СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1032593 A

3(5D) H 03 H 11/12; G 05 B 5/01

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

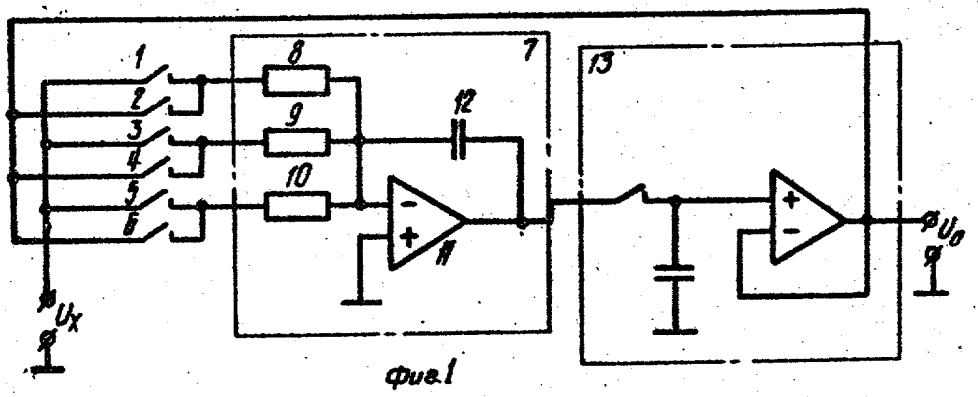
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3418266/18-24
(22) 06.04.82
(46) 30.07.83. Бюл.№28
(72) В.С. Гутников и В.Н. Ашанин
(71) Ленинградский ордена Ленина политехнический институт им.М.И.Калинина
(53) 681.335(088.8)
(56) 1. Патент США № 3890577, кл. 330-31, опублик. 1975.

2. Авторское свидетельство СССР № 481910, кл. G 05 B 5/01, 1974.

3. Гутников В.С. Применение операционных усилителей в измерительной технике . Л., Энергия, 1975,с.91 прототип .

(54)(57) ФИЛЬТР НИЖНИХ ЧАСТОТ, содержащий операционный усилитель, инвертирующий вход которого подключен к одному из выводов первого масштабного резистора и через интегрирующий конденсатор соединен с выходом операционного усилителя, и блок выборки-хранения, вход которого подключен к выходу операционного усилителя, а выход является выходом фильтра нижних частот, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности передачи уровня полезного сигнала и уровня подавления верхних частот входного сигнала, в него введены шесть ключей и два масштабных резистора, причем другой вывод первого масштабного резистора через первый ключ соединен с источником входного сигнала, через второй ключ - с выходом блока выборки-хранения, первые выводы второго и третьего масштабных резисторов подключены к инвертирующему входу операционного усилителя, а вторые выводы через третий и четвертый ключи соответственно соединены с источником входного сигнала и через пятый и шестой ключи - с выходом блока выборки-хранения, причем сопротивления второго и третьего масштабных резисторов равны соответственно R и 3R , где R - сопротивление первого масштабного резистора.



Фиг.1

(19) SU (11) 1032593 A

Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано при построении различных электроизмерительных приборов, а также в качестве корректирующего устройства в системах автоматического управления и регулирования.

Известен фильтр нижних частот (ФНЧ), содержащий n-входовой пассивный интегратор, входы которого через соответствующие n ключей подключены к источнику входного сигнала, выход к входу активной усилительной схемы. Положительным качеством такого ФНЧ является возможность изменения полосы заграждения в зависимости от свойств помехи [1].

К недостаткам данного ФНЧ следует отнести относительно высокую погрешность, обусловленную влиянием параметров интегратора на точностные характеристики ФНЧ, низкий уровень подавления помехи в полосе заграждения и низкое быстродействие, что является следствием выбора большой постоянной времени интегратора.

Известен ФНЧ, содержащий последовательно соединенные первый, второй, третий интеграторы и ключи, характеризующийся универсальностью, т.е. позволяющий при смене программ коммутации ключей перестраивать реализуемые кусочно-полиноминальные весовые функции (ВФ): простое интегрирование, двухкратное и трехкратное интегрирование. Это дает возможность выбора ВФ в зависимости от свойств наложенной на полезный сигнал помехи [2].

Недостатком устройства является низкая точность, объясняющаяся тем, что нестабильность постоянных времени последовательно включенных интеграторов влияет как на величину помехоподавления, так и на точность передачи полезного сигнала. Кроме того, устройство имеет низкое быстродействие и относительно сложно для реализации.

Наиболее близким к предлагаемому является ФНЧ, содержащий интегратор, первый вход которого через устройство выборки и хранения соединен с его выходом, а второй вход которого соединен с источником входного сигнала [3].

Недостатком известного устройства является низкая точность, которая обуславливается влиянием параметров резисторов интегратора на коэффициент передачи полезного сигнала, а также низкий уровень подавления помех в полосе задержания. Это видно из выражения для амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) устройства:

$$K(\omega)=\left|\frac{\sin\frac{\omega T}{2}}{\omega T/2}\right|, \quad (1)$$

где $\omega=2\pi f$ - частота входного сигнала;

T - период дескретизации.

Цель изобретения - повышение точности передачи полезного сигнала и уровня подавления высших частот входного сигнала.

Поставленная цель достигается тем, что в фильтр нижних частот, содержащий операционный усилитель, инвертирующий вход которого подключен к одному из выводов первого масштабного резистора и через интегрирующий конденсатор соединен с выходом операционного усилителя, и блок выборки-хранения, вход которого подключен к выходу операционного усилителя, а выход является выходом фильтра нижних частот, введены шесть ключей и два масштабных резистора, причем другой вывод первого масштабного резистора через первый ключ соединен с источником входного сигнала, через второй ключ - с выходом блока выборки-хранения, первые выводы второго и третьего масштабных резисторов подключены к инвертирующему входу операционного усилителя, а вторые выводы через третий и четвертый ключи соответственно соединены с источником входного сигнала и через пятый и шестой ключи - с выходом блока выборки-хранения, причем сопротивления второго и третьего масштабных резисторов равны соответственно R и $3R$, где R - сопротивление первого масштабного резистора.

На фиг.1 представлена функциональная схема фильтра нижних частот; на фиг.2 - диаграммы, поясняющие работу фильтра.

Предлагаемое устройство (фиг.1) содержит ключи 1-6, многовходовой интегратор 7, построенный на резисторах 8-10, операционном усилителе (ОУ) 11, интегрирующем конденсаторе 12, и блок выборки и хранения (БВХ) 13.

Входы ключей 1,3 и 5 соединены с источником входного сигнала, а входы ключей 2,4 и 6 - с выходом устройства. Выходы всех ключей подключены к соответствующим входам интегратора 7. Вход ОУ 11 через резистор 8 соединен с выходами ключей 1 и 2, через резистор 9 - с выходами ключей 3 и 4 и через резистор 10 - с выходами ключей 5 и 6. Конденсатор 12 включен между входом и выходом ОУ 11. Выход интегратора 7 подключен к входу БВХ 13.

На входы интегратора 7 поступают напряжения с выходов ключей 1,3,5 и 2, 4,6, соединенных с источником входного сигнала и выходом фильтра соответственно. Выходное напряжение интегратора, равное интегралу суммы заданных напряжений периодически запоминается БВХ 13. Выборка производится

замыканием ключа, входящего в состав БВХ на короткие промежутки времени T_k с периодом $T_и$. Номиналы резисторов 8-10 имеют значения R, R и 3R соответственно. Фильтр может работать в одном из трех режимов.

В первом режиме (фиг.2,а) замыкаются ключи 1 и 2, причем замыкание ключа 2 производится на время T позже замыкания ключа 1. Это соответствует реализации прямоугольной весовой функции (ВФ) длительностью T и модуль АЧХ фильтр описывает выражением (1).

Во втором режиме производится замыкание ключей 1-4 соответственно временным диаграммам, представленным на фиг.2,б, т.е. на интервале времени от 0 до T/2 замкнуты ключи 1 и 4, на интервале от T/2 до T - ключи 1 и 3, на интервале от T до 3T/2 - ключи 2 и 3. Таким образом, сформированная кусочно-постоянная ВФ вида 1-2-1 позволяет получить АЧХ устройства в виде

$$K(\omega)=\left|\frac{2\sin\frac{\omega T}{2}}{\omega T/2}\cos\frac{\omega T}{4}\right| \quad (2)$$

Спектр сетевой помехи в зоне шириной 2%, примыкающей частоте 50 Гц, подавлен в этом случае на 68 дБ. Кривая АЧХ окрестности всех нечетных гармоник сетевого напряжения также уплощена и задача подавления помех от сети решается вполне удовлетворительно.

Намного эффективнее производится подавление помехи в третьем режиме, при котором производится замыкание ключей по алгоритму, представленному на фиг.2,в, где на интервале времени от 0 до T/2 замыкаются ключи 5 и 2, на интервале от T/2 до 3T/2 - ключи 1 и 6, на интервале от 3T/2 до 2T снова замыкаются ключи 5 и 2 (реализация ВФ 1-3-3-1). При этом АЧХ устройства описывается выражением

$$K(\omega)=\left|\frac{4\sin\frac{\omega T}{2}}{\omega T/2}\cos^2\frac{\omega T}{4}\right|, \quad (3)$$

что позволяет получить коэффициент подавления сетевой помехи в зоне 2% равной 102 дБ.

Таким образом, предлагаемый ФНЧ обладает универсальностью и адаптивностью, которая заключается в возможности выбора работы устройства в зависимости от свойств помехи и выделенном времени подавления помех в полосе задержания. При этом коэффициент подавления сетевой помехи в режимах II и III выше соответственно в 2 и 4 раза в логарифмической мере, чем у прототипа. Максимальное время интегрирования входного сигнала имеет место в первом и третьем режимах работы и равно 2T. По сравнению с прототипом достигается также повышение точности, так как коэффициент передачи для полезного сигнала в ФНЧ не зависит от параметров пассивных элементов схемы. Это достигается тем, что резисторы интегратора подключаются поочередно то к источнику входного сигнала, то к выходу устройства на одно и то же время. Так, например, для третьего режима работы предлагаемого ФНЧ в установившемся состоянии можно записать

$$\frac{\bar U_x}{R_{10}C_{12}}\frac{T}{2}+\frac{\bar U_x}{R_8C_{12}}T+\frac{\bar U_x}{R_{10}C_{12}}\frac{T}{2}=$$
$$=\frac{U_0}{R_8C_{12}}\frac{T}{2}+\frac{U_0}{R_{10}C_{12}}T+\frac{U_0}{R_8C_{12}}\frac{T}{2}, \quad (4)$$

где R_8, R_{10} и C_{12} соответственно значения резисторов 8,10 и конденсатора 12.

Из (4) при условии, что $V_x(t)=\text{const}$, получаем

$$\frac{\bar U_x(R_8+R_{10})}{R_8R_{10}C_{12}}T=\frac{V_0(R_8+R_{10})}{R_8R_{10}C_{12}}T, \text{ т.е } \bar V_x=V_0,$$

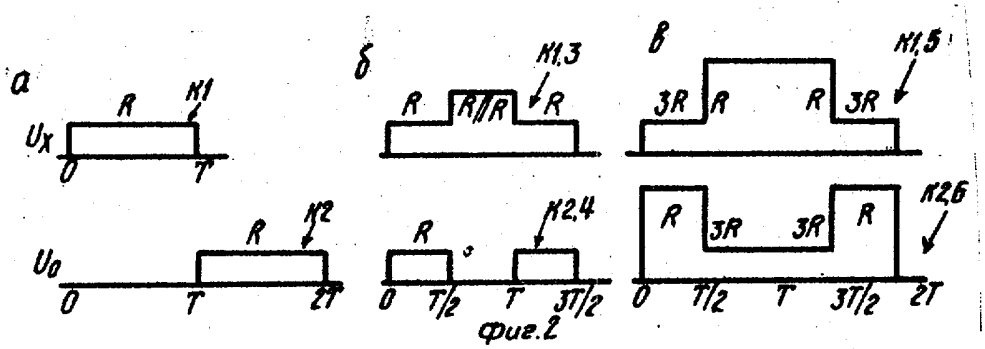
Аналогичным образом можно показать, что точность передачи полезного сигнала в режимах I и II также не зависит от параметров резисторов 8,9 и 10, а определяется лишь параметрами активных элементов схемы. Следует отметить, что при данном алгоритме работы устройства также достигается уменьшение влияния остаточных сопротивлений аналоговых ключей, вносимая погрешность определяется не значением сопротивлений ключей в замкнутом состоянии, а их разбросом, т.е. неравенством остаточных сопротивлений ключей 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 соответственно.

Предлагаемое устройство целесообразно использовать в качестве входного масштабирующего усилителя, обладающего фильтрующими свойствами, в вольтметре постоянного тока, аналого-цифровых преобразователях, работающих в условиях сильных индустриальных помех. Это достигается соответствующим выбором отношения времени подключения резисторов на входе устройства. Так, например, для получения коэффициента усиления равным 2 или 10 длительность времени замкнутого состояния ключа 2 в режиме I должна быть в 2 или 10 раз меньше, чем длительность времени замкнутого состояния ключа 1, равного T. Аналогичным образом может быть выбран требуемый коэффициент передачи для полезного сигнала в режиме II и III. При этом параметры данного усилителя не зависят от параметров пассивных элементов схемы.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет получить более высокое подавление помехи в полосе заграждения и более высокую точность передачи полезного сигнала, чем у прототипа.

Применение предлагаемого устройства приводит к повышению быстродействия, точности и подавлению сетевой помехи, так как для используемого ФНЧ характерно довольно большое время установления, а также ослабление входного измеряемого сигнала.

Кроме того, производительность прибора повышается в 20 раз.



Фиг.2

Составитель С. Белан
Редактор Н. Стащишина Техред Ж.Кастелевич Корректор С.Шекмар

Заказ 5419/59 Тираж 936 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4