

Союз Советских
Социалистических
Республик



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 28.06.76 (21) 2378260/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 05.10.79. Бюллетень № 37

Дата опубликования описания 08.10.79

(11) 690495

(51) М. Кл.²

G 06 F 15/36

(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы

изобретения А.Н. Морозевич, А.Е. Леусенко, В.Н. Яролик и В.Н. Мухаметов

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) СТОХАСТИЧЕСКИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

1

Изобретение относится к области вычислительной и измерительной техники и может быть использовано в стохастических вычислительных машинах, а также в качестве арифметического устройства измерителей нелинейных искажений стохастического типа.

Известен стохастический функциональный преобразователь, содержащий стохастический интегратор, элемент задержки, элементы И. Этот преобразователь воспроизводит узкий класс аналитических зависимостей [1].

Наиболее близким техническим решением к данному изобретению является стохастический функциональный преобразователь, содержащий блок сравнения, входы которого соединены с выходами генератора случайных чисел и реверсивного счетчика, а выход блока сравнения соединен с первым входом первого элемента И, второй вход которого подключен к первому входу преобразователя, второй вход которого подключен к первым входам второго и третьего элементов И, вторые входы которых объединены между собой и со входом генератора случайных чисел и подключены ко входу тактовых импульсов, а выходы второго и

2

третьего элементов И подключены к первому и второму входам реверсивного счетчика соответственно, вход "сброс" которого подключен ко входу "сброс" преобразователя, третий вход второго элемента И соединен со входом первого элемента НЕ, вход которого объединен с третьим входом третьего элемента И, первый вход второго элемента И объединен со входом второго элемента НЕ [2].

Однако, известное устройство не позволяет воспроизвести зависимость вида $Z = \sqrt{\frac{a-b}{b}}$.

Целью изобретения является расширение класса решаемых задач за счет расширения класса воспроизводимых аналитических зависимостей.

Для достижения поставленной цели преобразователь содержит четвертый и пятый элементы И, элемент ИЛИ, элемент задержки и триггер, счетный вход которого подключен ко входу тактовых импульсов, единичный вход - к первому входу пятого элемента И, а нулевой выход триггера соединен с третьим входом первого элемента И, четвертый вход которого через элемент задержки подключен к третьему

30

входу преобразователя и к выходу блока сравнения, а выход первого элемента И соединен с первым входом элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом пятого элемента И, второй вход которого подключен к первому входу преобразователя, выход элемента ИЛИ соединен со входом первого элемента НЕ, с третьим входом третьего элемента И и с первым входом четвертого элемента И, второй вход которого подключен ко входу тактовых импульсов, третий вход — к выходу второго элемента НЕ, а выход четвертого элемента И соединен с третьим входом реверсивного счетчика.

Блок-схема преобразователя приведена на фиг. 1. На фиг. 2 и 3 приведены диаграммы, поясняющие работу преобразователя.

Стохастический функциональный преобразователь содержит последовательно включенные генератор случайных чисел 1, блок сравнения 2, элемент задержки 3, первый элемент И 4, элемент ИЛИ 5, первый элемент НЕ 6, второй элемент И 7, реверсивный счетчик 8, выход которого подключен ко второму входу блока сравнения 2, а второй вход — к выходу третьего элемента И 9, первый вход которой подключен ко входу второго элемента НЕ 10 и второму входу второго элемента И 7, а также является первым входом "а" устройства, второй вход третьего элемента И 9 подключен к выходу элемента ИЛИ 5 и первому входу четвертого элемента И 11, выход которого подключен к третьему входу реверсивного счетчика 8, а второй вход — подключен к выходу второго элемента И 10. Причем выходом Z устройства является объединенные выход блока сравнения 2 и второй вход первого элемента И 4, третий вход которого подключен к первому входу пятого элемента И 12 и является вторым входом "б" устройства в целом, а четвертый вход подключен к одному из выходов триггера 13, второй выход которого подключен ко второму входу пятого элемента И 12, выход которого подключен ко второму входу элемента ИЛИ 5.

Устройство работает следующим образом. Перед началом вычисления зависимости вида $Z = \sqrt{\frac{a-b}{b}}$ счетчик 8

устанавливается в нулевое состояние. Коды чисел "а" и "б" в стохастической форме подаются на входы "а" и "б" соответственно. Содержимое счетчика 8 в каждый такт сравнивается с равномерно распределенным случайным числом, поступающим от генератора 1. Если содержимое счетчика 2 больше случайного числа, то на входе

блока сравнения 2 появляется импульс. Таким образом происходит преобразование позиционного кода, записанного в счетчике в вероятностный (стохастический) код $Z(t)$, который пропорционален величине $Z = \sqrt{\frac{a-b}{b}}$. Так как реверсивный счетчик 8 выполняет функции интегратора, то работу схемы можно описать уравнением

$$Z(t) = \frac{1}{2^k \tau} \left[\int_0^t a \bar{y}(t) dt - \int_0^t a y(t) dt - 2 \int_0^t b y(t) dt \right], (1)$$

где $Z(t)$,

$y(t)$,

a и b — вероятности появления импульсов в соответствующих точках схемы,
 t — время работы схемы с момента ее включения,
 τ — длительность такта,
 k — разрядность реверсивного счетчика 8.

Причем, согласно схеме включения элементов 3, 4, 5, 12, 13

$$y(t) = \frac{1}{2} b + \frac{1}{2} b Z^2(t). (2)$$

Решение уравнения (1) имеет вид

$$Z(t) = \sqrt{\frac{a-b}{b}} - \left[\sqrt{\frac{a-b}{b}} - Z(0) \right] \exp T_{\text{и}}.$$

где $T_{\text{и}}$ — постоянная времени интегратора

$$T_{\text{и}} \sim \frac{b}{2^{k-1}}$$

При нулевых начальных условиях, то есть при $Z(0) = 0$,

$$Z(t) = \sqrt{\frac{a-b}{b}} \left[1 - \exp T_{\text{и}} \right]$$

В установившемся режиме в устройстве устанавливается динамическое равновесие, при котором в среднем математическое ожидание случайной последовательности, поступающей на суммирующий вход (+1) счетчика 8, и сумма математических ожиданий случайных последовательностей, поступающих на вычитающие входы (-1 и -2) совпадают.

Следовательно, при этом $y(t) = a$. Так как для обеспечения несовместимости событий согласно уравнению (2) суммирование величин "б" и "б · Z²(t)" происходит с коэффициентом 1/2, то для восстановления масштаба исходных величин "вычитаемая" последовательность на вычитающий вход счетчика 8 должна поступать с весом -2.

Для облегчения режима работы счетчика (одновременно могут поступать сигналы с весом +1 и -2) элементы 6, 7, 9, 10, 11 проводят селекцию входных (для счетчика) сигналов таким образом, что при наличии сигналов a_i и $y(t)_i$, то есть "+1" и "-2" на счетчик 8 с выхода элемента И 9 поступает сигнал с весом -1. Если в данный такт присутствует только сигнал +1 (a_i), то с выхода элемента 7 на вход счетчика поступает сигнал +1. Если присутствует только сигнал -2 ($y(t)_i$), то с выхода элемента И 11 на счетчик поступает сигнал -2. То есть в схеме реализуется равенство

$2y(t) = a$, тогда,
используя (2), можно записать
 $b + bz^2(t) = a$,

откуда $Z(t) = \sqrt{\frac{a-b}{b}}$.

Таким образом, в счетчике накапливается величина $Z(t)$ в позиционном коде, а на выходе устройства формируется вероятностный код величины $Z(t)$.

Следует подчеркнуть, что тактовые импульсы - "такты" подведены к элементам 7, 9, 11 лишь для облегчения режима работы счетчика 8, что важно при аппаратной реализации предложенного устройства.

Самостоятельной функциональной нагрузкой объединение третьих входов элементов 7, 9, 11 и подключение их к источнику тактовых импульсов не несет.

Предложенное устройство при незначительных удельных затратах оборудования позволяет расширить класс воспроизводимых функций, что расширяет область использования стохастического функционального преобразователя.

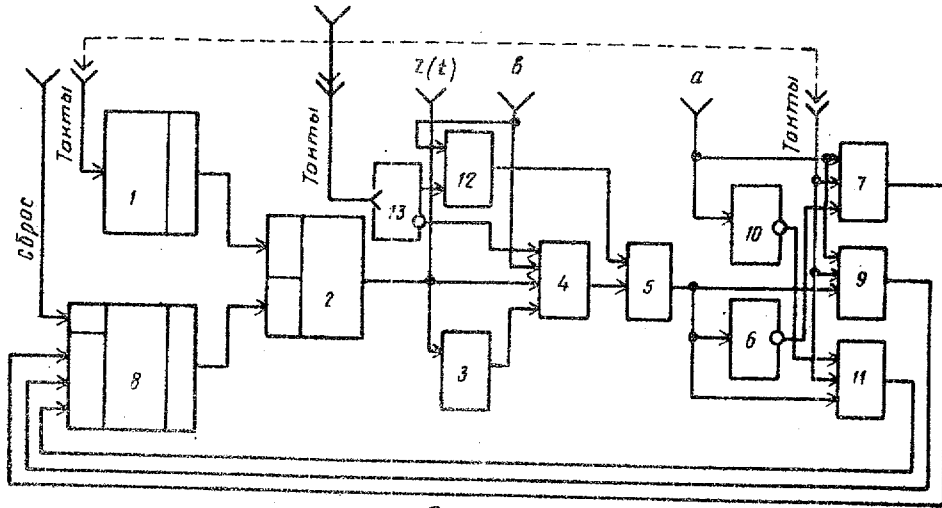
Формула изобретения

Стохастический функциональный преобразователь, содержащий блок сравнения, входы которого соединены соответственно с выходами генератора случайных чисел и реверсивного счетчика, а выход блока сравнения соединен с первым входом первого элемен-

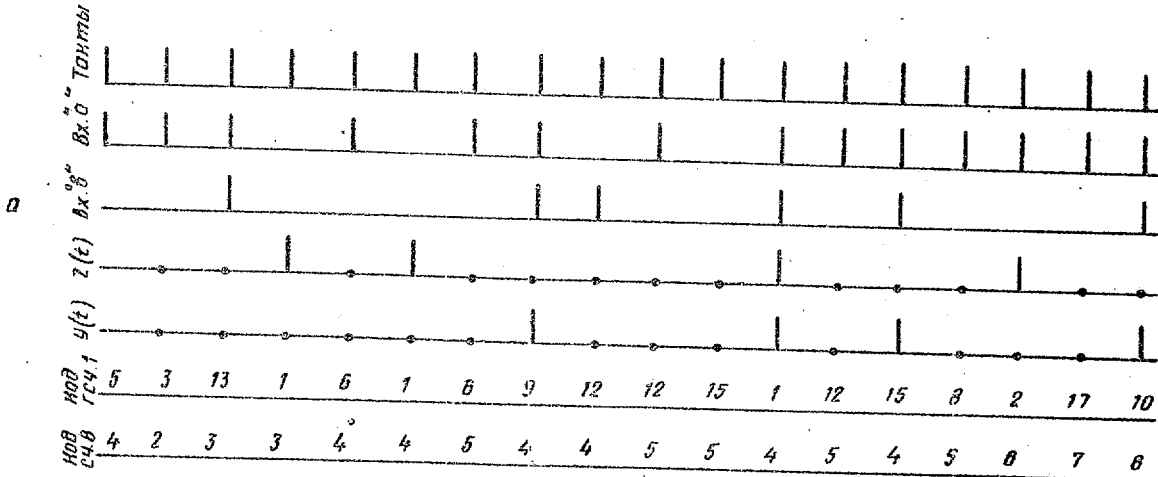
та И, второй вход которого подключен к первому входу преобразователя, второй вход которого подключен к первым входам второго и третьего элементов И, вторые входы которых объединены между собой и со входом генератора случайных чисел и подключены ко входу тактовых импульсов, а выходы второго и третьего элементов И подключены к первому и второму входам реверсивного счетчика соответственно, вход "сброс" которого подключен ко входу "сброс" преобразователя, третий вход второго элемента И соединен с выходом первого элемента НЕ, первый вход второго элемента НЕ и объединен со входом второго элемента НЕ и является третьим входом преобразователя, отличающийся тем, что, с целью расширения класса решаемых задач за счет воспроизводимых аналитических зависимостей, преобразователь содержит четвертый и пятый элементы И, элемент ИЛИ, элемент задержки и триггер, счетный вход которого подключен ко входу тактовых импульсов, единичный вход - к первому входу пятого элемента И, а нулевой выход триггера соединен с третьим входом первого элемента И, четвертый вход которого через элемент задержки подключен к выходу преобразователя и к выходу блока сравнения, а выход первого элемента И соединен с первым входом элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом пятого элемента И, второй вход которого подключен к первому входу преобразователя, выход элемента ИЛИ соединен со входом первого элемента НЕ, с третьим входом третьего элемента И и с первым входом четвертого элемента И, второй вход которого подключен ко входу тактовых импульсов, третий вход - к выходу второго элемента НЕ, а выход четвертого элемента И соединен с третьим входом реверсивного счетчика.

Источники информации,

- принятые во внимание при экспертизе
1. Яковлев В.В. и др. Стохастические вычислительные машины, Л., "Машиностроение", 1974, с. 159.
 2. Авторское свидетельство СССР № 416694, кл. G 06 F 7/39, 1972.

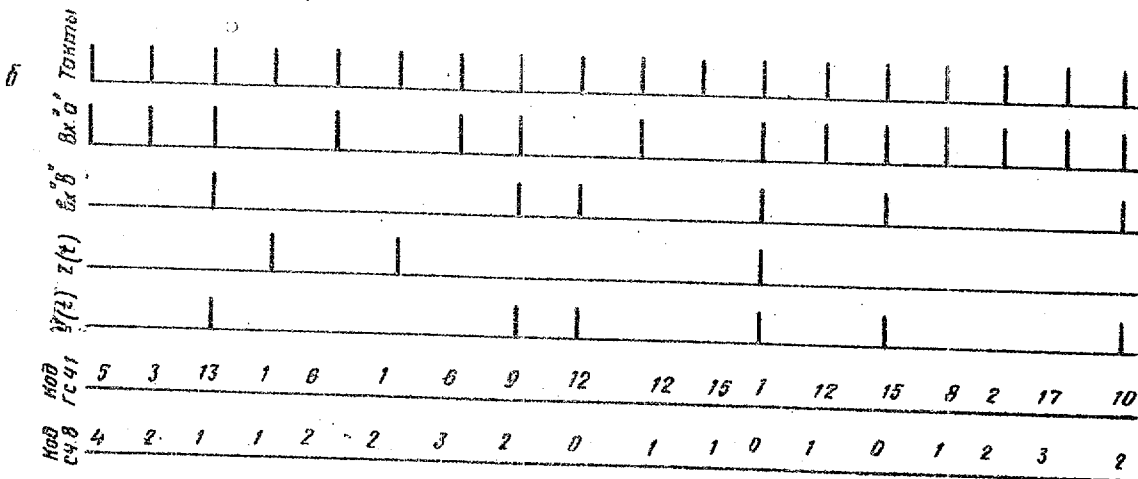


Фиг. 1



$$z = \sqrt{\frac{a-b}{b}}$$

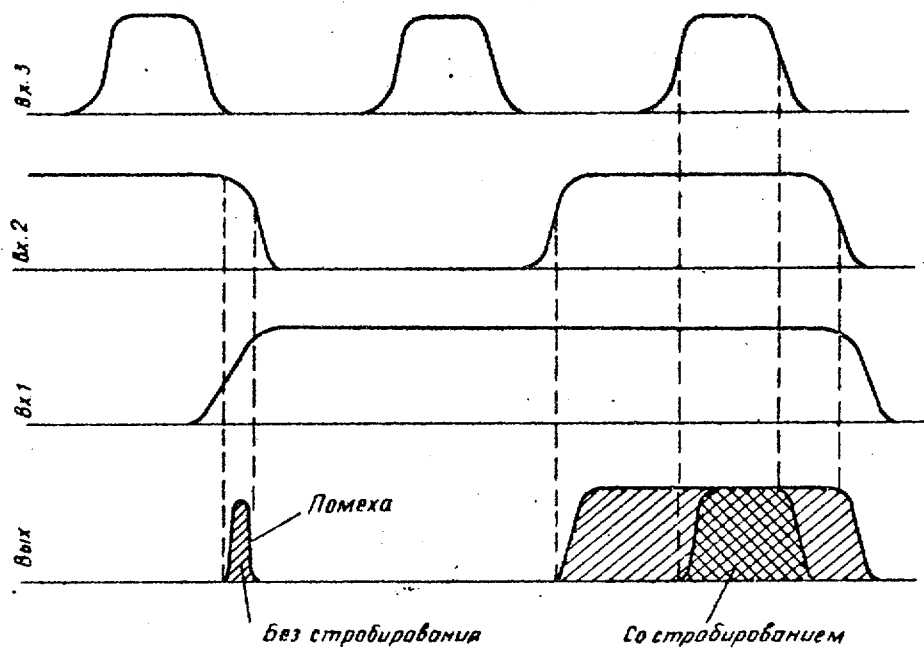
Исх. состояние T 13 - "0"



Фиг. 2

$$z = a - 2b$$

T 13 установлен в "1"



Фиг.3

Редактор Э. Губницкая Составитель А. Карасов Корректор В. Синицкая
 Техред С. Мигая

Заказ 5968/47 Тираж 780 Подписное
 ЦНИИПИ 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