



УКРАЇНА

(19) UA (11) 86780 (13) C2
(51) МПК (2009)
H03G 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ЗАДАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПІДСИЛЕННЯ ІНВАРІАНТНОЇ АКТИВНОЇ СХЕМИ НА ОПЕРАЦІЙНОМУ ПІДСИЛЮВАЧІ

1

2

(21) а200604576

(22) 25.04.2006

(24) 25.05.2009

(46) 25.05.2009, Бюл.№ 10, 2009 р.

(72) СЕМЕНЕЦЬ ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA,
КРУК ОЛЕГ ЯРОСЛАВОВИЧ, UA, ФЕДОТОВ ДМИ-
ТРО ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, ФЕДОТОВ ПАВЛО ДМИ-
ТРОВИЧ, UA(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, UA

(56) SU 1663756, 15.07.1991

SU 907557, 25.02.1982

SU 1210204, 07.02.1986

(57) Спосіб задання коефіцієнта підсилення інваріантної активної схеми на операційному підсилювачі, який полягає у тому, що взаємодією вхідної напруги та напруги зворотного зв'язку формують диференційний сигнал, який максимально підсилюють з власним коефіцієнтом прямої передачі активної схеми на операційному підсилювачі та в подальшому обмежують на заданому рівні каналом зворотного зв'язку, який **відрізняється** тим, що одночасно змінюють ознаку інверсії в каналі прямої передачі та вид зворотного зв'язку на протилежний при незмінних вхідному та вихідному сигналах.

Спосіб задання коефіцієнта підсилення інваріантної активної схеми на операційному підсилювачі відносяться до області електроніки, аналогової схемотехніки та може бути застосований в широкому класі підсилювачів різноманітного призначення, наприклад для підсилювачів біопотенціалів.

Відомі способи задання коефіцієнта підсилення пристроїв на активних елементах, виконаних на операційних підсилювачах (ОП) за рахунок встановлення співвідношення опору елементів пасивних та активних кіл зворотного зв'язку [Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: в 2-х томах. Пер. с англ. - М.: Мир, 1983].

Недоліками таких способів є обмеженість у визначенні коефіцієнта підсилення, обов'язкова прив'язка до інвертуючого чи неінвертуючого входів активної схеми на ОП.

Найбільш близьким рішенням до запропонованого винаходу, яке можна прийняти за прототип, є спосіб формування коефіцієнта перетворення активною схемою на операційному підсилювачі, який передбачає обов'язкове застосування інвертуючого чи неінвертуючого входів операційного підсилювача для відповідного включення.

Недоліками цього класичного способу задання коефіцієнта підсилення є обмежені схемотехнічні можливості, наявна похибка одного знаку за рахунок номіналів застосованих резисторів у колах

вхідному та зворотного зв'язку, нелінійна залежність коефіцієнта підсилення пристроїв на ОП. Так, для досягнення коефіцієнту K підсилення $K =$

$$-\frac{R_2}{R_1} \text{ або } K = 1 + \frac{R_2}{R_1} \text{ похибка } \Delta \text{ складає:}$$

$$\Delta = \frac{R_1 + R_2}{K_{ov}}, \text{ при цьому } R_1 \text{ визначає вхідний}$$

опір, R_2 - вихідний опір схеми а K_{ov} - власний коефіцієнт підсилення операційного підсилювача.

Технічною задачею винаходу є розширення схемотехнічних можливостей, підвищення точності підсилення.

Вказана задача досягається тим, що у способі задання коефіцієнта підсилення інваріантної активної схеми на операційному підсилювачі, який заключається у тому, що взаємодією вхідної напруги та напруги зворотного зв'язку формують диференційний сигнал, який максимально підсилюють з власним коефіцієнтом прямої передачі активної схеми на операційному підсилювачі та в подальшому обмежують на заданому рівні каналом зворотного зв'язку, згідно винаходу, вводять іншу послідовність взаємодії диференційного сигналу відповідно до виду зворотного зв'язку та признаку інверсії у каналі прямої передачі, а саме, одночасно змінюють признак інверсії в каналі прямої пере-

(13) C2

(11) 86780

(19) UA

дачі та вид зворотнього зв'язку на протилежний при незмінних вхідному та вихідному сигналах.

Обґрунтування інваріантного застосування входів ОП, згідно винаходу, можна навести на прикладі розповсюджених класичних пристроїв.

На фіг.1 зображена схема інваріантного повторювача напруги. На фіг.2 представлена схема інваріантного інвертуючого підсилювача. На фіг. 3 наведена схема інваріантного неінвертуючого підсилювача.

Вказана технічна задача для К- коефіцієнта підсилення вирішується: Для повторювача напруги (фіг. 1), зв'язок вхідної U_1 та вихідної U_2 напруги операційного підсилювача (ОП) з власним коефіцієнтом K_{oy} підсилення визначається за допомогою наступних аналітичних перетворень:

$$U_2 = K_{oy} \cdot (\pm(U_1 - \frac{U_1 - U_2}{R_1 + R_2} \cdot R_1)) = \pm K_{oy} \cdot \frac{U_1 R_1 + U_1 R_2 - U_1 R_1 + U_2 R_1}{R_1 + R_2} = \pm \frac{K_{oy} \cdot R_2}{R_1 + R_2} U_1 \pm \frac{K_{oy} \cdot R_1}{R_1 + R_2} U_2;$$

$$U_2 \cdot (1 \mp \frac{K_{oy} \cdot R_1}{R_1 + R_2}) = \pm \frac{K_{oy} \cdot R_2}{R_1 + R_2} U_1; \quad U_2 = K \cdot U_1; \quad K = \frac{\pm K_{oy} \cdot R_2}{R_1 + R_2 \mp K_{oy} \cdot R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 - R_1} = \frac{R_2}{\pm K_{oy}}$$

звідки К - коефіцієнт підсилення становить $K = \frac{R_2}{R_1}$; $\Delta = \pm \frac{R_1 + R_2}{K_{oy}}$.

Як витікає з математичних перетворень, інвертує підсилення досягається за рахунок інваріантного формування відповідного коефіцієнта підсилення. Похибка Δ різна по знаку, в залежності від

$$U_2 = K_{oy} (\pm U_1 \mp \frac{U_2}{R_1 + R_2} \cdot R_1) = \pm K_{oy} U_1 \mp \frac{K_{oy} R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_2; \quad U_2 (1 \pm \frac{K_{oy} R_1}{R_1 + R_2}) = \pm K_{oy} U_1;$$

$$K = \frac{\pm K_{oy} (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 \pm K_{oy} R_1} = \frac{R_1 + R_2}{\frac{R_1 + R_2}{\pm K_{oy}} + R_1} = \frac{R_1 + R_2}{\Delta + R_1};$$

$$K = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}; \quad \Delta = \pm \frac{R_1 + R_2}{K_{oy}}$$

Отже, неінвертує підсилення також дозволяє формувати інваріантний коефіцієнт підсилення з можливістю подальшого підвищення точності.

Таким чином, основні операції повторення, інвертуючого та неінвертууючого підсилення, а на їх основі всі похідні схеми є інваріантними з точки зору формування коефіцієнта підсилення. Це дозволяє суттєво розширити схемотехнічні можливості застосування операційних підсилювачів в різних пристроях, дозволить, наприклад, спростити

$$U_2 = K_{oy} (\pm U_2 \mp U_1) = \pm K_{oy} U_2 \mp K_{oy} U_1; \quad U_2 \cdot (1 \mp K_{oy}) = \mp K_{oy} U_1.$$

$$U_2 = K U_1, \quad K = \frac{\mp K_{oy}}{1 \mp K_{oy}} = \frac{1}{\frac{1}{\mp K_{oy}} + 1} = \frac{1}{\Delta + 1} = 1, \quad \Delta = \frac{\mp 1}{K_{oy}}$$

Очевидно, застосування інваріантної схеми повторювача не залежить від виду інвертуючого/неінвертууючого входів ОП, в той час, дозволяючи врахувати Δ -похибку перетворення з різними знаками. Остання обставина може бути використана для підвищення точності схем повторення напруги.

Для інвертуючого підсилювача (фіг.2), зв'язок вхідної U_1 та вихідної U_2 напруги операційного підсилювача (ОП) з власним коефіцієнтом K_{oy} підсилення визначається за допомогою таких аналітичних перетворень:

виду застосування входів, може бути використана для досягнення більшої точності.

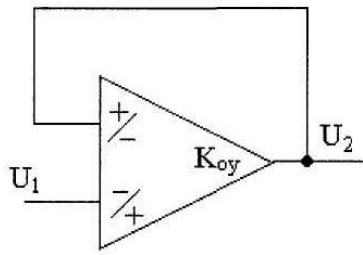
Для схеми неінвертууючого підсилювача (фіг.3), зв'язок вхідної U_1 та вихідної U_2 напруги операційного підсилювача (ОП) з власним коефіцієнтом K_{oy} підсилення визначається за допомогою К- коефіцієнта підсилення:

розводку доріжок друкованих плат, а при створенні інтегральних схем забезпечити симетрію входів. Запропоноване рішення дозволяє на вищому рівні, в порівнянні з класичним, здійснювати проектування нових технічних рішень, що забезпечують показники точності не досяжні існуючими схемами. Спосіб, що заявляється, по іншому трактує встановлення коефіцієнта підсилення, який не прив'язаний до виду входів операційного підсилювача, а визначається різновидом схемної реалізації.

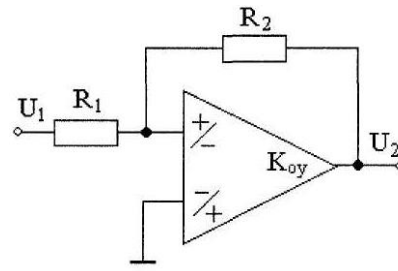
5

86780

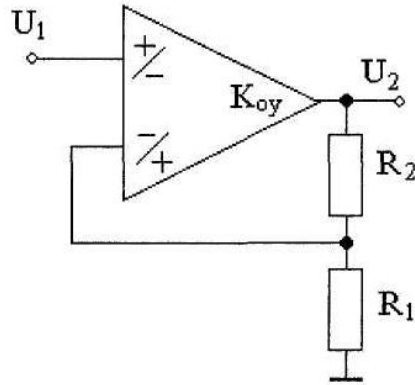
6



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3