



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99033** (13) **U**

(51) МПК (2015.01)

H03H 11/00

H03F 1/34 (2006.01)

H03F 3/00

H03F 5/00

G05F 1/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

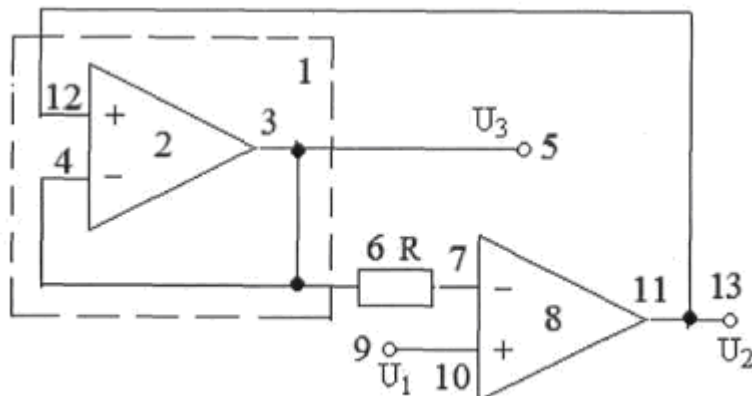
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 14004	(72) Винахідник(и): Сліпченко Микола Іванович (UA), Федотов Павло Дмитрович (UA), Федотов Дмитро Олексійович (UA), Домнишев Сергій Петрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.12.2014	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.05.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2015, Бюл.№ 9	

(54) ПРЕЦИЗІЙНИЙ ПОВТОРЮВАЧ НАПРУГИ

(57) Реферат:

Прецизійний повторювач напруги містить повторювач напруги на першому операційному підсилювачі, інвертуючий вхід якого з'єднано з його виходом та першим виходом пристрою. Додатково уведено другий операційний підсилювач та резистор, при цьому вихід першого операційного підсилювача через резистор підключено до інвертуючого входу другого операційного підсилювача, неінвертуючий вхід якого є входом пристрою, а вихід другого операційного підсилювача з'єднано з неінвертуючим входом першого операційного підсилювача та з другим виходом пристрою.



UA 99033 U

Корисна модель належить до області електроніки та при застосуванні активних елементів: транзисторів, операційних підсилювачів (ОП) складають основу для узгоджень схем в радіоелектронній апаратурі.

Відомі пасивні схеми повторення напруги джерела сигналу не забезпечують узгодження за опором. Активні схеми повторення напруги, наприклад, транзисторні схеми із загальним колектором (стоком) частково вирішують цю проблему, але здійснюють втрату корисної напруги. [И.П. Степаненко "Основы теории транзисторов и транзисторных схем", изд. 3-е, М., "Энергия", 1973, с. 359-372].

Тобто, недоліками таких схем є недостатня точність повторення сигналу.

Сучасні схеми повторювачів напруги з послідовним включенням операційних підсилювачів, охоплених 100 % зворотним зв'язком для компенсації за знаком похибок перетворення до значення 10^{-12} (патент України № 91759 МПК 2009) H03H 11/00; H03F 1/34; H03F 3/00; H03F 5/00; G05F 1/10, опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16) потребують застосування надшвидкодійних ОП, що у широкому вжитку не економічно. Це обмежує їх застосування та є недоліком у реалізації.

Найбільш близьким рішенням за технічною суттю і принципом дії є класична схема, що містить повторювач напруги на операційному підсилювачі, інвертуючий вхід якого з'єднано з його виходом та виходом пристрою, а неінвертуючий його вхід є входом повторювача [Зеленин А.Н. Схемотехника радиоэлектронных устройств на аналоговых ИС. - Х.: Телетех, 2003. - с. 55, 56].

Схеми повторювачів напруги на сучасній елементній базі на ОП зі власним коефіцієнтом підсилення $K_{on}=10^6$ характеризуються методичною А похибкою $\Delta=1/K_{on}=10^{-6}$. Це задовольняє більшості технічних вимог, але не достатньо для прецизійних пристроїв електроніки та становить перепону для подальшого розвитку схемотехніки радіоелектронних пристроїв з похибками нано-пікорівня.

Технічною задачею корисної моделі є підвищення точності перетворення за рахунок зменшення методичної похибки до рівня $1/K_{on}^2 = 10^{-10} \dots 10^{-12}$, усунення впливу синфазної складової вхідного сигналу за рахунок її компенсації, що у підсумку дозволить розширити частотний діапазон при двоканальному виході.

Поставлена задача вирішується тим що, прецизійний повторювач напруги, що містить повторювач напруги на першому операційному підсилювачі, інвертуючий вхід якого з'єднано з його виходом та першим виходом пристрою, згідно з винаходом, додатково уведено другий операційний підсилювач та резистор, при цьому вихід першого операційного підсилювача через резистор підключено до інвертуючого входу другого операційного підсилювача, неінвертуючий вхід якого є входом пристрою, а вихід другого операційного підсилювача з'єднано з неінвертуючим входом першого операційного підсилювача та з другим виходом пристрою.

У прецизійному повторювачі значення опору резистора в пристрої встановлюють рівним внутрішньому опору джерела вхідного сигналу за умови подавлення синфазної складової.

За умови уніфікації схеми пристрою, значення опору резистора прецизійного повторювача напруги встановлюють рівним нулю.

На кресленні наведена схема пристрою - прецизійного повторювача напруги.

Прецизійний повторювач напруги містить блок повторювача напруги 1, побудованого на першому операційному підсилювачі 2 з власним коефіцієнтом підсилення K_{on} , вихід 3 з напругою U_3 якого з'єднано з інвертуючим його входом 4 і першим виходом 5 пристрою та через резистор 6 (R) - з інвертуючим входом 7 другого операційного підсилювача 8. Вхід 9 прецизійного повторювача напруги з вхідною напругою U_1 під'єднано до неінвертуючого входу 10 другого операційного підсилювача 8, який виходом 11 з вихідною напругою U_2 безпосередньо з'єднаний з неінвертуючим входом 12 першого операційного підсилювача 2 та другим виходом 13 прецизійного повторювача напруги.

Обґрунтування досягнення поставленої мети та достовірності роботи запропонованої схеми прецизійного повторювача напруги доцільно виконати аналітичним моделюванням наступним чином.

Для прецизійного повторювача напруги (креслення) вихідна напруга U_2 на другому виході 13 пристрою за основною властивістю операційного підсилювача 8 з власним коефіцієнтом підсилення K_{on} складатиме

$$U_2 = K_{on}(U_1 - U_3), \quad (1)$$

де напруги: вхідна U_1 - на вході 9 пристрою; U_3 - на виході 3 операційного підсилювача 2.

У свою чергу, напругу U_3 можна описати аналогічною залежністю:

$$U_3 = K_{on}(U_2 - U_3) = K_{on}U_2 - K_{on}U_3; U_3(1 + K_{on}) = K_{on}U_2; \text{ або}$$

$$U_3 = \frac{K_{on}}{(1 + K_{on})} U_2, \quad (2)$$

5 Отже, з виразу (1) після підстановки виразу (2) витікає:

$$U_2 = K_{on} \left(U_1 - \frac{K_{on}}{1 + K_{on}} U_2 \right), \quad (3)$$

Рішення залежності (3) дозволяє отримати результат для визначення коефіцієнта K_U перетворення за напругою:

$$10 U_2 \left(1 + \frac{K_{on}^2}{1 + K_{on}} \right) = K_{on} U_1; U_2 \left(\frac{1 + K_{on} + K_{on}^2}{1 + K_{on}} \right) = K_{on} U_1;$$

$$U_2 \frac{K_{on} + K_{on}^2}{1 + K_{on} + K_{on}^2} = U_1; K_U = \frac{K_{on} + K_{on}^2}{1 + K_{on} + K_{on}^2} = \frac{\Delta + 1}{\Delta^2 + \Delta + 1},$$

де $\Delta = 1/K_{on}$, $\Delta^2 = 1/K_{on}^2$. Отже, при $\Delta^2 = \frac{1}{K_{on}^2} = 10^{-12} \rightarrow 0$, маємо:

$$K_U = \frac{\Delta + 1}{\Delta^2 + \Delta + 1} = 1, \quad (4)$$

15 Результат (4) перетворень засвідчує, що при існуючих значеннях власного коефіцієнта K_{on} підсилення і класичному застосуванні звичайних ОП, дійсно, досягається несуттєва методична похибка нано-пікорівня.

Наявність резистора 6 (R) в схемі креслення зумовлена необхідністю усунення впливу синфазної складової напруги вхідного сигналу на другому ОП 8, та за описом (патент України № 73802 Н03Н 11/00; Н03F 3/00; Н03F 5/00, опубл. 10.10.2012, Бюл. № 19), його опір повинен складати значення внутрішнього опору джерела сигналу. Вплив синфазної складової для першого ОП 2 на його входах 4 та 12 зменшується безумовно та узгоджено, оскільки ці входи пов'язані з нульовою, шиною через однаково незначні вихідні опори операційного підсилювача 2 та ОП 8, чим забезпечується симетричне функціонування вхідних кіл кожного з ОП пристрою, 25 що дозволяє розглядати всю схему, як прецизійний повторювач напруги.

За умови нульового значення опору, наприклад, при заміні резистора шунтом, досягається максимальна уніфікація схеми при незначній втраті точності за рахунок не повного подавлення синфазної складової, що при досягнутих показниках точності можна допустити.

30 Очевидно, ідеальне повторення напруги у двох каналах досягнуто, виключно, за незначної похибки та при повній симетрії вхідних кіл. Цей результат пояснюється тим, що заявлена зустрічно-паралельна робота повторювачів класичної побудови компенсує існуючі похибки одного іншим повторювачем у схемі, у тому числі, і за умов частотнофазових чинників.

35 Розглянуті пристрої, в умовах дії синфазної напруги, вирішують проблеми узгодження між сучасними апаратними засобами та можуть бути використані в області електроніки в якості основи для схемотехнічних рішень різних напрямів застосування їх у електронному приладобудуванні.

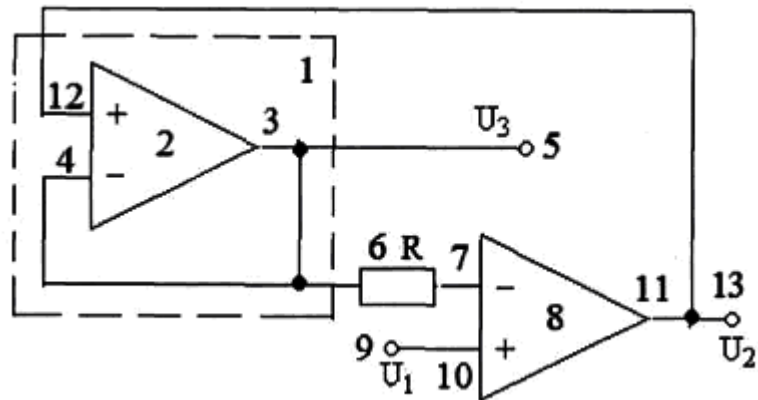
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

40 1. Прецизійний повторювач напруги, що містить повторювач напруги на першому операційному підсилювачі, інвертуючий вхід якого з'єднано з його виходом та першим виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що додатково уведено другий операційний підсилювач та резистор, при цьому вихід першого операційного підсилювача через резистор підключено до інвертуючого входу другого операційного підсилювача, неінвертуючий вхід якого є входом пристрою, а вихід

другого операційного підсилювача з'єднано з неінвертуючим входом першого операційного підсилювача та з другим виходом пристрою.

2. Прецизійний повторювач напруги за п. 1, який **відрізняється** тим, що значення опору резистора пристрою встановлюють рівним внутрішньому опору джерела вхідного сигналу за умови подавлення у ньому синфазної складової.

3. Прецизійний повторювач напруги за п. 1, який **відрізняється** тим, що значення опору резистора пристрою встановлюють рівним нулю, за умови уніфікації схеми пристрою.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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

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