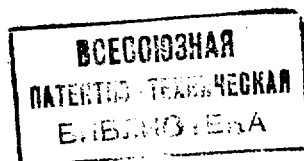




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

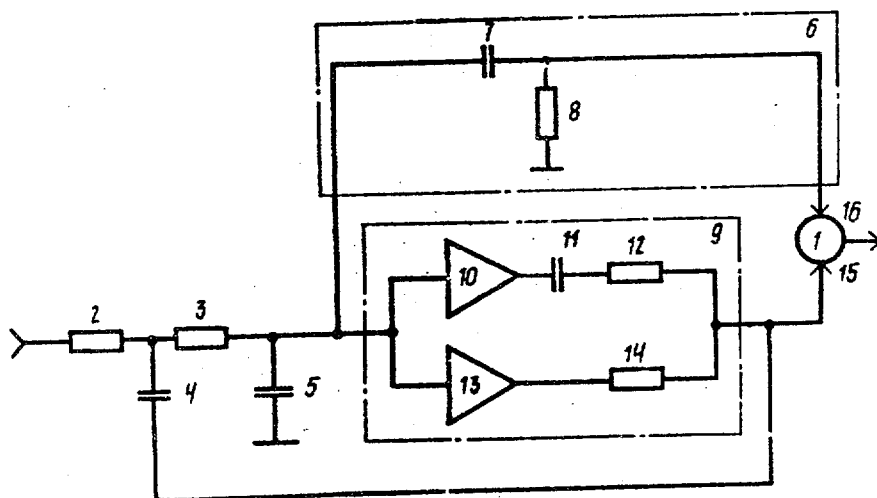


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4342190/24-09¹
(22) 14.12.87
(46) 30.12.89. Бюл. 48
(71) Минский радиотехнический институт
(72) А.Е. Курочкин
(53) 621.372.542(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1062854, кл. Н 03 Н 11/42, 1982.
(54) АКТИВНЫЙ RC-ФИЛЬТР
(57) Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в качестве фильтра нижних частот в преамплификационных устройствах. Цель изобретения - уменьшение нелинейных искажений путем передачи сигнала по вспомогательному каналу. Фильтр содержит введенный сумматор 1, резисторы 2 и 3, конденсаторы 4 и 5, вспомогательный канал 6 передачи сигнала, состоящий из конденсатора 7 и введенного

резистора 8, основного канала 9 передачи сигнала, состоящий из инвертирующего у-ля 10, конденсатора 11, резистора 12, неинвертирующего у-ля 13, резистора 14. АЧХ активного RC-фильтра в пределах полосы прозрачности при одних и тех же значениях ω в малой степени отличается от АЧХ пассивного фильтра нижних частот второго порядка, что и приводит к малым значениям S_K^T - относительной чувствительности передаточной функции фильтра Т к коэффициенту передачи К, а следовательно, и к малым значениям K_{II} - коэффициента интермодуляции второго порядка. Применение фильтра, обладающего малыми нелинейными искажениями, позволяет значительно расширить область применения активных фильтров нижних частот с нулем передачи. 1 ил.



Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в качестве фильтра нижних частот в приемо-усилительных устройствах.

Целью изобретения является уменьшение нелинейных искажений путем передачи сигнала по вспомогательному каналу.

На чертеже приведена электрическая схема активного RC-фильтра.

Активный RC-фильтр содержит сумматор 1, первый резистор 2, второй резистор 3, первый конденсатор 4, третий конденсатор 5, вспомогательный канал 6 передачи сигнала, состоящий из второго конденсатора 7 и пятого резистора 8, основной канал 9 передачи сигнала, состоящий из инвертирующего усилителя 10, четвертого конденсатора 11, четвертого резистора 12, неинвертирующего усилителя 13 и третьего резистора 14, первый 15 и второй 16 входы сумматора 1.

Активный RC-фильтр работает следующим образом.

Передачная функция основного канала 9 передачи сигнала определяется выражением

$$T_{\phi_3}(p) = \frac{K_1 + p(K_1 C_1 + K_2 R_2 C_1)}{1 + p(R_1 + R_2 C_1)}, \quad (1)$$

где K_1 - коэффициент передачи неинвертирующего усилителя 13;

K_2 - коэффициент передачи инвертирующего усилителя 10;

R_2 - сопротивление резистора 14;

C_1 - емкость конденсатора 11;

R_1 - сопротивление резистора 12;

p - комплексная частота.

При $K_2 = -K_1$ и $R_1 = 0$ можно записать

$$T_{\phi_3}(p) = K \cdot \frac{1 - p C_{\phi_3}}{1 + p R_{\phi_3}}, \quad (2)$$

где $K = K_1$ - модуль коэффициента передачи основного канала 9;

$$C_{\phi_3} = R_2 C_1$$

Из (2) видно, что основной канал 9 передачи сигнала является фазосдвигающим звеном 1-го порядка, которое создает зависящий от частоты фазовый сдвиг, не внося изменений в АЧХ.

С учетом (2) можно записать для передаточной функции активного RC-фильтра

$$T(p) = \frac{Kk_1(1 - p C_{\phi_3}) + pK_2 C_2(1 + p C_{\phi_3})(1 + p R_2)}{ap^3 + bp^2 + cp + 1}, \quad (3)$$

где k_1 и k_2 - весовые коэффициенты сумматора 1 по входам 15 и 16 соответственно,

$$a = C_2^2 C_{\phi_3};$$

$$b = C_2^2 + C_2 C_{\phi_3}(3 + K);$$

$$c = C_2 + C_2(3 - K);$$

$C = RC$ (R - сопротивление резисторов 2 и 3; c - емкость конденсаторов 4 и 5),

$C_2 = R_3 c_2$ (R_3 - сопротивление резистора 8, c_2 - емкость конденсатора 7).

При подстановке в (3) $p = j\omega$ после преобразований получим

$$T(j\omega) = T_{A\phi}(j\omega) \times$$

$$\times \left\{ \frac{k_1 - \omega^2 C_2^2 C_{\phi_3}(k' - k_1) + j\omega[C_2^2(k' + k_1) - k_1 C_{\phi_3}]}{1 + \omega^2 C_2^2 C_{\phi_3} + j\omega(C_2 - C_{\phi_3})} \right\}, \quad (4)$$

где

$$T_{A\phi}(j\omega) = \frac{K(1 - j\omega C_{\phi_3})}{1 - b\omega^2 + j\omega(c - a\omega^2)} \quad (5)$$

$$k' = k_2 / K. \quad (6)$$

При условии

$$C_2 = \frac{C_{\phi_3} k_1}{k' + k_1} \quad (7)$$

выражение (4) равно нулю на частоте режекции

$$\omega_p = \frac{1}{C_{\phi_3}} \sqrt{\frac{k' + 1}{k' - 1}} \quad (8)$$

При $k_1 = 1$ выражения (7) и (8) упрощаются

$$C_2 = \frac{C_{\phi_3}}{1 + k'}, \quad (9)$$

$$\omega_p = \frac{1}{C_{\phi_3}} \sqrt{\frac{k' + 1}{k' - 1}} \quad (10)$$

Из (10) с учетом (6) видно, что частота режекции ω_p при изменении k_2 и C_2 удовлетворяет неравенству

$$\frac{1}{C_{\phi_3}} < \omega_p < \infty. \quad (11)$$

Таким образом, нуль передачи активного RC-фильтра при выполнении условия (7) обеспечивается на частоте ω_p удовлетворяющей (11).

Математический анализ показывает, что выполнение основного канала 9 в виде фазосдвигающего звена и введение вспомогательного канала 6 обеспечивает выигрыш по k_{II} - коэффициенту интермодуляции второго порядка - в 2,5 раза при $\varphi_{\phi 3} / \varphi = 1$. При отношении $\varphi_{\phi 3} / \varphi = 2,7$ этот выигрыш максимален и составляет 2,867 раза. Причины получения этого выигрыша состоят в уменьшении S_k^T - относительной чувствительности передаточной функции φ фильтра T к коэффициенту передачи K:

$$S_k^T = \frac{d \ln T}{d \ln K}$$

АЧХ активного RC-фильтра в пределах полосы прозрачности при одних и тех же значениях φ в малой степени отличается от АЧХ пассивного фильтра нижних частот второго порядка, что и приводит к малым значениям S_k^T , а следовательно, и к малым значениям K_{II} .

Применение активного RC-фильтра, обладающего малыми нелинейными искажениями, позволяет значительно расширить область применения активных фильтров нижних частот с нулем передачи.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Активный RC-фильтр, содержащий первый резистор, первый вывод которого является входом активного RC-фильтра, а второй выход через последовательно соединенные второй резистор, неинвертирующий усилитель и третий резистор подключен к первому выводу первого конденсатора, второй вывод которого подключен к второму выводу первого резистора, вход неинвертирующего усилителя подключен к первым выводам второго конденсатора и третьего конденсатора, второй вывод которого подключен к общей шине, при этом выход инвертирующего усилителя через последовательно соединенные четвертый конденсатор и четвертый резистор подключен к первому выводу первого конденсатора, отличающийся тем, что, с целью уменьшения нелинейных искажений путем передачи сигнала по вспомогательному каналу, в него введены пятый резистор и сумматор, выход которого является выходом активного RC-фильтра, а первый и второй входы подключены соответственно к первым выводам первого конденсатора и пятого резистора, второй вывод которого подключен к общей шине, при этом второй вывод второго конденсатора подключен к второму входу сумматора, а вход инвертирующего усилителя - к входу неинвертирующего усилителя.

Составитель Г. Корсаков

Редактор А. Лежнина

Техред М. Ходанич

Корректор М. Шароши

Заказ 8107/57

Тираж 884

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101