



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 134331

(13) U

(51) МПК

G05F 3/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 12499**

(22) Дата подання заявки: **17.12.2018**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.05.2019**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.05.2019, Бюл.№ 9**

(72) Винахідник(и):

**Азаров Олексій Дмитрович (UA),  
Обертюх Максим Романович (UA),  
Азарова Лариса Євстахіївна (UA)**

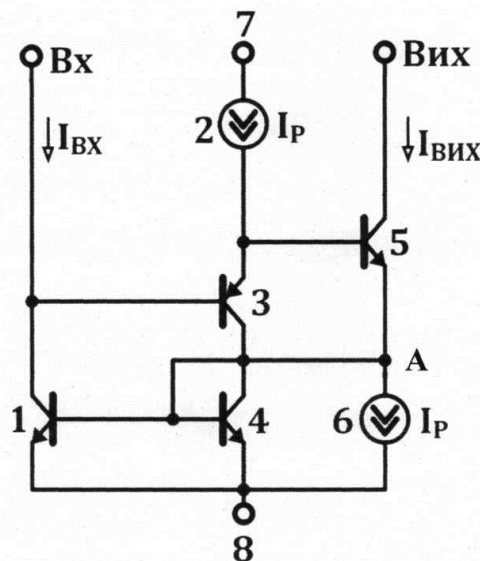
(73) Власник(и):

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021  
(UA)**

## (54) СТРУМОВЕ ДЗЕРКАЛО

(57) Реферат:

Струмове дзеркало містить вхід і вихід пристрою, шину землі і два транзистори, причому колектор першого транзистора підключений до входу пристрою, база першого транзистора з'єднана з базою другого транзистора, емітери першого і другого транзисторів підключені до шини землі. Також в пристрій введено додатково два транзистори, два джерела струму і шину живлення. При цьому колектор першого транзистора підключений до бази третього транзистора, бази першого і другого транзисторів з'єднані з колекторами другого і третього транзисторів, з емітером четвертого транзистора і з першим виходом другого джерела струму, другий вихід другого джерела струму підключений до шини землі, емітер третього транзистора з'єднаний з базою четвертого транзистора і другим виходом першого джерела струму, перший вихід першого джерела струму підключений до шини живлення, колектор четвертого транзистора підключений до виходу пристрою.



UA 134331 U



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

Відоме 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 даної конструкції є низька навантажувальна здатність.

Найближчим до запропонованого є струмове дзеркало (Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - с. 162), яке містить вхід і вихід пристрою, шину землі і два транзистори, причому колектор першого транзистора підключений до входу пристрою і баз першого і другого транзисторів, емітери першого і другого транзисторів підключені до шини землі, колектор другого транзистора підключений до виходу пристрою.

Недоліком даного струмового дзеркала 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, а також галузі використання пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в струмове дзеркало, яке містить вхід і вихід пристрою, шину землі і два транзистора, причому колектор першого транзистора підключений до входу схеми, база першого транзистора з'єднана з базою другого транзистора, емітери першого і другого транзисторів підключені до шини землі, згідно з корисною моделлю, додатково введено два транзистора, два джерела струму і шину живлення, причому колектор першого транзистора також підключений до бази третього транзистора, бази першого і другого транзисторів з'єднані з колектором другого і третього транзисторів, з емітером четвертого транзистора і з першим виходом другого джерела струму, другий вихід другого джерела струму підключений до шини землі, емітер третього транзистора з'єднаний з базою четвертого транзистора і другим виходом першого джерела струму, перший вихід першого джерела струму підключений до шини живлення, колектор четвертого транзистора підключений до виходу пристрою.

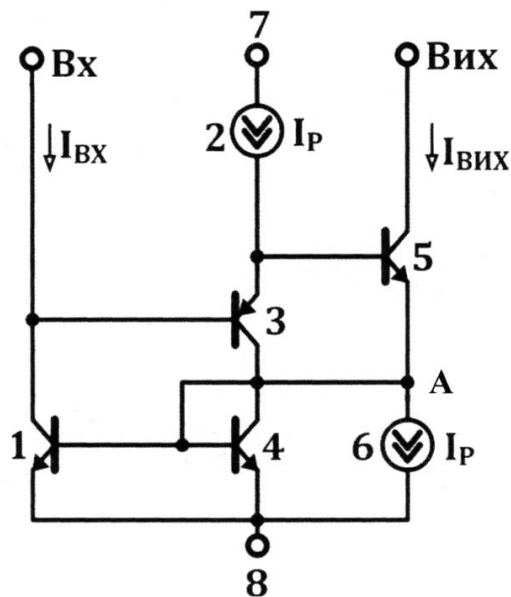
Корисна модель пояснюється кресленням, на якому зображена схема струмового дзеркала.

Струмове дзеркало містить вхід і вихід пристрою, шину землі 8 і шину живлення 7, причому колектор першого транзистора 1 підключений до входу пристрою і до бази третього транзистора 3, база першого транзистора 1 з'єднана з базою другого транзистора 4, з колекторами другого 4 і третього 3 транзисторів, емітером четвертого транзистора 5 і з першим виходом другого джерела струму 6, емітери першого 1 і другого 4 транзисторів і другий вихід другого джерела струму 6 підключені до шини землі 8, емітер третього транзистора 3 з'єднаний з базою четвертого транзистора 5 і другим виходом першого джерела струму 2, перший вихід першого джерела струму 2 підключений до шини живлення 7, колектор четвертого транзистора 5 підключений до виходу пристрою.

Працює пристрій таким чином: перший 1 і другий 4 транзистори підключені за схемою струмового дзеркала, струми через їх емітери (колектори) рівні і становлять ( $I_{K1} = I_{K2} = I_{BX} + I_{B3}$ ) де  $I_{K1}$ ,  $I_{K2}$  - струми колекторів першого 1 і другого 4 транзисторів,  $I_{BX}$  - вхідний струм,  $I_{B3}$  - струм бази третього 3 транзистора. Струм, що витікає з точки А, буде дорівнювати  $I_0 + I_{K2} + I_{E2} + I_{B1} \approx I_0 + I_{BX} * (\beta_1 + 2) / \beta_1 + I_{B3}$ , де  $I_{B1}$ ,  $I_{E2}$  - струми бази першого 1 і другого 4 транзисторів,  $I_0$  - значення струму першого 2 і другого 6 джерел струму,  $\beta_1$  - коефіцієнт передачі струму бази p-n транзистора. Струм, що втікає в точку А буде дорівнювати:  $I_{K3} + I_{E4} = I_0 + I_{ВІХ} - I_{B3}$ , де  $I_{K3}$  - струм колектора третього 3 транзистора,  $I_{E4}$  - струм емітера четвертого 5 транзистора. Прирівнюючи ці значення, знайдемо  $I_{ВІХ} \approx I_{BX} * (\beta_1 + 2) / \beta_1 + 2 * I_{B3}$ , де  $I_{ВІХ}$  - вихідний струм. Таким чином вихідний струм практично дорівнює вхідному і пристрій працює як струмове дзеркало. Четвертий транзистор 5 включений по схемі із загальною базою, і диференційний вихідний опір схеми складає з урахуванням вищевказаного:  $\Delta U_{ВІХ} / \Delta I_{ВІХ} = \Delta U_{ВІХ} / (2 * \Delta I_{B3}) = (\beta_2 / 2) * (\Delta U_{ВІХ} / \Delta I_{B4}) = (\beta_2 / 2) * r_{к.зб}$ , де  $\Delta U_{ВІХ}$ ,  $\Delta I_{ВІХ}$  - збільшення вихідного струму і напруги,  $\Delta I_{B3}$ ,  $\Delta I_{B4}$  - збільшення відповідних струмів,  $r_{к.зб}$  - диференційний опір колектора транзистора при включенні по схемі із загальною базою,  $\beta_2$  - коефіцієнт передачі струму бази p-n транзистора. З вищевказаного випливає, що вихідний опір буде приблизно в  $\beta_2$  більше ніж в схемі Уїлсона. За результатами моделювання вихідний опір становитиме близько 60 МОм.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Струмове дзеркало, яке містить вхід і вихід пристрою, шину землі і два транзистори, причому колектор першого транзистора підключений до входу пристрою, база першого транзистора з'єднана з базою другого транзистора, емітери першого і другого транзисторів підключені до шини землі, яке відрізняється тим, що містить додатково два транзистори, два джерела струму і шину живлення, причому колектор першого транзистора підключений до бази третього транзистора, бази першого і другого транзисторів з'єднані з колекторами другого і третього транзисторів, з емітером четвертого транзистора і з першим виходом другого джерела струму, другий вихід другого джерела струму підключений до шини землі, емітер третього транзистора з'єднаний з базою четвертого транзистора і другим виходом першого джерела струму, перший вихід першого джерела струму підключений до шини живлення, колектор четвертого транзистора підключений до виходу пристрою.




---

Комп'ютерна верстка М. Шамоїна

---

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