



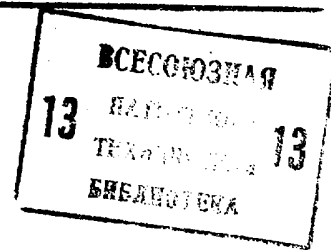
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1171993 A

(51)4 Н 03 Н 17/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3639982/24-09

(22) 06.09.83

(46) 07.08.85. Бюл. № 29

(72) Н.Е.Авилов и В.М.Соловьев

(53) 621.372.544(088.8)

(56) Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1978, с. 29, рис.2.7.

Авторское свидетельство СССР
№ 1059669, кл. Н 03 Н 17/04, 1982.

(54)(57) РЕКУРСИВНЫЙ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТР, содержащий первый блок элементов И, первый вход которого является входом рекурсивного цифрового фильтра, второй блок элементов И, последовательно соединенные третий блок элементов И и первый сумматор, последовательно соединенные первый блок памяти, второй умножитель и второй сумматор, последовательно соединенные второй блок памяти и первый умножитель, последовательно соединенные четвертый блок элементов И и третий сумматор, а также пятый и шестой блоки элементов И и блок синхронизации, выходы которого подключены к вторым входам всех блоков элементов И и к входам управления первого и второго блоков памяти, отличающийся тем, что, с целью повышения устойчивости работы, в него введены первый регистр сдвига, включенный между выходом первого блока элементов И и первым входом второго блока

элементов И, выход которого соединен с вторым входом первого сумматора, второй регистр сдвига, включенный между выходом первого сумматора и объединенными вторым входом первого умножителя и первым входом пятого блока элементов И, между выходом которого и первым входом третьего блока элементов И включены последовательно соединенные первый инвертор и третий регистр сдвига, четвертый регистр сдвига, вход которого подключен к выходу второго сумматора, а выход соединен с первым входом четвертого блока элементов И и является выходом рекурсивного цифрового фильтра, пятый регистр сдвига, включенный между выходом третьего сумматора и объединенным вторым входом второго умножителя с первым входом шестого блока элементов И, между выходом которого и вторым входом третьего сумматора включены последовательно соединенные второй инвертор, шестой регистр сдвига и седьмой блок элементов И, при этом выход первого умножителя подключен к второму входу второго сумматора, выход блока синхронизации является парафазным и соединен одним выводом с вторыми входами второго, третьего и шестого блоков элементов И и входами управления первого и второго блоков памяти, а другим выводом - с вторыми входами первого, четвертого, пятого и седьмого блоков элементов И.

(19) SU (11) 1171993 A

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в системах цифровой обработки информации.

Цель изобретения - повышение устойчивости работы фильтра.

На фиг.1 приведена структурная электрическая схема рекурсивного фильтра; на фиг.2 - его сигнальный граф; на фиг.3 - диаграммы работы блока синхронизации.

Рекурсивный цифровой фильтр содержит первый, второй, третий, четвертый, пятый, шестой и седьмой блоки элементов И 1-7, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой регистры 8-13 сдвига, первый, второй и третий сумматоры 14-16, первый и второй умножители 17 и 18, первый и второй блоки 19 и 20 памяти, первый и второй инверторы 21 и 22 и блок 23 синхронизации.

Фильтр работает следующим образом.

Работа предлагаемого рекурсивного цифрового фильтра описывается системой уравнений

$$\begin{aligned} y[K] &= a_1 X[K-1] + (\text{sign } P) ((P|-1) Y[K-1]); \\ X[K-1] &= X[K-1] + (\text{sign } P) X[K-2]; \\ Y[K-1] &= y[K-1] + (\text{sign } P) Y[K-2], \end{aligned}$$

реализующих передаточную функцию вида (фиг.2)

$$D(Z) = \frac{a_1 Z^{-1}}{1 + b_1 Z^{-1}}.$$

Перед началом вычислений выходного сигнала в первом, третьем, пятом и шестом регистрах 8, 10, 12 и 13 сдвига записываются соответственно значения переменных $x[K-1]$, $\pm x[K-2]$, $\pm y[K-1]$ и $\pm y[K-2]$, где знак "+" соответствует положительную полюсу фильтра, а знак "-" - отрицательному. Вычисления в каждом такте проводятся в два этапа.

На первом этапе, по команде "1", вырабатываемой блоком 23 синхронизации (фиг.2), подаются разрешающие сигналы на второй, третий и шестой блоки элементов И 2,3 и 6 и входы управления первого и второго блоков 19 и 20 памяти, в которых хранятся значения коэффициентов. При этом значения переменных $x[K-1]$ и $\pm x[K-2]$ поступают на входы первого сумматора 14. Значение суммы $X[K-1] = x[K-1] \pm x[K-2]$ записывается в регистр 9 сдвига и подается на второй вход первого блока 17 умножения, на второй вход которого с выхода первого блока 19 памяти по-

дается значение коэффициента a_1 . Сигнал произведения $a_1 X[K-1]$ подается на первый вход второго сумматора 15. Одновременно на второй его вход с выхода второго блока 18 умножения поступает сигнал произведения $(\text{sign } P) (|P|-1) Y[K-1]$, для получения которого на входы второго блока 18 умножения подаются сигналы $(\text{sign } P) (|P|-1)$ и $Y[K-1]$ с выхода второго блока 20 памяти и пятого регистра 12 сдвига соответственно. Сигнал суммы $y[K] = a_1 X[K-1] + (\text{sign } P) (|P|-1) Y[K-1]$, представляющий собой выходной сигнал рекурсивного цифрового фильтра, записывается в четвертый регистр 11 сдвига и поступает на выход фильтра. Одновременно с этим сигнал $Y[K-1]$ с выхода пятого регистра 12 сдвига через шестой блок элементов И 6 и второй инвертор 22 поступает в шестой регистр 13 сдвига.

На втором этапе такта (фиг.2) формируются и записываются в первый, третий и пятый регистры 8, 10 и 12 сдвига значения переменных, необходимые для вычисления выходного сигнала фильтра в следующем такте. Для этого по команде "2" блока 23 синхронизации подаются разрешающие сигналы на первый, четвертый, пятый и седьмой блоки элементов И 1,4,5 и 7. При этом входной сигнал $x[K]$ с информационного входа фильтра через первый блок элементов И 1 поступает в первый регистр 8 сдвига, сигнал $X[K-1]$ с второго регистра 9 сдвига через пятый блок элементов И 5 и первый инвертор 21 подается в третий регистр 10 сдвига, на входы третьего сумматора 16 одновременно поступают с выхода рекурсивного цифрового фильтра через четвертый блок элементов И 4 сигнал $y[K]$ и с шестого регистра 13 сдвига через седьмой блок элементов И 7 сигнал $\pm Y[K-1]$, а сигнал суммы $Y[K] = y[K] \pm Y[K-1]$ записывается в пятый регистр 12 сдвига.

В следующем $(K+1)$ -м такте вычислений работа рекурсивного цифрового фильтра описывается аналогично. Таким образом, в каждом такте вычислительного процесса на выходе фильтра вырабатывается значение выходного сигнала $y[K]$, определяются и записываются в соответствующие регистры сдвига данные, необходимые для вычислений в следующем такте.

Первый и второй инверторы 21 и 22 служат для инвертирования знаков поступающих на их входы сигналов при значениях полюса рекурсивного цифрового фильтра $P < 0$. При $P > 0$ инвертирование не требуется и эти инверторы могут отсутствовать.

Дисперсия ошибки округления предлагаемого рекурсивного цифрового фильтра равна

$$\sigma_1^2 = \frac{\delta^2}{3} \frac{1}{1+|P|},$$

известного -

$$\sigma_2^2 = \frac{\delta^2}{12} \left(1 + \frac{2a_1^2}{1+|P|}\right).$$

Следовательно, ошибка предлагаемого рекурсивного цифрового фильтра не зависит от значений коэффициента a_1 , числителя его передаточной функ-

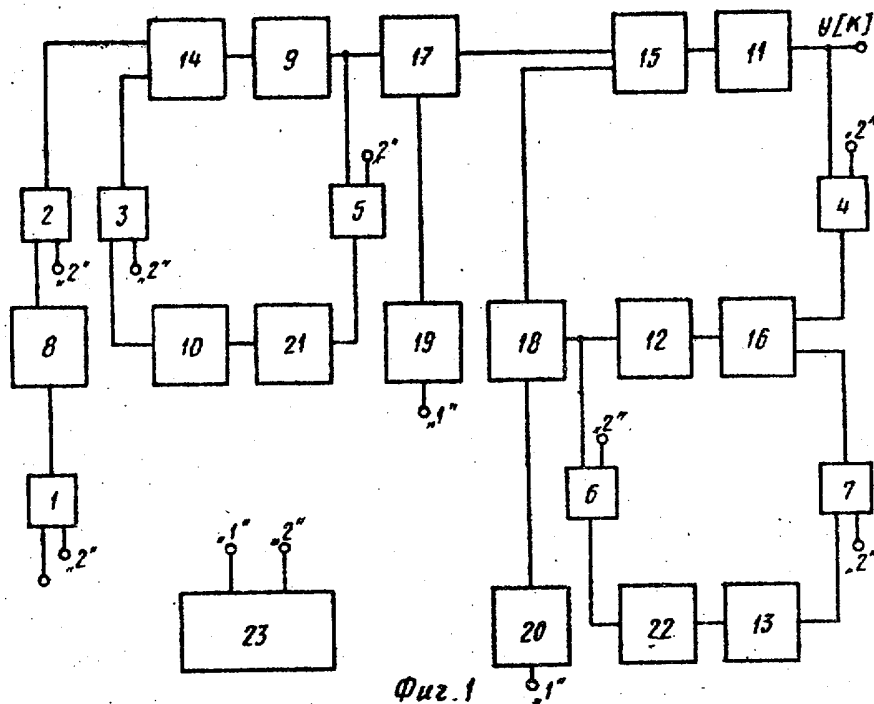
ции, а ошибка известного фильтра растет с увеличением этого коэффициента, т.е. точность предлагаемого фильтра при реализации передаточных функций, имеющих достаточно большие значения коэффициента, может быть существенно выше, чем точность известного. Как следует из приведенных выражений, предлагаемый фильтр имеет по сравнению с известным меньшее значение дисперсии ошибки при выполнении неравенства

$$\frac{\delta^2}{12} \left(1 + \frac{2a_1^2}{1+|P|}\right) > \frac{\delta^2}{3} \frac{1}{1+|P|},$$

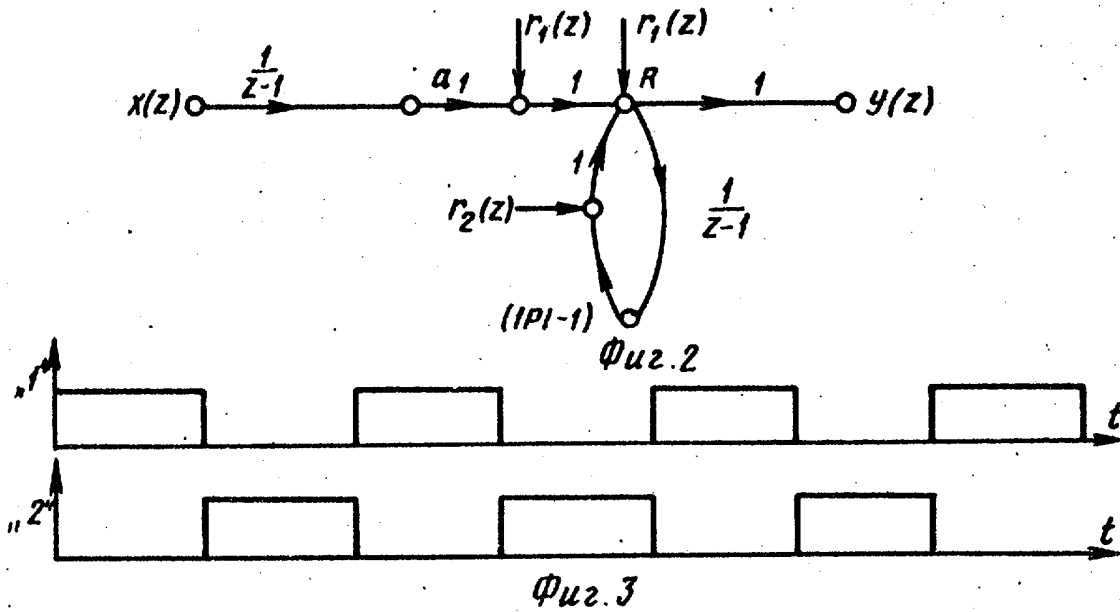
что эквивалентно условию

$$|P| > 3 - 2a_1^2,$$

определяющему соотношение между параметрами передаточной функции, при котором предлагаемый фильтр имеет меньшую ошибку, чем известный.



Фиг. 1



Составитель А.Осипович
 Редактор О.Юрковецкая Техред А.Бабинец
 Корректор М.Максимишинец

Заказ 4916/51 Тираж 872 Подписное
 ВНИПИ 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