



О П И С А Н И Е
ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 798771

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 21.03.79 (21) 2739551/18-24

(51) М. Кл.³

с присоединением заявки № -

G 06 F 1/02
G 07 C 15/00

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.01.81, Бюллетень № 3

(53) УДК 681.325
(088.8)

Дата опубликования описания 23.01.81

(72) Авторы
изобретения

А. А. Петровский и В. Б. Ключ

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) ЦИФРОВОЙ ГЕНЕРАТОР n -МЕРНОГО
ВЕКТОРНОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть применено для формирования n -мерных векторных случайных процессов с заданной матрицей спектральной плотности, а также использоваться при построении автоматизированных систем управления виброиспытаниями на случайную вибрацию.

Известен генератор, содержащий два первичных шумовых генератора, соединенных через делитель напряжения, выполненный на двух сопротивлениях, подсоединенных общей точкой к суммирующему усилителю, выход которого служит одним из выходов генератора шума, а другим выходом служит выход одного из первичных генераторов [1].

Недостатком устройства является то, что оно позволяет управлять только степенью корреляционной связи между выходами и не позволяет получать процесс со сложной матрицей спектральной плотности.

Известен также генератор векторного случайного процесса с заданной матрицей спектральной плотности, содержащий n некоррелированных источников "белого шума", $n(n+1)/2$ -

2

линейных стабильных четырехполюсников и $(n-1)$ сумматор.

5 Первый выходной процесс формируется на выходе первого четырехполюсника F_1 , а далее K -й выходной процесс - на выходе сумматора, на входы которого заведены выходные величины K -четырехполюсников F_{ik} , $i=1-K$, причем четырехполюсник включен между i -м источником шума и сумматором. Структура генератора позволяет расширить класс воспроизводимых случайных процессов по сравнению с другими устройствами [2].

15 Однако точность воспроизведения случайных процессов с матрицей спектральной плотности, у которой элементы различаются, значительно не высокая из-за того, что четырехполюсники работают с переменными коэффициентами передачи, не обеспечивающими максимальный динамический диапазон выходных сигналов.

25 Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является цифровой генератор n -мерного векторного случайного процесса, состоящий из n -цифровых источников шума, $n(n+1)/2$ цифровых фильтров и $(n-1)$ сумматора. Причем, первым выходом

является выход фильтра H_{11} , а K -м выходом является выход сумматора, входы которого соединены с выходами фильтров H_{ik} , $i = 1 - K$, входы которых соединены с соответствующими источниками шума [3].

Недостаток устройства - отсутствие возможности реализации, из-за накопления ошибок, таких процессов, у которых спектральные плотности по разным каналам отличаются значительно.

Цель изобретения - повышение точности генератора за счет повышения точности задания матрицы спектральной плотности n -мерного векторного случайного процесса, а также расширение класса реализуемых спектральных плотностей мощности.

Поставленная цель достигается тем, что цифровой генератор n -мерного векторного случайного процесса содержащий n каналов и n цифровых источников "белого шума", причем первый канал содержит цифровой фильтр, вход которого соединен с выходом первого цифрового источника шума, а выход цифрового фильтра является выходом первого канала, K -й канал ($K = 2 - n$) содержит сумматор и K цифровых фильтров, входы которых соединены с выходами i -х ($i = 1 - K$) цифровых источников шума, соответственно, а выход K цифровых фильтров соединены со входами сумматора, выход которого является выходом K -го канала, введены блок памяти и n блоков умножения, первые входы которых соединены с выходами каналов, соответственно, а вторые входы блоков умножения соединены с выходами блока памяти, выходы n блоков умножения являются выходами генератора.

На чертеже представлена структурная схема цифрового генератора n -мерного векторного случайного процесса,

Цифровой генератор n -мерного векторного случайного процесса содержит n каналов и n цифровых источников "белого шума", причем, первый канал содержит цифровой фильтр 2, вход которого соединен с выходом первого цифрового источника 1 шума, а выход является выходом первого канала, K -й канал ($K = 2 - n$) содержит сумматор 3 и K цифровых фильтров 2, входы которых соединены с выходами i -х ($i = 1.., K$) цифровых источников 1 шума, а выходы - со входами сумматора 3, выход которого является выходом K -го канала, блок 4 памяти и n блоков 5 умножения, первые входы которых соединены с выходами каналов, а вторые - с выходами блока 4 памяти, выходы n блоков 5 умножения являются выходами генератора.

Генератор работает следующим образом.

На входы n каналов поступают случайные числа с выходов n цифровых

источников 1 "белого шума", причем, в первом канале значение с выхода первого цифрового источника 2 шума поступает на вход цифрового фильтра 2, выходное значение которого - выходное значение первого канала. На входы K соответствующих цифровых фильтров 2 K -го канала ($K = 2 - n$) поступают случайные числа с i -х ($i = 1 - K$) цифровых источников 1 "белого шума", а выходные значения K цифровых фильтров 2 K -го канала суммируются на сумматоре 3, выходное значение которого - выходное значение K -ого канала. Далее выходные значения n каналов умножаются на соответствующие коэффициенты K_i , хранящиеся в блоке 4 памяти, на соответствующих блоках 5 умножения, выходные значения которых - значение n -мерного векторного случайного процесса.

Масштабирующие коэффициенты определяются следующим образом

$$K_1 = \max |H_{11}(Z)|, \forall \omega, \\ K_2 = \max \{ \max |H_{12}(Z)|, \max |H_{22}(Z)|, \forall \omega \} \\ \dots \\ K_n = \max \{ \max |H_{1n}(Z)|, \max |H_{2n}(Z)|, \dots, \dots, \max |H_{nn}(Z)|, \forall \omega \}$$

Спектральная плотность на выходе каналов равна

$$S_{ik}^*(Z) = \sum_{j=1}^n H_{jk}(Z) \frac{1}{K_k} H_{ji}^*(Z^{-1}) \frac{1}{K_i}, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, n}$$

При этом деление передаточных функций $H_{ij}(Z)$ цифровых формирующих фильтров на масштабированные коэффициенты K_i дает то, что в каждом канале один цифровой фильтр имеет коэффициент передачи, равный единице на одной из частот ω_i . Следовательно, выходной сигнал имеет максимально возможный диапазон изменения, при котором не переполняется арифметика.

$$Y(Z) = H(Z) X(Z),$$

где

$$Y = \begin{pmatrix} y_1(Z) \\ \vdots \\ y_n(Z) \end{pmatrix}, X(Z) = \begin{pmatrix} x_1(Z) \\ \vdots \\ x_n(Z) \end{pmatrix} - \text{изображе-}$$

ния выходного и входного процессов, соответственно, в смысле дискретного преобразования Лапласа.

$$H(Z) = \begin{pmatrix} H_{11}(Z) \frac{1}{K_1} & \dots & 0 \\ H_{12}(Z) \frac{1}{K_2} & H_{22}(Z) \frac{1}{K_2} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ H_{1n}(Z) \frac{1}{K_n} & H_{2n}(Z) \frac{1}{K_n} & \dots & H_{nn}(Z) \frac{1}{K_n} & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

передаточная матрица многомерного формирующего фильтра.

Умножение выходного значения каналов на коэффициенты K_i приводит к тому, что n -мерный векторный слу-

чайный процесс на выходе генератора равен

$$z(z) = Y(z) \text{diag} k_i$$

$$z(z) = \begin{pmatrix} z_1(z) \\ \dots \\ z_n(z) \end{pmatrix}, \text{diag} k = \begin{pmatrix} k_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & k_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & k_n \end{pmatrix}$$

и имеет требуемую матрицу спектральной плотности

$$S_{i,k}(z), i = \overline{1, n}, k = \overline{1, n}$$

Структура построения цифрового генератора n -мерного векторного случайного процесса хороша не только при реализации с фиксированной запятой, но и с использованием арифметики с плавающей запятой, как для не-рекурсивных, так и для рекурсивных цифровых фильтров, поэтому, что каждый из цифровых фильтров H_i обеспечивает максимальный динамический диапазон выходного сигнала, т.е. соотношение сигнал-шум всегда максимальное.

Использование новых элементов - блока памяти и блоков умножения выгодно отличает предлагаемый генератор от известного, так как уменьшаются ошибки формирования n -мерного векторного случайного процесса, благодаря работе фильтров с максимальным динамическим диапазоном, и появляется возможность формирования большего класса случайных процессов. В результате, увеличивается сфера применения устройства в системах, работающих с большим уровнем шума, а также в цифровых автоматических системах управления виброиспытаниями, когда необходимо управлять процессами с малыми коэффициентами когерентности.

В предлагаемом устройстве повышается экономический эффект по сравнению с известным, в котором для достижения соответствующей точности необходимо увеличивать разрядность арифметических устройств блоков памяти (элементы цифровых фильтров), что увеличивает стоимость устройства.

Формула изобретения

10

Цифровой генератор n -мерного векторного случайного процесса, содержащий n каналов и n цифровых источников "белого шума", причем, первый канал содержит цифровой фильтр, вход которого соединен с выходом первого цифрового источника шума, а выход цифрового фильтра является выходом первого канала, K -й канал ($K = 2 - n$) содержит сумматор и K цифровых фильтров, входы которых соединены с выходами i -х ($i = 1 - K$) цифровых источников шума, соответственно, а входы K цифровых фильтров соединены со входами сумматора, выход которого является выходом K -ого канала, отличающийся тем, что, с целью повышения точности генератора, он содержит блок памяти и n блоков умножения, первые выходы которых соединены с выходами каналов, соответственно, а вторые входы блоков умножения соединены с выходами блока памяти, выходы блоков умножения являются выходами генератора.

15

20

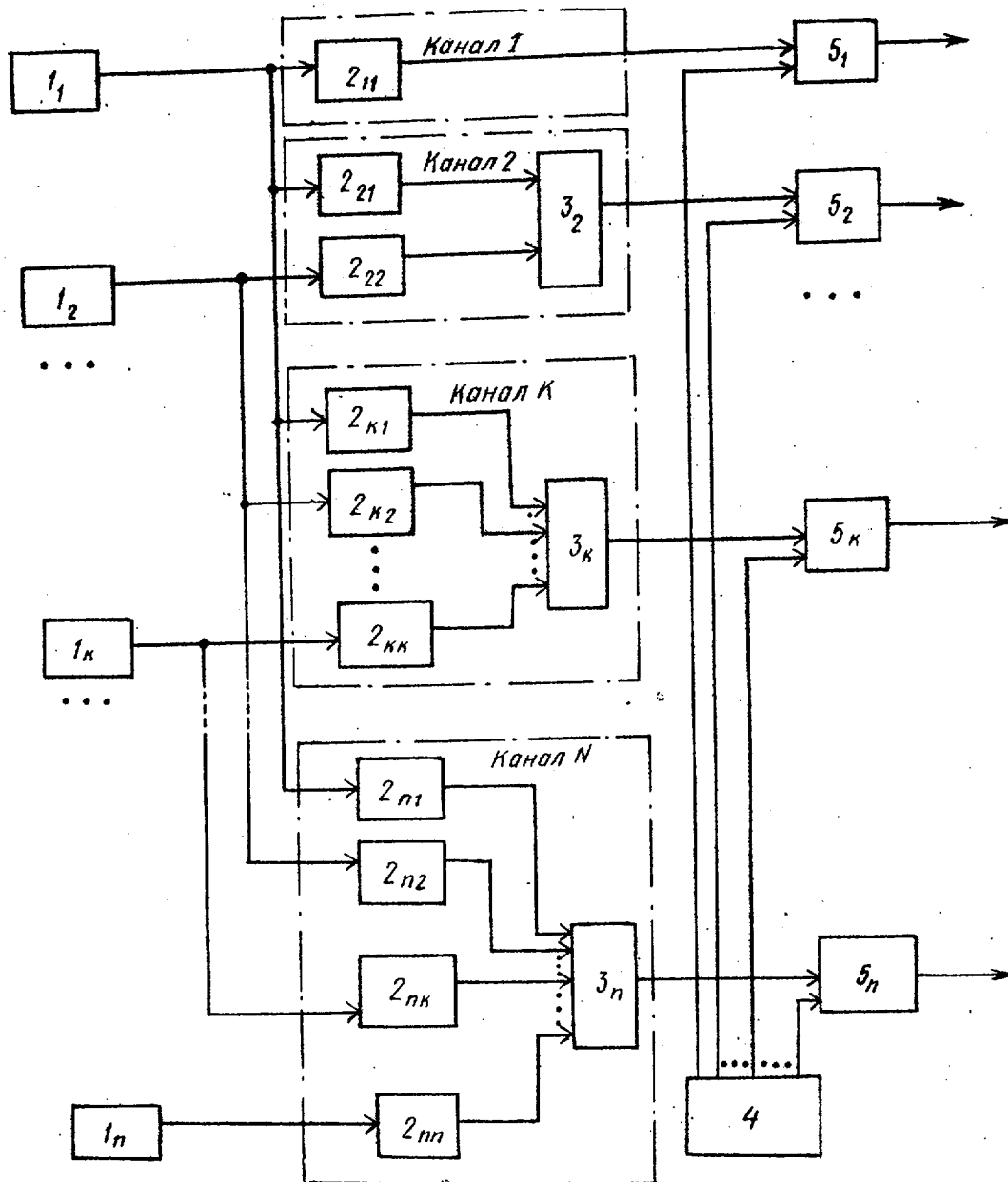
25

30

35

40

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе .
 1. Авторское свидетельство СССР № 162575, кл. Н 03 К 3/82, 1962.
 2. Патент ЧССР, № 97379, 42 м, 14, 1959.
 3. Патент ЧССР № 104828, 42 м, 14, 1960 (прототип).



Составитель А. Карасов
 Редактор В. Еремеева Техред С. Мигунова Корректор М. Шароши

Заказ 10030/63

Тираж 756

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