



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99655** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
H03F 5/00
H03H 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

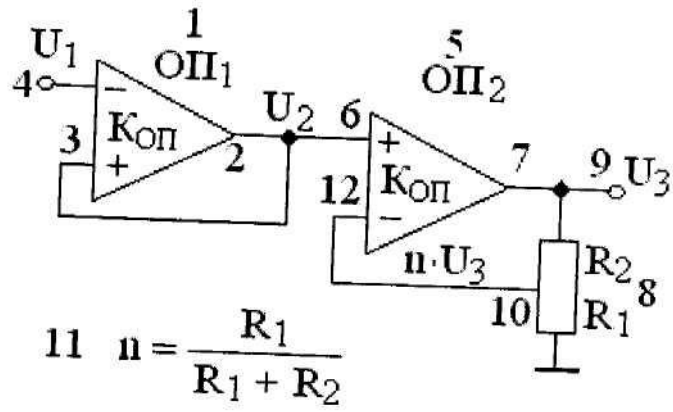
<p>(21) Номер заявки: а 2010 15128</p> <p>(22) Дата подання заявки: 15.12.2010</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.09.2012</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.06.2012, Бюл.№ 12</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2012, Бюл.№ 17</p>	<p>(72) Винахідник(и): Сліпченко Микола Іванович (UA), Федотов Дмитро Олексійович (UA), Федотов Павло Дмитрович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Алексеенко А.Г., Шагурин И. И. Микросхемотехника: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. И.П. Степаненко/. - М.: Радио и связь, 1982, С.360-363 UA 91759 C2; 25.08.2010 UA 86780 C2; 25.05.2009 UA 82119 C2; 11.03.2008 UA 92385 C2; 25.10.2010 UA 92818 C2; 10.12.2010 SU 907557 A1; 23.02.1982 JP 61039117 A; 25.02.1986 JP 5056636 A; 05.03.1993 US 5708376 A; 13.01.1998</p>
---	--

(54) БУСТЕРНА СХЕМА ПЕРЕТВОРЕННЯ НАПРУГИ

(57) Реферат:

Бустерна схема перетворення напруги належить до електроніки при застосуванні операційних підсилювачів (ОП) для узгодження та наступного перетворення сигналів у вузлах радіоелектроніки. Бустерна схема містить послідовно з'єднані повторювач напруги на операційному підсилювачі і основну схему перетворення, де вихід повторювача напруги додатково підключено до неінвертуючого входу його операційного підсилювача, в якому інвертуючий вхід підключено до входу бустерної схеми підсилення напруги. В одному варіанті основна схема перетворення містить неінвертуючий підсилювач з класичним підключенням інвертуючого та неінвертуючого входів її операційного підсилювача. В іншому варіанті основна схема перетворення містить інвертуючий підсилювач з класичним підключенням інвертуючого та неінвертуючого входів її операційного підсилювача. При чому повторювач напруги використовують після основної схеми перетворення. Технічним результатом є підвищення точності перетворення без суттєвих змін у схемах, як повторювана, так і основної схеми перетворення.

UA 99655 C2



Бустерна схема перетворення напруги належить до області електроніки для узгодження та наступного перетворення сигналів у вузлах радіоелектроніки при застосуванні операційних підсилювачів (ОП).

5 Загально відомі схеми бустерів у вигляді повторювачів напруги на ОП, які вирішують проблему узгодження опору джерел сигналу та наступних каскадів підсилення, але вони не враховують похибок перетворення [Джонсон М.Х. Електроніка - практический курс, Москва: Техносфера. 2006, 512 с., ил., ISBN 5-94836-086-5].

10 Відомий спосіб задання коефіцієнта підсилення інваріантної активної схеми на операційному підсилювачі [патент України №86780 опубл. 25.05.2009, бюл. №10 МПК (2009) H03G 3/00] визначає і враховує методичну похибку перетворення довільної схеми не тільки за значенням, але і за знаком. Це дозволило виконати повторювач напруги зі скомпенсованою методичною похибкою до рівня 10^{-12} [патент України №91759 опубл. 25.08.2010, бюл. №16 МПК H03H 11/00]. За недолік можна вважати те, що досягнуте стосується тільки повторювача, а не всієї схеми підсилення.

15 Найбільш близьким за технічною суттю рішенням є відома бустерна схема перетворення сигналів, яка складається з основного підсилювача та повторювача напруги на його вході (бустера) [Алексеенко А.Г., Шагурин И. И. Микросхемотехника: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. И.П. Степаненко/. - М.: Радио и связь, 1982, с. 361, рис. 10.17 в)].

20 Недоліком цієї та подібних схем є низька точність роботи за відсутності контролю похибок функціонування елементів бустерної схеми.

Технічною задачею винаходу є підвищення точності перетворення за рахунок компенсації складових методичних похибок, що призводить до зменшення абсолютної похибки роботи довільної класичної схеми при застосуванні бустера на вході чи на виході.

25 Вказана задача досягається тим, що до бустерної схеми перетворення напруги, яка містить послідовно з'єднані повторювач напруги на операційному підсилювачі і основну схему перетворення, згідно винаходу, вихід повторювача напруги додатково підключено до неінвертуючого входу його операційного підсилювача, в якому інвертуючий вхід підключено до входу бустерної схеми перетворення напруги.

30 В бустерній схемі перетворення напруги, за винаходом, основна схема перетворення містить інвертуючий або неінвертуючий підсилювач з класичним підключенням інвертуючого та неінвертуючого входів її операційного підсилювача. При цьому повторювач напруги (бустер) запропонованого включення може використовуватись після основної схеми перетворення.

35 На кресленні приведена бустерна схема підсилення із прикладом застосування неінвертуючого підсилювача в якості основного перетворювача напруги, включеного після запропонованої схеми бустера.

40 Бустерна схема підсилення містить (кресл.): операційний підсилювач 1 - ОП₁, вихід 2 якого з напругою U₂ підключено до неінвертуючого входу 3 ОП_{1.1}, на інвертуючий вхід 4 якого заведена вхідна напруга U₁. Операційний підсилювач 5 - ОП₂ своїм неінвертуючим входом 6 підключено до виходу 2 ОП_{1.1}, а виходом 7 з'єднано з подільником 8 вихідної 9 напруги U₃. Точка 10 ділення у пропорції $11 \text{ } n=R_1/(R_1+R_2)$ виділяє n-частину напруги U₃ і підключена до інвертуючого входу 12 операційного підсилювача 5 - ОП₂.

Роботу та обґрунтування достовірності перетворень в запропонованій бустерній схемі (кресл.) можна описати наступним чином.

45 Функціонування повторювача напруги опишемо з урахуванням теоретичного K_{on}^{Teop} та робочого K_{Uon1} коефіцієнтів перетворення відносно власного коефіцієнта K_{ОП} підсилення операційного підсилювача ОП_{1.1}:

$$U_2 = K_{OП} \cdot U_2 - K_{OП} \cdot U_1; U_2(1 - K_{OП}) = -K_{OП} \cdot U_1; U_2 = \frac{-K_{OП}}{1 - K_{OП}} \cdot U_1;$$

$$K_{on1}^{Teop} = \frac{-K_{OП}}{1 - K_{OП}}; K_{Uon1} = 1$$

Аналогічно для основної схеми підсилення на ОП_{2.5} маємо:

50 $U_3 = K_{OП} \cdot U_2 - n \cdot K_{OП} U_3; U_3(1 + n \cdot K_{OП}) = K_{OП} \cdot U_2;$

$$K_{on2}^{Teop} = \frac{K_{OП}}{1 + n \cdot K_{OП}}; K_{Uon2} = \frac{1}{n}.$$

Таким чином, теоретичний і робочий коефіцієнти підсилення всієї схеми визначаються добутком відповідних множників. При цьому комутативний закон множення встановлює незалежність черговості включення бустера та підсилювача:

$$K_U^{Teop} = K_{on1}^{Teop} \cdot K_{on2}^{Teop} \cdot \frac{-K_{OP}}{1-K_{OP}} \cdot \frac{K_{OP}}{1+n \cdot K_{OP}} = \frac{-K_{OP}^2}{(1-K_{OP})(1+n \cdot K_{OP})} = \frac{-K_{OP}^2}{1+n \cdot K_{OP} - K_{OP} - n \cdot K_{OP}^2};$$

$$K_{Uon2} = \frac{1}{n}; \quad K_U = K_{Uon1} \cdot K_{Uon2} = 1 \cdot \frac{1}{n} = \frac{1}{n}.$$

Абсолютну похибку Δa перетворення визначають як різницю теоретичного і робочого коефіцієнтів підсилення бустерної схеми:

$$\Delta a = K_U^{Teop} - K_U = \frac{-K_{OP}^2}{1+n \cdot K_{OP} - K_{OP} - n \cdot K_{OP}^2} - \frac{1}{n};$$

$$\Delta a = \frac{-n \cdot K_{OP}^2 - 1 - n \cdot K_{OP} + n \cdot K_{OP}^2}{n \cdot (1+n \cdot K_{OP} - K_{OP} - n \cdot K_{OP}^2)} = \frac{-1 - n \cdot K_{OP} + K_{OP}}{n + n^2 \cdot K_{OP} - n \cdot K_{OP} - n \cdot K_{OP}^2}.$$

5

З урахуванням того, що $n^2 < n \leq 1 \ll K_{OP} \ll K_{OP}^2$, маємо спрощення:

$$\Delta a \approx \frac{K_{OP} \cdot (1-n)}{n^2 \cdot K_{OP}^2} = \frac{(1-n)}{-n^2 \cdot K_{OP}} = \frac{1 - \frac{1}{K_U}}{\frac{K_{OP}}{K_U^2}} = -\frac{K_U^2 - K_U}{K_{OP}}.$$

Порівняння абсолютних похибок $\Delta a^{пат}$ - запропонованого і $\Delta a^{кл}$ - класичного варіантів (розрахунки, аналогічні наведеним) дозволяє встановити:

$$\Delta a^{пат} = \left| \frac{K_U^2 - K_U}{K_{OP}} \right|; \quad \Delta a^{кл} = \left| \frac{K_U^2 + K_U}{K_{OP}} \right|.$$

10

Подальший аналіз стосовно неінвертуючих та інвертуючих схем приводить до ідентичних співвідношень, що дозволяє скласти загальні висновки.

Некласичне включення входів бустера (повторювача) при класичному застосуванні входів ОП у схемах підсилення без додаткових витрат зменшує абсолютну похибку любого перетворення за рахунок компенсації різних за знаками методичних похибок для складових схем.

Підвищення точності досягається без суттєвих змін у схемах, а включення бустера з рівною доцільністю може здійснюватись, як попереду основної схеми перетворення, так і після неї. Ефективність застосування технічного рішення зростає при збільшенні коефіцієнта підсилення.

Запропоновані рішення забезпечують реалізацію поставленої мети, розширюють теоретичні і практичні можливості схемотехніки, спростовують помилкові стереотипи, чим суттєво доповнюють відомі теоретичні положення та широко вживані технічні рішення в радіоелектроніці.

20

25

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

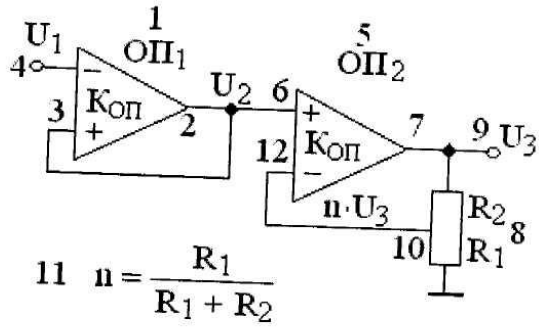
1. Бустерна схема перетворення напруги, яка містить послідовно з'єднані повторювач напруги на операційному підсилювачі і основну схему перетворення, яка **відрізняється** тим, що вихід повторювача напруги додатково підключено до неінвертуючого входу його операційного підсилювача, в якому інвертуючий вхід підключено до входу бустерної схеми підсилення напруги.

30

2. Бустерна схема перетворення напруги за п. 1, яка **відрізняється** тим, що основна схема перетворення містить неінвертуючий підсилювач з класичним підключенням інвертуючого та неінвертуючого входів її операційного підсилювача.

35

3. Бустерна схема перетворення напруги за п. 1, яка **відрізняється** тим, що основна схема перетворення містить інвертуючий підсилювач з класичним підключенням інвертуючого та неінвертуючого входів її операційного підсилювача.



Комп'ютерна верстка Л. Купенко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601