p-n-p транзистора підключений до бази п'ятнадцятого та колектора третього p-n-p транзисторів, колектор другого p-n-p транзистора підключений до бази шістнадцятого та колектора четвертого p-n-p транзисторів, база третього p-n-p транзистора підключена до колектора і бази одинадцятого p-n-p та колектора дванадцятого p-n-p транзисторів, база четвертого p-n-p транзистора підключена до колектора і бази чотирнадцятого p-n-p та колектора тринадцятого p-n-p транзисторів, емітери дванад-

цятого p-n-p та тринадцятого p-n-p транзисторів об'єднані, емітери сімнадцятого p-n-p та вісімнадцятого p-n-p транзисторів об'єднані, емітери дев'ятнадцятого p-n-p та двадцятого p-n-p транзисторів об'єднані та підключені до вихідної шини і других выводів резистора зворотного зв'язку та коригуючого конденсатора, емітери четвертого, чотирнадцятого p-n-p та колектор двадцятого p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, емітери третього, одинадцятого p-n-p та колектор дев'ятнадцятого p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом, який відрізняється тим, що в нього введено три транзистори і джерело струму, двадцять перший p-n-p транзистор підключений колектором до бази двадцять третього p-n-p транзистора, а базою до бази і колектора двадцять другого p-n-p транзистора та емітера двадцять третього p-n-p транзистора, який в свою чергу колектором підключений до бази та колектора сімнадцятого та до бази дев'ятнадцятого p-n-p транзисторів, двадцять четвертий p-n-p транзистор підключений колектором до бази двадцять шостого p-n-p транзистора, а базою до бази і колектора двадцять п'ятого p-n-p транзистора та емітера двадцять шостого p-n-p транзистора, який в свою чергу колектором підключений до бази та колектора вісімнадцятого та до бази двадцятого p-n-p транзисторів, двадцять сьомий p-n-p транзистор колектором та базою підключений до колектора п'ятнадцятого p-n-p та бази дванадцятого p-n-p транзисторів, двадцять восьмий p-n-p транзистор колектором та базою підключений до колектора шістнадцятого p-n-p та бази тринадцятого p-n-p транзисторів, емітери двадцять сьомого p-n-p та двадцять восьмого p-n-p транзисторів об'єднані та підключені до шини нульового потенціалу, джерело струму першим выводом підключено до колектора та бази дев'ятого та бази сьомого p-n-p транзисторів, а другим выводом - до колектора та бази десятого та бази восьмого p-n-p транзисторів.

(19) UA (11) 18599 (13) U

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

Відомо підсилювач струму [А.с. №1739476 СРСР, Н03Р 3/26, 1989], що містить перший і другий транзистори, які мають різну структуру та емітери яких з'єднані і є входом підсилювача струму, третій і четвертий транзистори, що включені за схемою з загальним емітером, колектори яких є виходом підсилювача струму, бази підключені до колекторів відповідно першого і другого транзистора і виходам відповідно першого і другого відбивача струму, входи яких підключені до баз відповідно п'ятого і шостого транзисторів, колектори яких з'єднані відповідним шинам живлення. Сьомий і восьмий транзистори, емітери яких з'єднані з загальною шиною, а бази підключені до баз відповідно першого і другого транзистора, а також струмозадаючий елемент, так що при цьому структура четвертого, п'ятого і сьомого транзисторів відповідають структурі першого транзистора, структура третього, шостого, восьмого транзисторів відповідає структурі другого транзистора, перший та другий відбивач струму кожний виконаний з першим та другим додатковими виходами, резистор зміщення, дев'ятий і десятий транзистори, що мають структуру відповідно першого і другого транзисторів і емітери яких з'єднані з базами відповідно сьомого і восьмого транзисторів і виводами резистора зміщення, при цьому база дев'ятого транзистора підключена до колектора сьомого транзистора та першому і другому додатковим виводам першого відбивача струму, а база десятого транзистора і до першого і до другого додатковим виходам другого відбивача струму, колектори дев'ятого і десятого транзисторів підключені до емітерів відповідно третього і четвертого транзисторів, а струмозадаючий елемент включений між емітерами п'ятого і шостого транзисторів.

Недолік аналога - низька швидкодія.

За прототип обрано різницевий підсилювач струму [Патент на корисну модель №11301, Бюл. №6 2005р.], який містить резистор зворотного зв'язку, шину нульового потенціалу, шини живлення з додатним потенціалом, вхідну та вихідну шини, причому до першого виводу резистора зворотного зв'язку підключена вхідну шину і емітери першого та другого транзисторів, до бази другого транзистора підключена база і колектор третього транзистора і колектор четвертого транзистора, база четвертого транзистора під'єднана до бази і колектора п'ятого транзистора та першого виводу другого резистора, емітери п'ятого та четвертого транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом, другий вивід другого транзистора підключений до бази і колектора шостого транзистора і колектора сьомого транзистора, колектор якого підключений до бази і колектора восьмого транзистора, емітери шостого і сьомого транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, база і колектор восьмого транзистора під'єднані до бази першого транзистора, емітери третього і восьмого транзисторів підключені до шини нульового потенціалу; до ко-

лектора другого транзистора підключена база дев'ятого транзистора, що колектором під'єднаний до бази і колектора десятого транзистора і бази тринадцятого транзистора, емітер десятого транзистора підключений до емітера одинадцятого транзистора, база і колектор якого під'єднані до бази чотирнадцятого транзистора і колектора дванадцятого транзистора, база якого підключена до колектора першого транзистора, колектор тринадцятого транзистора підключений до шини живлення з додатним потенціалом, емітери тринадцятого і чотирнадцятого транзисторів підключені до вихідної шини, а колектор чотирнадцятого транзистора підключений до шини живлення з додатним потенціалом, емітери п'ятнадцятого, шістнадцятого, сімнадцятого транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом, колектор п'ятнадцятого транзистора підключений до колектора другого транзистора, а базою до бази і колектора сімнадцятого транзистора і колектора двадцять другого транзистора і першого виводу третього резистора, другим виводом третій резистор підключений до бази і колектора сімнадцятого транзистора і колектора дев'ятого транзистора, вісімнадцятий, дев'ятнадцятий, двадцятий транзистори емітерами підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, колектор вісімнадцятого транзистора підключений до колектора першого транзистора, а базою до бази і колектора дев'ятнадцятого транзистора і колектора двадцять першого транзистора і першого виводу четвертого резистора, другим виводом четвертий резистор підключений до бази і колектора двадцятого транзистора і колектора дванадцятого транзистора, емітери двадцять першого і двадцять другого транзисторів з'єднані, бази двадцять третього і двадцять четвертого транзисторів підключені до бази тринадцятого транзистора, колекторами до шини живлення з додатним потенціалом, а емітерами до вихідної шини, бази двадцять п'ятого і двадцять шостого транзисторів підключені до бази чотирнадцятого транзистора, колекторами до шини живлення з від'ємним потенціалом, а емітерами до вихідної шини, другий вивід резистора зворотного зв'язку підключений до вихідної шини, коригуючий конденсатор першим виводом підключений до емітера першого і другого транзисторів, а другим виводом до вихідної шини.

Недоліком прототипу є обмежені функціональні можливості за рахунок низького коефіцієнту передачі по струму.

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 передачі по струму, 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 двотактний симетричний підсилювач струму, який містить коригуючий конденсатор, резистор зворотного зв'язку, шини живлення з додатним та від'ємним потенціалами, містить двадцять п'ять транзи-

сторів, причому вхідну шину з'єднано з емітерами першого p-n-p та другого p-n-p транзисторів та першими виводами резистора зворотного зв'язку і коригуючого конденсатора, база першого p-n-p транзистора підключена до бази і колектора п'ятого p-n-p транзистора та колектора сьомого p-n-p транзистора, який в свою чергу підключений базою до бази і колектора дев'ятого p-n-p транзистора, сьомий та дев'ятий p-n-p транзистори підключені емітерами до шини живлення з додатним потенціалом, колектор і база десятого та база восьмого p-n-p транзисторів об'єднані, емітери десятого та восьмого p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, колектор восьмого p-n-p транзистора підключений до колектора і бази шостого p-n-p транзистора та бази другого p-n-p транзистора, емітери п'ятого p-n-p та шостого p-n-p транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, колектор першого p-n-p транзистора підключений до бази п'ятнадцятого та колектора третього p-n-p транзисторів, колектор другого p-n-p транзистора підключений до бази шістнадцятого та колектора четвертого p-n-p транзисторів, база третього p-n-p транзистора підключена до колектора і бази одинадцятого p-n-p та колектора дванадцятого p-n-p транзисторів, база четвертого p-n-p транзистора підключена до колектора і бази чотирнадцятого p-n-p та колектора тринадцятого p-n-p транзисторів, емітери дванадцятого p-n-p та тринадцятого p-n-p транзисторів об'єднані, емітери сімнадцятого p-n-p та вісімнадцятого p-n-p транзисторів об'єднані, емітери дев'ятнадцятого p-n-p та двадцятого p-n-p транзисторів об'єднані та підключені до вихідної шини і других виводів резистора зворотного зв'язку та корегуючого конденсатора, емітери четвертого, чотирнадцятого p-n-p та колектор двадцятого p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом, емітери третього, одинадцятого p-n-p та колектор дев'ятнадцятого p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом, двадцять перший p-n-p транзистор підключений колектором до бази двадцять третього p-n-p транзистора, а базою до бази і колектора двадцять другого p-n-p транзистора та емітера двадцять третього p-n-p транзистора, який в свою чергу колектором підключений до бази та колектора сімнадцятого та до бази дев'ятнадцятого p-n-p транзисторів, двадцять четвертий p-n-p транзистор підключений колектором до бази двадцять шостого p-n-p транзистора, а базою до бази і колектора двадцять п'ятого p-n-p транзистора та емітера двадцять шостого p-n-p транзистора, який в свою чергу колектором підключений до бази та колектора вісімнадцятого та до бази двадцятого p-n-p транзисторів, двадцять сьомий p-n-p транзистор колектором та базою підключений до колектора п'ятнадцятого p-n-p та бази дванадцятого p-n-p транзисторів, двадцять восьмий p-n-p транзистор колектором та базою підключений до колектора шістнадцятого p-n-p та бази тринадцятого p-n-p транзисторів, емітери двадцять сьомого p-n-p та двадцять восьмого p-n-p транзисторів об'єднані та підключені до шини нульового потенціалу, джерело струму першим виводом підключена до колек-

тора та бази дев'ятого та бази сьомого p-n-p транзисторів, а другим виводом до колектора та бази десятого та бази восьмого p-n-p транзисторів.

На кресленні представлено принципову схему двотактного симетричного підсилювача струму.

Двотактний симетричний підсилювач струму, який містить коригуючий конденсатор 19, резистор зворотного зв'язку 18, шини живлення з додатним 34 та від'ємним 35 потенціалами, містить двадцять п'ять транзисторів, причому вхідну шину 1 з'єднано з емітерами першого 11 p-n-p та другого 12 p-n-p транзисторів та першими виводами резистора зворотного зв'язку 18 і коригуючого конденсатора 19, база першого 11 p-n-p транзистора підключена до бази і колектора п'ятого 7 p-n-p транзистора та колектора сьомого 6 p-n-p транзистора, який в свою чергу підключений базою до бази і колектора дев'ятого 3 p-n-p транзистора, сьомий 6 та дев'ятий 3 p-n-p транзистори підключені емітерами до шини живлення з додатним потенціалом 34, колектор і база десятого 5 та база восьмого 9 p-n-p транзисторів об'єднані, емітери десятого 5 та восьмого 9 p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом 35, колектор восьмого 9 p-n-p транзистора підключений до колектора і бази шостого 8 p-n-p транзистора та бази другого 12 p-n-p транзистора, емітери п'ятого 7 p-n-p та шостого 8 p-n-p транзисторів підключені до шини нульового потенціалу, колектор першого 11 p-n-p транзистора підключений до бази п'ятнадцятого 21 та колектора третього 10 p-n-p транзисторів, колектор другого 12 p-n-p транзистора підключений до бази шістнадцятого 24 та колектора четвертого 13 p-n-p транзисторів, база третього 10 p-n-p транзистора підключена до колектора і бази одинадцятого 14 p-n-p та колектора дванадцятого 15 p-n-p транзисторів, база четвертого 13 p-n-p транзистора підключена до колектора і бази чотирнадцятого 17 p-n-p та колектора тринадцятого 16 p-n-p транзисторів, емітери дванадцятого 15 p-n-p та тринадцятого 16 p-n-p транзисторів об'єднані, емітери сімнадцятого 28 p-n-p та вісімнадцятого 29 p-n-p транзисторів об'єднані, емітери дев'ятнадцятого 32 p-n-p та двадцятого 33 p-n-p транзисторів об'єднані та підключені до вихідної шини 2 і других виводів резистора зворотного зв'язку 18 та коригуючого конденсатора 19, емітери четвертого 13, чотирнадцятого 17 p-n-p та колектор двадцятого 33 p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з від'ємним потенціалом 35, емітери третього 10, одинадцятого 14 p-n-p та колектор дев'ятнадцятого 32 p-n-p транзисторів підключені до шини живлення з додатним потенціалом 34, двадцять перший 20 p-n-p транзистор підключений колектором до бази двадцять третього 27 p-n-p транзистора, а базою до бази і колектора двадцять другого 26 p-n-p транзистора та емітера двадцять третього 27 p-n-p транзистора, який в свою чергу колектором підключений до бази та колектора сімнадцятого 28 та до бази дев'ятнадцятого 32 p-n-p транзисторів, двадцять четвертий 25 p-n-p транзистор підключений колектором до бази двадцять шостого 30 p-n-p транзистора, а базою до бази і колектора двадцять п'ятого 31 p-n-p транзистора та емітера двадцять шостого 30 p-n-p тран-

зистора, який в свою чергу колектором підключений до бази та колектора вісімнадцятого 29 та до бази двадцятого 33 р-п-р транзисторів, двадцять сьомий 22 п-р-п транзистор колектором та базою підключений до колектора п'ятнадцятого 21 р-п-р та бази дванадцятого 15 п-р-п транзисторів, двадцять восьмий 23 р-п-р транзистор колектором та базою підключений до колектора шістнадцятого 24 п-р-п та бази тринадцятого 16 р-п-р транзисторів, емітери двадцять сьомого 22 п-р-п та двадцять восьмого 23 р-п-р транзисторів об'єднані та підключені до шини нульового потенціалу, джерело струму 4 першим виводом підключена до колектора та бази дев'ятого 3 та бази сьомого 6 р-п-р транзисторів, а другим виводом до колектора та бази десятого 5 та бази восьмого 9 п-р-п транзисторів. Пристрій працює таким чином.

1) якщо на вхід схеми втікає струм, то другий 12 р-п-р транзистор привідкривається, а перший 11 п-р-п прикривається. Відповідно дев'ятнадцятий 24 п-р-п транзистор привідкривається, а вісімнадцятий 21 р-п-р транзистор прикривається. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять третього 28 п-р-п і двадцять четвертого 29 р-п-р транзисторів зменшується і прямує до  $-E_{ж}$ . При цьому вихід пристрою відслідковує потенціал об'єднання емітерів транзисторів двадцять три 28 п-р-п і двадцять чотири 29 р-п-р і також зменшується і наближається до  $-E_{ж}$ .

2) якщо на вхід схеми втікає струм, то другий 12 р-п-р транзистор прикривається, а перший 11 п-р-п привідкривається. Відповідно дев'ятнадцятий 24 п-р-п транзистор прикривається, а вісімнадцятий 21 р-п-р транзистор привідкривається. При цьому потенціал точки об'єднання емітерів двадцять третього 28 п-р-п і двадцять четвертого 29 р-п-р транзисторів збільшується і прямує до  $+E_{ж}$ .

При цьому вихід пристрою відслідковує потенціал об'єднання емітерів транзисторів двадцять три 28 п-р-п і двадцять чотири 29 р-п-р і також збільшується і наближається до  $+E_{ж}$ .

Транзистори двадцять сім 22 п-р-п та двадцять вісім 23 р-п-р в діодному вмиканні, а також транзистори дванадцять 15 п-р-п та тринадцять 16 р-п-р являють собою відбивач струму з двома виходами такими, що з одного струму витікає, а з іншого витікає. Колекторні струми транзисторів п'ятнадцять 21 р-п-р та шістнадцять 24 п-р-п створюють на базах дванадцятого 15 п-р-п та тринадцятого 16 р-п-р падіння напруги  $f(15,16)=U_{6e22}+U_{6e23}$ .

Транзистори три 10 р-п-р та одинадцять 14 р-п-р, а також чотири 13 п-р-п та чотирнадцять 17 п-р-п завдають зміщення для так званої "струмової підвіски", яка складається з дванадцятого 15 п-р-п, тринадцятого 16 р-п-р, п'ятнадцятого 21 р-п-р, шістнадцятого 24 п-р-п, двадцять сьомого 22 п-р-п та двадцять восьмого 23 р-п-р транзисторів.

Транзистори п'ятнадцять 20 р-п-р, двадцять один 26 р-п-р, двадцять два 27 р-п-р та двадцять п'ять 30 п-р-п, двадцять шість 31 п-р-п утворюють складений транзистор за схемою Дарлінгтона.

Джерело струму 4 та транзистори дев'ять 3 р-п-р, десять 5 п-р-п, сім 6 р-п-р, п'ять 7 п-р-п, шість 8 р-п-р, вісім 9 п-р-п, утворюють схему завдання режиму по постійному струму.

Транзистори перший 11 п-р-п та другий 12 р-п-п утворюють двотактний симетричний вхідний каскад.

Транзистори сімнадцять 28 п-р-п, вісімнадцять 29 р-п-р, дев'ятнадцять 32 п-р-п та двадцять три 33 р-п-п утворюють двотактний симетричний вихідний каскад.

