



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 690514

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 01.07.77 (21) 2503470/18-24

(51) М. Кл.<sup>2</sup>

с присоединением заявки № -

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

(23) Приоритет -

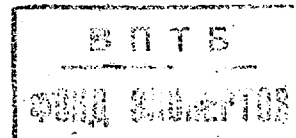
Опубликовано 05.10.79. Бюллетень № 37

(53) УДК 681.325  
(088.8)

Дата опубликования описания 08.10.79

(72) Автор  
изобретения

В.Н. Ярмолик



(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

### (54) ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано в качестве блока модульной ЭВМ, специализированного блока универсальной ЭВМ, задающей аппаратуры для воспроизведения случайных процессов с заданной спектральной плотностью мощности при исследовании надежности с помощью вибростендов.

Известны генераторы случайных процессов. Один из известных генераторов случайных процессов содержит источник шума, сигналы с выхода которого через полосовые фильтры поступают на входы сумматора, выход которого является выходом генератора. Этот генератор характеризуется наличием дрейфа у аналоговых фильтров, зависимостью результатов работы от нестабильности реактивных элементов схемы и особенно генератора белого шума, низкой технологичностью изготовления, трудоемкостью настройки, а также сложностью и высокой стоимостью фильтров, особенно при высоких требованиях к качеству и крутизне амплитудно-частотной характеристики [1].

Наиболее близким техническим решением к данному изобретению является

генератор случайных процессов, содержащий первый и второй цифровые фильтры, сумматор, выход которого соединен с входом цифроаналогового преобразователя, выход которого является выходом генератора, источник шума, выход которого подключен к входам (n+1) аналоговых фильтров, выходы которых соединены с входами (n+1) аналого-цифровых преобразователей соответственно, выходы первого аналого-цифрового преобразователя подключены к входам первого цифрового фильтра соответственно, выходы которого подключены к первой группе входов сумматора соответственно, блок синхронизации, выход которого подключен к управляющим входам сумматора, аналого-цифровых преобразователей и цифровых фильтров [2].

Недостатком этого генератора является его аппаратурная избыточность.

Целью изобретения является упрощение генератора.

Для достижения поставленной цели генератор содержит счетчик, дешифратор, группу элементов НЕ, n регистров динамической памяти, n групп элементов И, m элементов ИЛИ, выходы которых подключены к входам второго

цифрового фильтра соответственно, а входы элементов ИЛИ подключены к выходам  $n$  групп элементов И соответственно, первые входы которых подключены к выходам  $n$  аналого-цифровых преобразователей, а вторые входы объединены с входами группы элементов НЕ и подключены к выходам дешифратора соответственно, входы которого соединены с выходами счетчика соответственно, вход которого подключен к выходу блока синхронизации, выходы второго цифрового фильтра подключены к первым входам  $n$  регистров динамической памяти, вторые входы которых подключены к выходам групп элементов НЕ, а выходы — к  $n$  группам входов сумматора соответственно.

На фиг. 1 приведена блок-схема генератора; на фиг. 2 и на фиг. 3 приведены временные диаграммы работы генератора.

Генератор содержит источник 1 шума, выход которого через аналоговые фильтры 2, аналого-цифровые преобразователи 3, группы 4 элементов И, элементы ИЛИ 5, цифровые фильтры 6, регистры 7 динамической памяти и сумматор 8 подключен к входу цифроаналогового преобразователя 9. Кроме того, другие входы групп 4 элементов И через группу 10 элементов НЕ подключены к другим входам регистров 7 динамической памяти и через дешифратор 11 подключены к выходам счетчика 12, вход которого объединен с управляющими входами блоков 3, 6, 8 и подключен к выходу блока 13 синхронизации.

Значение  $n$  определяется требуемой точностью воспроизведения заданной спектральной плотности мощности. Разрядность входной и выходной информации, поступающей на цифровой фильтр и получаемой на его выходе в данном случае равна  $m$  (для реальных устройств  $m = 8 - 14$ ). Однако в некоторых случаях входная и выходная информация может иметь различную разрядность. В качестве входной информации часто используют генераторы равновероятной двоичной цифры, в этом случае  $m$  для входной информации равняется единице, т.е. информация одноразрядна.

Работает устройство следующим образом.

Блок 13 синхронизации генерирует тактовую частоту, которая синхронизирует работу всех цифровых блоков, аналого-цифровых преобразователей 3, цифровых фильтров 6 и сумматора 8, а также поступает на вход  $n$ -разрядного двоичного счетчика 12. По переднему фронту импульсов тактовой частоты с некоторой задержкой, определяемой временем необходимым для занесения очередного отсчета значения белого шума, начинает работу цифровой

фильтр 6 как первый, так и второй (фиг. 2а,б,в). По истечении времени  $\tau$ , т.е. до прихода очередного тактового импульса, на выходе цифровых фильтров появляется очередной отсчет случайного полосового процесса, причем на выходе первого фильтра в каждом такте получается новый отсчет случайного процесса по первому каналу, а на выходе второго фильтра отсчеты по остальным  $n$  каналам. Отсчеты по второму каналу появляются с частотой в два раза меньше чем по первому, по третьему в четыре раза меньше, по четвертому в восемь раз и т.д.

Как видно из фиг. 2, первый фильтр работает в интервалы времени  $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \tau_3$  и т.д., по второму каналу второй фильтр работает в моменты времени  $\tau_0, \tau_2, \tau_4, \tau_6$  и т.д. (фиг. 2в), по третьему каналу второй фильтр работает в  $\tau_1, \tau_3, \tau_5, \tau_7$  и т.д. (фиг. 2г), по четвертому — в  $\tau_2, \tau_4, \tau_6, \tau_8$  и т.д. (фиг. 2д).

По приходу очередного тактового импульса на фильтр 4 вырабатывается серия импульсов, необходимая для выполнения всех операций для определения очередного значения выходного случайного процесса. Процесс определения очередного значения включает ряд операций таких как сложение, умножение и т.д. При формировании очередного выходного значения фильтр прекращает свою работу и ждет очередного тактового импульса.

Тактовые импульсы, кроме того, поступают на первый разряд двоичного  $n$  разрядного счетчика 12, который периодически изменяет свое значение от 000...0 до 111...1. Состояния первых 4-х разрядов счетчика приведены на временной диаграмме фиг. 3. К единичному выходу первого разряда счетчика подключен первый элемент И дешифратора 11. К входам второго элемента И дешифратора 11 подключен нулевой выход первого разряда и единичный второго разряда счетчика.

К входам третьего элемента И подключены нулевые выходы первого и второго разрядов и единичный третьего разряда. И наконец, к входам  $i$ -го элемента подключены нулевые выходы первых  $i-1$  разрядов счетчика и единичный  $i$ -го разряда. На выходах элементов И получают последовательности импульсов, изображенных на фиг. 2, которые подаются на входы группы 10  $n$  элементов НЕ и на входы каждой из  $n$  групп двухвходовых элементов И 4. В каждый конкретный такт работы устройства импульс будет на выходе только одного из  $n$  элементов И дешифратора 11, и в каждый такт работы будут открыты элементы И только одной из групп 4. По переднему фронту очеред-

ного импульса будет занесена информация только через одну группу, так как каждый такт должен работать только один из  $n$  каналов, что следует из фиг. 2, иллюстрирующей алгоритм работы устройства в целом. В следующий такт будет заноситься информация по другому каналу.

После выполнения всех действий по определению очередного отсчета одного из  $n$  каналов полосовых случайных процессов его значение заносится в соответствующий регистр 7 динамической памяти, причем в каждый такт запись информации производится только в один регистр динамической памяти. Записывается информация по фронту импульсов, полученных с выходов группы 10 элементов НЕ, благодаря чему осуществляется задержка на время равное  $T$  между занесением нового отсчета белого шума и получением очередного отсчета случайного процесса на выходе второго фильтра.

В это время первый фильтр каждый такт получает новый отсчет белого шума и вычисляет новое значение выходного процесса. Сумматор 8 в каждый такт суммирует содержимое всех регистров динамической памяти и очередное значение, полученное первым фильтром, т.е. формирует новое значение дискретного случайного процесса со сложным спектром. Необходимо отметить, что суммирование осуществляется с определенными весами, которые однозначно определяются значениями коэффициентов усиления  $K_1$ ,  $K_2$  и т.д.

Необходимо отметить, что цифровые фильтры 6 должны содержать память для хранения текущей входной информации. Причем второй фильтр должен содержать память для хранения текущей входной информации по всем  $n$  каналам. Поэтому аппаратные затраты в предлагаемом устройстве на хранение информации не уменьшаются. Экономия аппаратных затрат и появление возможности увеличения точности задания спектральной плотности мощности достигается за счет уменьшения количества цифровых фильтров (без памяти), т.е. их наиболее громоздких операционных частей или арифметических устройств. Если в устройстве необходимо воспроизводить гребенку из  $(n+1)$  фильтров, то в предлагаемом устройстве количество арифметических устройств (АУ) сократится до двух. Другими словами, количество арифметических устройств сократится на  $(n-1)$ .

При этом вводится незначительное количество дополнительных схем. Так, вместо одного исключенного АУ необходимо ввести  $m$  двухходовых элементов И,  $(m+1)$  триггеров, один элемент НЕ, один элемент И с количеством

входов, определяемым номером канала ( $m = 8 - 14$ ) и  $\frac{m}{n}$  элементов ИЛИ. Отсюда очевидно, что затраты аппаратуры на порядок и более меньше по сравнению с затратами на арифметическое устройство.

Получаемая экономия оборудования будет тем более высокой, чем больше каналов содержит предлагаемое устройство (обычно  $n = 50-100$ ). Увеличение точности задания требуемого спектра осуществляется за счет значительного увеличения  $n$ , которое не лимитируется ни конструктивными, ни стоимостными характеристиками, предъявляемыми к устройствам подобного типа.

Значительная экономия аппаратуры и увеличение точности задания требуемого спектра при реализации цифрового генератора случайных процессов не влечет за собой изменения других параметров, характеризующих устройство, так как алгоритм получения выходного случайного процесса с заданной спектральной плотностью мощности при этом не изменяется.

В реальной аппаратуре кроме октавных иногда применяются полуоктавные и  $1/3$  октавные фильтры. Сокращение аппаратных затрат возможно и в этом случае, однако потребуются несколько больше полосовых цифровых фильтров (арифметических устройств), чем в случае октавных фильтров. Так, например, для полуоктавных полос, т.е. использования полуоктавных фильтров необходимо только 4, а для случая третьоктавных - 9 арифметических устройств. Однако и в этом случае выигрыш в оборудовании будет значительным, так как общее количество фильтров в цифровых генераторах случайных процессов превышает 60.

Поэтому конкретная реализация подобного устройства позволит получить высокие технико-экономические показатели.

#### Формула изобретения

Генератор случайных процессов, содержащий первый и второй цифровые фильтры, сумматор, выход которого соединен с входом цифроаналогового преобразователя, выход которого является выходом генератора, источник шума, выход которого подключен к входам  $(n+1)$  аналоговых фильтров, выходы которых соединены с входами  $(n+1)$  аналого-цифровых преобразователей соответственно, выходы первого аналого-цифрового преобразователя подключены к входам первого цифрового фильтра соответственно, выходы которого подключены к первой группе входов сумматора соответственно,

блок синхронизации, выход которого подключен к управляющим входам сумматора, аналого-цифровых преобразователей и цифровых фильтров, отличающийся тем, что, с целью упрощения генератора, он содержит счетчик, дешифратор, группу элементов НЕ,  $n$  регистров динамической памяти,  $n$  групп элементов И и  $m$  элементов ИЛИ, выходы которых подключены к входам второго цифрового фильтра соответственно, а входы элементов ИЛИ подключены к выходам  $n$  групп элементов И соответственно, первые входы которых подключены к выходам  $n$  аналого-цифровых преобразователей, а вторые входы объединены с входами группы элементов НЕ и подключены к выходам дешифратора соответственно, входы которого соединены с выходами

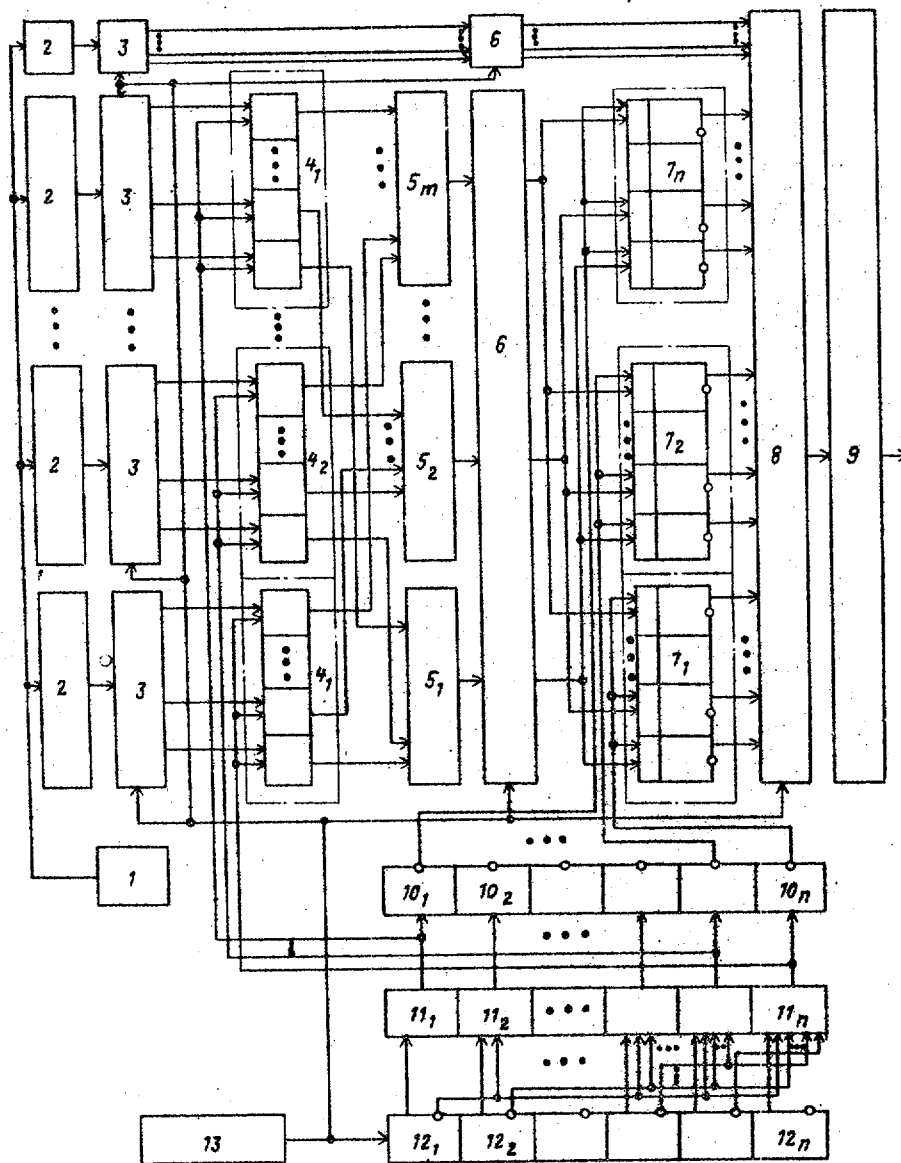
счетчика соответственно, вход которого подключен к выходу блока синхронизации, выходы второго цифрового фильтра подключены к первым входам  $n$  регистров динамической памяти, вторые входы которых подключены к выходам группы элементов НЕ, а выходы — к  $n$  группам входов сумматора соответственно.

Источники информации,

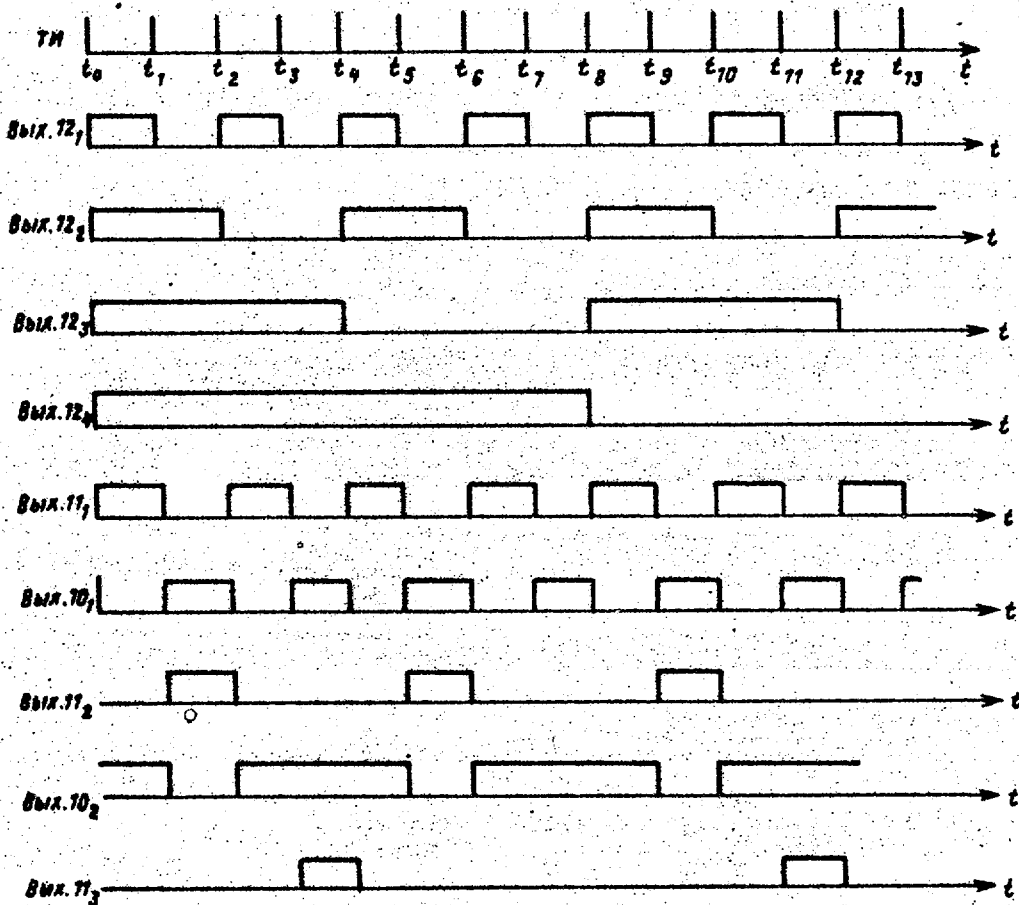
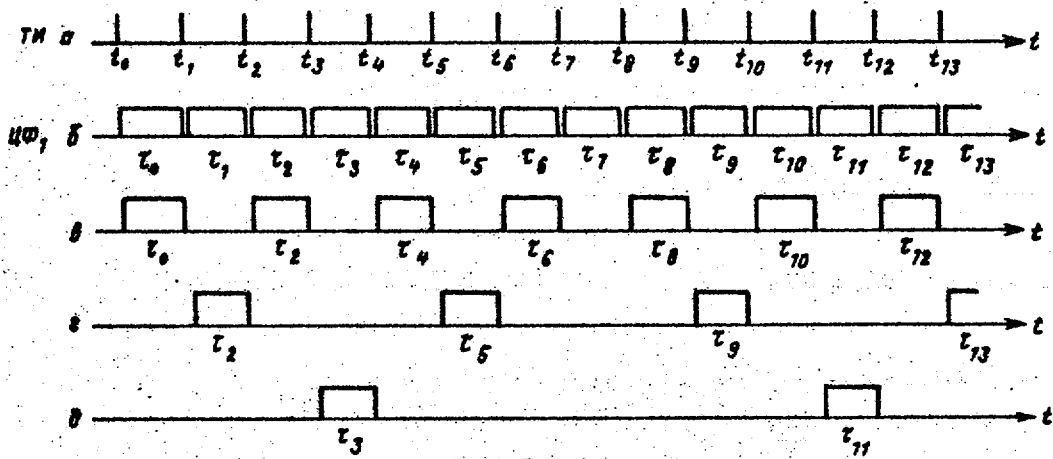
принятые во внимание при экспертизе

1. Шагинян А.С. и др. Электродинамические стенды для испытания на вибропрочность. — "Проблемы точности", 1971, № 8, с. 105-110.

2. Верешкин А.Е. и Катконник В.Я. Линейные цифровые фильтры и методы их реализации. М., "Советское радио", 1973, с. 108-110, 131-134 (прототип).



Диаг. 1



Составитель А. Карасов  
 Редактор В. Герцен Техред С. Мигай Корректор В. Синицкая

Заказ 5969/47 Тираж 669 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