



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63342 (13) U

(51) МПК

H03K 5/24 (2006.01)

G05B 1/01 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДВОНАПРАВЛЕНИЙ ВІДБИВАЧ СТРУМУ

1

2

(21) u201101976

(22) 21.02.2011

(24) 10.10.2011

(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.

(72) АЗАРОВ ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ, ПОНОМАРЬОВА МАРІЯ ВАЛЕРІЇВНА, ГАРНАГА ВОЛОДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ, ТЕПЛИЦЬКИЙ МИХАЙЛО ЮХИМОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двонаправлений відбивач струму, що містить шину додатного живлення, шину нульового потенціалу, чотири транзистори, причому база четвертого транзистора з'єднана з базою третього транзистора та колектором четвертого транзистора, який **відрізняється** тим, що у нього введено два джерела струму, два компенсатори струму, шину від'ємного живлення, причому шина нульового потенціалу з'єднана з емітерами другого та четвертого транзисторів, другий вивід першого джерела струму з'єднано з базою третього і четвертого транзисторів та колектором четвертого транзистора, другий вивід другого джерела струму з'єднано з базою першого та з базою і колектором другого транзисторів, емітер першого транзистора з'єднано

но з емітером третього транзистора, колектори першого та третього транзисторів під'єднано до других виводів другого та першого компенсаторів струму відповідно, треті виводи першого та другого компенсаторів струму з'єднано з шиною додатного та від'ємного живлення відповідно, перші виводи компенсаторів служать виходами пристрою, перший компенсатор струму складається з двох p-n транзисторів, причому колектор першого p-n транзистора є першим виводом першого компенсатора, колектор і база другого p-n транзистора об'єднані і є другим виводом першого компенсатора, бази першого та другого p-n транзистора з'єднані між собою, емітери першого та другого p-n транзисторів з'єднані між собою і є третім виводом першого компенсатора струму, другий компенсатор струму складається з двох p-n транзисторів, причому колектор першого p-n транзистора є першим виводом другого компенсатора, колектор і база другого p-n транзистора з'єднані між собою і утворюють другий вивід другого компенсатора, бази першого і другого p-n транзисторів з'єднані між собою, емітери першого та другого p-n транзисторів з'єднані між собою і є третім виводом другого компенсатора струму.

Корисна модель належить до аналогової техніки і може бути використана в двотактних підсилювальних схемах.

Відомо відбивач струму (Гребен А. Б. Токоотвод с диодным смещением // Гребен А. Б. Проектирование аналоговых интегральных схем. - М.: Энергия, 1976. - С. 74-76), який містить шину додатного живлення, шину нульового потенціалу, вхідну шину, один резистор, два транзистори, причому база та колектор першого транзистора об'єднані та з'єднані з першим виводом першого резистора та базою другого транзистора, вхідна шина з'єднана з колектором другого транзистора, емітери першого та другого транзисторів з'єднані з шиною нульового потенціалу, другий вивід першого резистора з'єднано з шиною додатного живлення. Таким чином схема забезпечує засіб отримання опорного струму, що не залежить від параметрів

приборів, проте недоліком є обмежена функціональна можливість.

За прототип вибрано відбивач струму - self-biasing Vbe reference (Grebene A. B. Self-Biasing References // Grebene A. B. Bipolar and MOS Analog Integrated Circuit Design. - Canada: John Wiley & Sons, 2003. - р. 191-193), який містить шину додатного живлення, вихідну шину, шину нульового потенціалу, два резистори, шість транзисторів, причому шина додатного потенціалу з'єднано з емітерами четвертого, п'ятого та шостого транзисторів та з другим виводом першого резистора, перший вивід першого резистора з'єднаний з колекторами першого та четвертого транзисторів та базою другого транзистора, база четвертого транзистора з'єднана з базами п'ятого та шостого та колекторами другого та п'ятого транзисторів, емітер другого транзистора з'єднано з базами першо-

(13) U

(11) 63342

(19) UA

го та третього транзисторів та другим виводом другого резистора, шина нульового потенціалу з'єднана з емітерами першого та третього транзисторів та з першим виводом другого резистора. Недоліком прототипу є обмежені функціональні можливості, зокрема відсутність можливості керування вхідними струмами.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого двонаправленого відбивача струму, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними розширюється її галузь використання та функціональні можливості у різноманітних пристроях аналогової техніки.

Поставлена задача вирішується тим, що двонаправлений відбивач струму, який містить шину додатного живлення, шину нульового потенціалу, чотири транзистори, причому база четвертого транзистора з'єднана з базою третього та колектором четвертого транзистора і, згідно з корисною моделлю, до нього введено два джерела струму, два компенсатори струму, шину від'ємного живлення, причому шина нульового потенціалу з'єднана з емітерами другого та четвертого транзисторів, другий вивід першого джерела струму з'єднано з базою третього і четвертого транзисторів та колектором четвертого транзистора, другий вивід другого джерела струму з'єднано з базою першого та з базою і колектором другого транзисторів, емітер першого транзистора з'єднано з емітером третього транзистора, колектори першого і третього транзисторів під'єднано до других виводів другого та першого компенсаторів струму відповідно, треті виводи першого і другого компенсаторів струму з'єднано з шиною додатного та від'ємного живлення відповідно, перші виводи компенсаторів служать виходами пристрою, перший компенсатор струму складається з двох n-p-n транзисторів, причому колектор першого n-p-n транзистора є першим виводом першого компенсатора, колектор і база другого n-p-n транзистора об'єднані і є другим виводом першого компенсатора, бази першого та другого n-p-n транзисторів з'єднані між собою, емітери першого та другого n-p-n транзисторів з'єднані між собою і є третім виводом першого компенсатора струму, другий компенсатор струму складається з двох p-n-p транзисторів, причому колектор першого p-n-p транзистора є першим виводом другого компенсатора, колектор і база другого p-n-p транзистора з'єднані між собою і утворюють другий вивід другого компенсатора, бази першого і другого p-n-p транзисторів з'єднані між собою, емітери першого і другого p-n-p транзисторів з'єднані між собою і є третім виводом другого компенсатора струму.

На кресленні представлено схему двонаправленого відбивача струму.

Пристрій містить шину додатного живлення 10, яка з'єднана з третім виводом першого компенсатора струму 1 та першим виводом першого джерела струму 5, шину від'ємного живлення 11, яка з'єднана з третім виводом другого компенсатора струму 2 та першим виводом другого джерела струму 9, база третього транзистора 3 з'єднана з базою та колектором четвертого транзистора 6, база першого транзистора 4 з'єднана з базою та

колектором другого транзистора 8, емітери першого 4 та третього 3 транзисторів з'єднано між собою, колектор третього транзистора 3 з'єднано з другим виводом першого компенсатора струму 1, колектор першого транзистора 4 з'єднано з другим виводом другого компенсатора струму 2, колектор четвертого транзистора 6 з'єднано з першим виводом першого джерела струму 5, колектор другого транзистора 8 з'єднано з другим виводом другого джерела струму 9, емітери четвертого 6 та другого 8 транзисторів з'єднано між собою та з шиною нульового потенціалу 7.

Пристрій працює таким чином.

Перший 5 та другий 9 генератори струму слугують для задання вхідних струмів I' та I'' відповідно. Розглядається два випадки: перший - коли $I' = I''$ та другий - коли $I' \neq I''$. Якщо значення струму, що задаються генераторами, рівні, тоді через емітери першого 4 та третього 3 транзисторів задається струм $I_{ДВС}$, що рівний струмам I' та I'' .

Якщо ж значення струмів I' та I'' починають змінюватись (пропорційно чи не пропорційно) та відрізняються одне від одного, тоді на вказаних емітерах починає з'являтися приріст, знак якого залежить від того як саме змінюються ці струми. Струм $I_{ДВС}$ змінюється за таким законом

$$I_{ДВС} = I_0 \exp(U_a + U_b) = I_0 \exp\left(\frac{1}{\varphi_T} \ln\left(\frac{I' I''}{I_0^2}\right)\right) = \sqrt{I' I''}.$$

Колекторні струми третього 3 та першого 4 транзисторів визначаються формулами: $I_c = I_{ДВС} / \alpha_3$

та $I_c = I_{ДВС} / \alpha_1$ відповідно.

Перший 1 та другий 2 компенсатори струму слугують для передачі струмів колекторів третього 3 та першого 4 транзисторів із заданим коефіцієнтом передачі (K_n). Перший 4 та третій 3 транзистори служать для утворення компенсаційного струму: $I_{КС} = K_{П(КСII)} I_c (V_{T1})$, $I_{КС} = K_{П(КСI)} I_c (V_{T3})$ (при $\Delta I_{ДВС} \rightarrow 0$) і передають його на перший компенсатор струму 1 (КСI) та другий компенсатор струму 2 (КСII) відповідно із заданим K_n .

Третій 3 та четвертий 6, перший 4 та другий 8 транзистори та перший 1 та другий 2 компенсатори струмів утворюють двоконтурний вибіркоковий зворотний зв'язок.

Четвертий 6 та другий 8 транзистори знаходяться в діодному вмиканні і слугують для задання напруги зміщення на першому 4 та третьому 3 транзисторах. В малосигнальній зоні, коли параметри транзисторів мало змінюються, $\Delta I_{ДВС}$ мож-

на визначати у вигляді: $\frac{\Delta I' + \Delta I''}{2}$. Використовуючи

закон пропорційності вхідних струмів $\frac{I'}{I_p} = \frac{I_p}{I''}$, де I_p

- робочий струм рівний $I_{ДВС}$ та наступні два вирази для I' та I'' : $I' = I_p + \Delta I'$, $I'' = I_p - \Delta I''$, маємо:

$$\Delta I' = \frac{\Delta I''}{1 - \frac{\Delta I''}{I_{\text{ДВС}}}}, \Delta I'' = \frac{\Delta I'}{1 + \frac{\Delta I'}{I_{\text{ДВС}}}}, \text{ що свідчить про те,}$$

що $I_{\text{КС}} = \text{const}$ та $I_{\text{КС}}'' = \text{const}$. Це дозволяє в разі використання цього пристрою у двотактних підси-

лювачах постійного струму автоматично задавати струм робочої точки проміжних підсилювальних каскадів схеми.

