



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134333** (13) **U**
(51) МПК
G05F 3/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

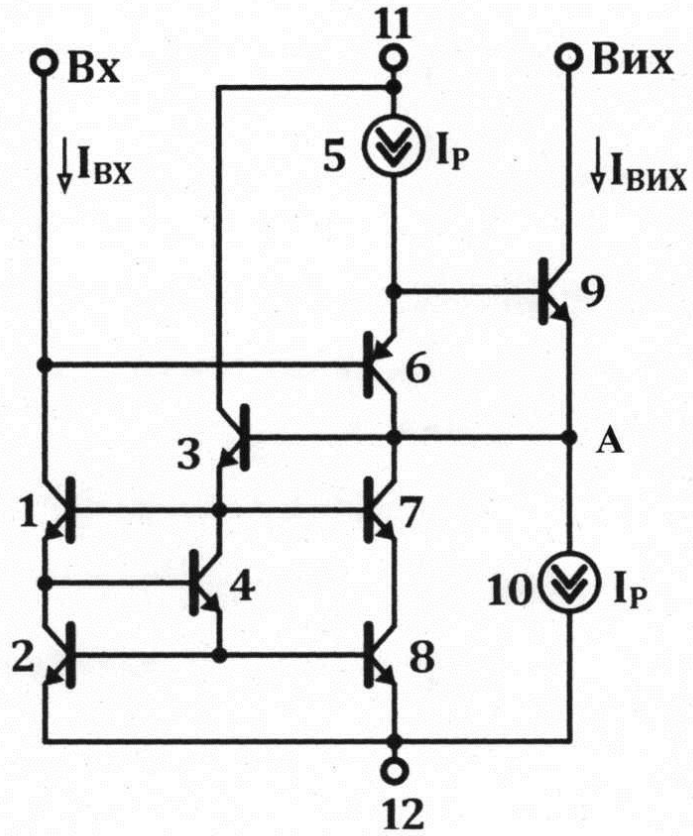
(21) Номер заявки: u 2018 12501	(72) Винахідник(и): Азаров Олексій Дмитрович (UA), Обертюх Максим Романович (UA), Кирилащук Світлана Анатоліївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.12.2018	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.05.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2019, Бюл.№ 9	

(54) СТРУМОВЕ ДЗЕРКАЛО

(57) Реферат:

Струмове дзеркало містить вхід і вихід пристрою, шину живлення, шину землі і шість транзисторів, причому колектор першого транзистора підключений до входу пристрою, база першого транзистора підключена до бази четвертого транзистора і до емітера шостого транзистора, емітер першого транзистора підключений до колектора другого транзистора, база другого транзистора підключена до бази третього і до емітера п'ятого транзисторів, емітери третього і другого транзисторів підключені до шини живлення, колектор третього транзистора підключений до емітера четвертого транзистора, колектор шостого транзистора підключений до шини землі. Введено два транзистори, два джерела струму, причому колектор першого транзистора підключений до бази сьомого транзистора, база першого транзистора з'єднана з колектором п'ятого транзистора, емітер першого транзистора з'єднаний з базою п'ятого транзистора, колектор четвертого транзистора з'єднаний з емітером восьмого, з колектором сьомого, з базою шостого транзисторів і першим виходом другого джерела струму, другий вихід другого джерела струму підключений до шини живлення, емітер сьомого транзистора з'єднаний з базою восьмого транзистора і другим виходом першого джерела струму, перший вихід першого джерела струму підключений до шини землі, колектор восьмого транзистора підключений до виходу пристрою.

UA 134333 U



Корисна модель належить до області аналогової техніки і може бути використана в схемах підсилювачів струму.

Відомо струмове дзеркало Уїлсона (Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - с. 173), яке містить вхід схеми, вихід схеми, шину живлення і три транзистори, причому колектор першого транзистора підключений до входу схеми і бази третього транзистора, база першого транзистора підключена до бази і колектора другого транзистора і емітера третього транзистора, емітери першого і другого транзисторів підключені до шини живлення, колектор третього транзистора підключений до виходу схеми.

Недоліком даного технічного рішення є низька навантажувальна здатність і низька лінійність передатної характеристики.

Найближчим аналогом є струмове дзеркало (United States Patent N 3936725, IPC G05F 3/08. Herbert Anton Schneider, Boulder, Colo., Feb. 3, 1976, Fig.6), яке містить вхід і вихід пристрою, шину живлення, шину землі і шість транзисторів, причому колектор першого транзистора підключений до входу схеми і бази шостого транзистора, база першого транзистора підключена до бази четвертого транзистора і до емітера шостого транзистора, емітер першого транзистора підключений до колектора другого транзистора, база другого транзистора підключена до бази третього транзистора і до емітера п'ятого транзистора, емітери третього і другого транзисторів підключені до шини живлення, колектор третього транзистора підключений до емітера четвертого і до бази п'ятого транзисторів, колектор четвертого транзистора підключений до виходу пристрою, колектори п'ятого і шостого транзисторів підключені до шини землі.

Недоліком даного технічного рішення є низька здатність навантаження.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення струмового дзеркала, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків між ними підвищується навантажувальна здатність, що сприяє розширенню функціональних можливостей, та галузі використання вузла.

Поставлена задача вирішується тим, що в струмове дзеркало, яке містить вхід і вихід пристрою, шину живлення, шину землі і шість транзисторів, причому колектор першого транзистора підключений до входу пристрою, база першого транзистора підключена до бази четвертого і емітера шостого транзисторів, емітер першого транзистора підключений до колектора другого транзистора, база другого транзистора підключена до бази третього і до емітера п'ятого транзисторів, емітери третього і другого транзисторів підключені до шини живлення, колектор третього транзистора підключений до емітера четвертого транзистора, колектор шостого транзистора підключений до шини землі, введено два транзистори, два джерела струму, причому колектор першого транзистора підключений до бази сьомого транзистора, база першого транзистора з'єднана з колектором п'ятого транзистора, емітер першого транзистора з'єднаний з базою п'ятого транзистора, колектор четвертого транзистора з'єднаний з емітером восьмого транзистора, з колектором сьомого транзистора, з базою шостого транзистора і з першим виходом другого джерела струму, другий вихід другого джерела струму підключений до шини живлення, емітер сьомого транзистора з'єднаний з базою восьмого транзистора і другим виходом першого джерела струму, перший вихід першого джерела струму підключений до шини землі, колектор восьмого транзистора підключений до виходу пристрою.

Корисна модель пояснюється креслення, на якому зображена схема струмового дзеркала.

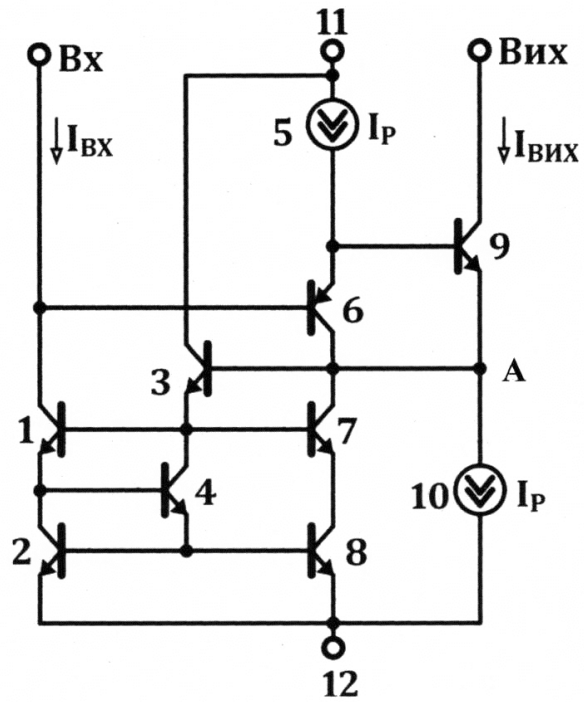
Струмове дзеркало містить вхід і вихід пристрою, шину живлення 12, шину землі 11, причому колектор першого транзистора 1 підключений до входу пристрою і до бази сьомого транзистора 6, база першого транзистора 1 підключена до бази четвертого транзистора 7, до емітера шостого транзистора 3 і до колектора п'ятого транзистора 4, емітер першого транзистора 1 підключений до колектора другого транзистора 2 і до бази п'ятого транзистора 4, база другого транзистора 2 підключена до бази третього транзистора 8 і до емітера п'ятого транзистора 4, емітери третього 8 і другого 2 транзисторів підключені до шини живлення 12, колектор третього транзистора 8 підключений до емітера четвертого транзистора 7, колектор шостого транзистора 3 підключений до шини землі 11, колектор четвертого транзистора 7 з'єднаний з емітером восьмого транзистора 9, з колектором сьомого транзистора 6, з базою шостого транзистора 3 і першим виходом другого джерела струму 10, другий вихід другого джерела струму 10 підключений до шини живлення 12, емітер сьомого транзистора 6 з'єднаний з базою восьмого транзистора 9 і з другим виходом першого джерела струму 5, перший вихід першого джерела струму 5 підключений до шини землі 11, колектор восьмого транзистора 9 підключений до виходу схеми.

Працює пристрій таким чином: перший 1, другий 2, третій 8, четвертий 7, п'ятий 4 і шостий 3 транзистори утворюють схему струмового дзеркала. Перший 1 і четвертий 7 транзистори забезпечують напругу колектор-база ($U_{КБЗ}$) третього 8 транзистора рівним напрузі колектор-база

(U_{KB2}) другого 2 транзистора ($U_{KB3}=U_{K3}-U_{B3}=U_{B3}+U_{KB2}+U_{BE1}-U_{BE4}-U_{B3} \approx U_{KB2}$, де U_{K3} , U_{B3} - напруга на колекторі і базі третього 8 транзистора, U_{BE1} , U_{BE4} - напруга база-емітер першого 1 і четвертого 7 транзисторів), завдяки чому другий 2 і третій 8 транзистори працюють в повністю симетричному режимі, що забезпечує більшу точність роботи струмового дзеркала. Базові струми першого 1, другого 2, третього 8 і четвертого 7 транзисторів протікають через п'ятий 4 і шостий 3 транзистори, чим зменшують похибки роботи дзеркала і покращують лінійність його передавальної характеристики. Можна показати, що струм колектора четвертого 7 транзистора становитиме ($I_{K4} = I_{BX} + I_{B7}$), де I_{K4} - струм колектора четвертого транзистора 7, I_{BX} - вхідний струм, I_{B7} - струм бази сьомого транзистора. Струм, що витікає з точки А буде дорівнювати $I_0+I_{K4}\approx I_0+I_{BX}+I_{B7}$, де I_0 - значення струму першого 5 і другого 10 джерел струму. Струм, що втікає в точку А буде дорівнювати $I_{K7} + I_{E8} = I_0 + I_{ВИХ} - I_{B7}$, де I_{K7} - струм колектора сьомого 6 транзистора, I_{E8} - струм емітера восьмого 9 транзистора. Прирівнюючи ці значення, знайдемо $I_{ВИХ} \approx I_{BX} + 2 * I_{B7}$, де $I_{ВИХ}$ - вихідний струм. Таким чином, вихідний струм практично дорівнює вхідному і пристрій працює як струмове дзеркало. Восьмий транзистор 9 включений по схемі із загальною базою і диференційний вихідний опір складає з урахуванням вищевказаного: $\Delta U_{ВИХ} / \Delta I_{ВИХ} = \Delta U_{ВИХ} / (2 * \Delta I_{B7}) = (\beta_2 / 2) * (\Delta U_{ВИХ} / \Delta I_{B8}) = (\beta_2 / 2) * r_{к.ОБ}$, де $\Delta U_{ВИХ}$, $\Delta I_{ВИХ}$ - збільшення вихідного струму і напруги, ΔI_{B7} , ΔI_{B8} - збільшення відповідних струмів, $r_{к.ОБ}$ - диференційний опір колектора транзистора при включенні по схемі із загальною базою, β_2 - коефіцієнт передачі струму бази р-п-р транзистора. З чого випливає, що вихідний опір буде приблизно в β_2 більше, ніж в схемі Уїлсона. За результатами моделювання вихідний опір становитиме близько 100 МОм.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Струмове дзеркало, яке містить вхід і вихід пристрою, шину живлення, шину землі і шість транзисторів, причому колектор першого транзистора підключений до входу пристрою, база першого транзистора підключена до бази четвертого транзистора і до емітера шостого транзистора, емітер першого транзистора підключений до колектора другого транзистора, база другого транзистора підключена до бази третього і до емітера п'ятого транзисторів, емітери третього і другого транзисторів підключені до шини живлення, колектор третього транзистора підключений до емітера четвертого транзистора, колектор шостого транзистора підключений до шини землі, який **відрізняється** тим, що введено два транзистори, два джерела струму, причому колектор першого транзистора підключений до бази сьомого транзистора, база першого транзистора з'єднана з колектором п'ятого транзистора, емітер першого транзистора з'єднаний з базою п'ятого транзистора, колектор четвертого транзистора з'єднаний з емітером восьмого, з колектором сьомого, з базою шостого транзисторів і першим виходом другого джерела струму, другий вихід другого джерела струму підключений до шини живлення, емітер сьомого транзистора з'єднаний з базою восьмого транзистора і другим виходом першого джерела струму, перший вихід першого джерела струму підключений до шини землі, колектор восьмого транзистора підключений до виходу пристрою.



Комп'ютерна верстка О. Рябко

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