



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 № 279167

(22) Заявлено 13.02.81 (21) 3247808/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.09.82. Бюллетень № 35

Дата опубликования описания 25.09.82

(11) 960811

(51) М. Кл.³

G 06 F 7/58

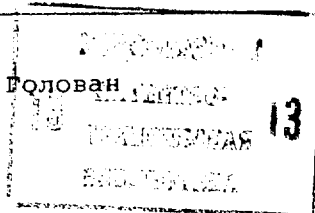
(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Э.А. Баканович, В.П. Лозицкий и С.А. Голован

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Изобретение относится к вычислительной технике, а именно к устройствам для формирования случайных временных интервалов.

По основному авт. св. № 279167 известно устройство, содержащее генератор напряжения шума, квантователь уровней, коммутатор, регистр сдвига, генератор тактовых импульсов, элементы И, элемент ИЛИ, выход которого является выходом устройства и подключен к второму входу регистра сдвига, первый вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, а выходы подключены к вторым входам элементов И, первые входы которых соединены с соответствующими выходами коммутатора, выходы элементов И соединены с входами элемента ИЛИ, а входы коммутатора подключены к выходам квантователя уровней, вход которого соединен с выходом генератора напряжения шума [1].

Однако в данном устройстве предъявляются жесткие требования к параметрам (в частности, к интенсивности) случайных импульсных потоков на выходах коммутатора. Так, известно, что требуемая интенсивность λ_k пуассоновского случайного импульсного

потока на k -м выходе коммутатора определяется из соотношения

$$\lambda_k = \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{1 - \sum_{i=1}^k P_i}{1 - \sum_{i=1}^{k-1} P_i} \quad (1)$$

где $k = 1, 2, \dots, n$;

Δt - интервал квантования (интервал между импульсами на выходе тактового генератора);

n - число интервалов квантования функции распределения;

P_i - вероятность появления на выходе устройства импульса с i -го выхода коммутатора

$$(P_i = P[(i-1)\Delta t < V < i\Delta t]),$$

где V - интервал между импульсами на выходе устройства.

Из выражения (1) видно, что при необходимости формирования случайных импульсных потоков с заданными законами распределения интенсивности λ_k должны изменяться в широком диапазоне. Причем при этом должен сохраняться пуассоновский закон распределения интервалов между импульсами, что трудно практически обеспечить. Кроме того, в устройстве необходимо обеспечивать возможность плавной ре-

гулировки интенсивности потоков и хорошую точность настройки на заданную величину интенсивности при многократных перестройках устройства, т.е. обладающие хорошей повторяемостью характеристик.

Второй недостаток заключается в несинхронности работы устройства в целом и тактового генератора, что приводит к уменьшению воспроизводимой вероятности P_i^* появления на выходе устройства импульса с первого выхода коммутатора. Действительно, так как тактовые импульсы и импульсы с выходов коммутатора независимы (несинхронны), то выходные импульсы устройства попадают во внутрь интервала между тактовыми импульсами (фиг. 2). Следовательно, время пребывания единицы в первом разряде циклического регистра сдвига при условии непоявления импульсов с первого выхода коммутатора сокращается до $\Delta t'$, которое, как легко показать, рассчитывается по формуле

$$\Delta t' = \Delta t \left[1 - \sum_{i=1}^n p_i \left(1 - \frac{1 - \sum_{k=1}^{i-1} p_k}{p_i} - \frac{1}{\ln \left(1 - \frac{p_i}{1 - \sum_{k=1}^{i-1} p_k} \right)} \right) \right] \quad (2)$$

Причем при воспроизведении различных законов распределения с помощью данного устройства для $n=8-16$ значения $\Delta t'$ находятся в пределах $(0,2-0,8) \Delta t$. Это приводит к большим погрешностям воспроизведения вероятности $P_i^* = P(0 < V < \Delta t)$.

Недостаток заключается и в низкой устойчивости устройства к сбоям в циклическом регистре сдвига. Любая сбой при сдвиге логической единицы из одного разряда в другой (потеря единицы) приводит к обнулению циклического регистра сдвига и, следовательно, к останову устройства.

Целью изобретения является повышение точности формирования последовательности случайных импульсов и повышение достоверностей функционирования устройства.

Цель изобретения достигается тем, что выход элемента ИЛИ соединен с входом генератора тактовых импульсов, третий вход регистра сдвига является входом "Запись 1" устройства, $(n+1)$ -ый выход $(n - \text{число разрядов регистра сдвига})$ коммутатора соединен с $(n+1)$ -ым входом элемента ИЛИ.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства; на фиг. 2 - пример схемной реализации тактового генератора; на фиг. 3 - временная диаграмма.

Устройство содержит генератор 1 напряжения шума, квантователь 2 уровня, коммутатор 3, регистр 4 сдвига, элементы И 5, элемент ИЛИ 6, генератор 7 тактовых импульсов.

Генератор 1 напряжения шума соединен с входом квантователя 2 уровня, выходы которого подключены к входам коммутатора 3. Первый и второй выходы элементов И 5 соединены с выходами коммутатора 3 и регистра 4 соответственно, а выходы подключены к соответствующим входам элемента ИЛИ 6, $(n+1)$ -ый вход которого непосредственно соединен с $(n+1)$ -ым выходом коммутатора 3, а выход подключен к выходу устройства, к входу сброса генератора 7 и второму входу сброса регистра 4, на третий вход последовательного занесения которого постоянно подается уровень логической единицы. Причем первый вход регистра 4 соединен с выходом генератора 7.

Генератор 1 напряжения шума предназначен для формирования первичного случайного процесса, в качестве которого чаще всего используются шумовые процессы, возникающие при определенных условиях в электровакуумных, газоразрядных и полупроводниковых приборах и т.д. Однако наиболее широкое распространение как источники шума нашли кремниевые стабилитроны, в которых шумовые процессы могут возникать в предпробойной области.

Квантователь 2 уровня предназначен для формирования на своих выходах импульсов постоянной амплитуды и длительности в момент пересечения случайным напряжением, поступающим с выхода генератора 1, уровней отсечки. При этом, как правило, фиксируется момент пересечения или только вверх, или только вниз (для того, чтобы получить простейший поток импульсов). Причем для каждого выхода квантователя 2 уровня устанавливается свой уровень таким образом, чтобы интенсивности на выходах квантователя 2 уровня представляли двоичный ряд, т.е. интенсивности на k -ом выходе квантователя уровней определяется выражением

$$\lambda_k^K = \lambda_0 \cdot 2^{k-1},$$

где $k = 1, 2, \dots, n$;

λ_0 - минимальное значение интенсивности на выходах квантователя уровня, т.е. на первом выходе.

Коммутатор 3 позволяет осуществить соединение выходов квантователя 2 уровня на выходы коммутатора таким образом, чтобы на каждом временном i -ом интервале квантования аппроксимировать участок воспроизводимой функции распределения участком функции распределения случайного импульсного потока соответствующей интенсивности λ_i . $n-1$ -ый разрядный циклический регистр 4 предназначен для подачи разрешающих логических уровней на вторые входы элемен-

тов И 5. По каждому импульсу, поступающему на первый вход регистра, его содержимое сдвигается на один разряд вправо (в сторону увеличения номера разряда), а в первый разряд вдвигается единица с третьего входа. Сброс (обнуление) регистра 4 осуществляется по каждому импульсу, поступающему на его второй вход, а также по импульсу, поступающему на первый вход при условии, что в n -ом разряде регистра записана единица.

Элементы И 5 представляют собой управляемые вероятностные элементы, обеспечивающие передачу на свои выходы случайных импульсов, поступающих на первые входы соответствующих выходов коммутатора 3 при разрешающих (уровнях логической единицы) потенциалах на первых входах. Элемент ИЛИ 6 обеспечивает передачу на выход устройства импульсов, поступающих на любой из его входов. Генератор 7 предназначен для формирования на своем выходе регулярных импульсов с заданным (программно перестраиваемым) интервалом Δt (фиг. 3) между импульсами.

Генератор 7 может включать (фиг. 2) кварцевый генератор 8, регистр 9 кода масштаба, счетчик 10 накапливающего типа, схему 11 сравнения, элемент ИЛИ 12.

Перед началом работы в регистр 9 кода масштаба заносится двоичный код K , пропорциональный длительности интервала Δt между импульсами.

Функционирование тактового генератора заключается в следующем.

По каждому импульсу, поступающему с выхода кварцевого генератора 8 (интервал между этими импульсами фиксирован и равен T_k), счетчик 10 увеличивает свое состояние на единицу. Сброс в нулевое состояние счетчика 10 осуществляется по каждому импульсу, поступающему на его второй вход. Импульс кварцевого генератора 8 проходит на выход тактового генератора в том случае, когда коды счетчика 10 и регистра 9 равны. Этим же импульсом содержимое счетчика 10 обнуляется и работа тактового генератора повторяется. Следовательно, длительность интервала между импульсами на выходе тактового генератора определяется соотношением $\Delta t = KT_k$.

Сброс счетчика 10 происходит и по каждому импульсу на входе тактового генератора, что позволяет синхронизировать последний от выходных импульсов устройства.

Устройство для формирования случайных временных интервалов работает следующим образом. Когда на выходе устройства появляется импульс, кото-

рый устанавливает в нулевое состояние регистр 4 и внутренний счетчик 10 генератора 7, тогда к выходу устройства через элемент ИЛИ 6 подключают первый выход коммутатора 3. Если за время на выход устройства не поступает ни один импульс, генератор 7 формирует импульс, сдвигающий содержимое регистра 4 на один разряд. При этом в первый разряд регистра 4 заносится единица.

Сейчас к выходу устройства подключены первый и второй выходы коммутатора 3, так как на второй вход первого элемента И с первого выхода регистра подается разрешающий уровень. Если за очередной интервал времени Δt на выход устройства не проходит ни один импульс, то по следующему импульсу тактового генератора содержимое регистра сдвигается на один разряд вправо, т.е. логические единицы находятся в первом и втором разрядах регистра. В следующем такте к выходу устройства подключены уже три первых выхода коммутатора 3 и т.д. до тех пор, пока на выход не пройдет импульс или весь регистр 4 не заполнится единицами.

Рассмотрим первую ситуацию. Допустим, что в первых разрядах регистра 4 записаны единицы. Следовательно, на выход устройства передаются импульсы с первых $i+1$ -ых выходов коммутатора 3. Появление первого же импульса на выходе устройства вызывает обнуление регистра 4 и сброс генератора 7.

Если же весь регистр заполнился единицами и за время Δt не проходит на выход устройства ни один импульс, то по следующему импульсу генератора 7 регистр 4 обнуляется. Далее указанная последовательность повторяется. Интенсивность импульсов на k -ом выходе коммутатора в изобретении рассчитывается по формуле

$$\lambda_k = -\frac{1}{\Delta t} \ln \frac{1 - \sum_{i=1}^k p_i}{1 - \sum_{i=1}^{k-1} p_i} + \frac{1}{\Delta t} \ln \frac{1 - \sum_{i=1}^{k-1} p_i}{1 - \sum_{i=1}^{k-2} p_i}, \quad (3)$$

Из сравнения (1) и (3) видно, что в заявляемом варианте удается понизить требуемое значение интенсивности на величину

$$\Delta \lambda_k = \lambda_k - \lambda_k^* = -\frac{1}{\Delta t} \ln \frac{1 - \sum_{i=1}^{k-1} p_i}{1 - \sum_{i=1}^{k-2} p_i}, \quad (4)$$

что позволяет существенно увеличить точность формирования последовательностей случайных импульсов. Кроме того, за счет синхронизации работы генератора 7 импульсами на выходе устройства удастся повысить воспроизведение вероятности $p_1^* = p(0 < \nu < \Delta t)$ попадания импульсов в первый интервал квантования, так как в данном случае математическое ожидание интервала

времени $\Delta t'$ (Фиг.3, равного времени пребывания регистра 4 в нулевом состоянии при условии, что на выход устройства за это время не пройдет ни один импульс с первого выхода коммутатора 3, равно Δt . В то время, как для известного устройства интервал $\Delta t'$ определяется из выражения (2) и практически равен $(0,2-0,8) \Delta t$.

Еще одним достоинством устройства является его более высокая устойчивость к сбоям в регистре 4, т.е. повышается достоверность функционирования устройства.

Действительно, для устройства сбой при сдвиге содержимого циклического регистра 4 не страшен, так как по каждому импульсу тактового генератора в первый разряд регистра заносится единица. Полное восстановление правильного функционирования устройства происходит автоматически через n тактов тактового генератора.

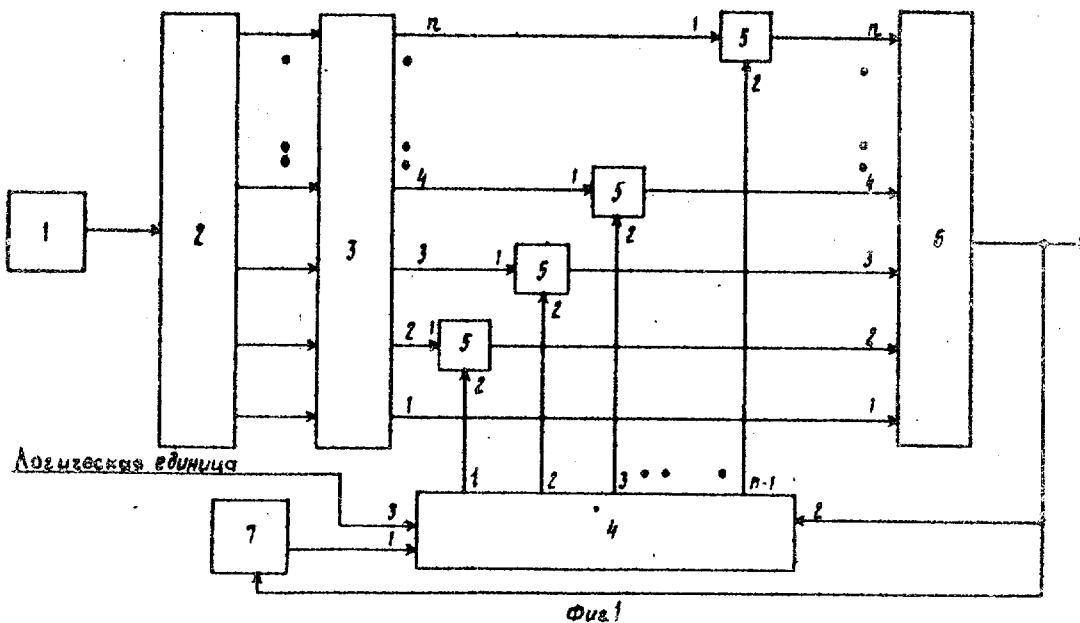
Таким образом, технико-экономическая эффективность предлагаемого управляемого вероятностного преобразователя по сравнению с известным заключается в повышении точности формирования случайных импульсных процессов за

счет снижения интенсивностей импульсов на выходах коммутатора и за счет синхронизации работы тактового генератора, что приводит к правильному воспроизведению вероятности попадания выходных импульсов устройства в первый интервал квантования, а также в повышении достоверности функционирования устройства за счет повышения его устойчивости к сбоям в циклическом регистре.

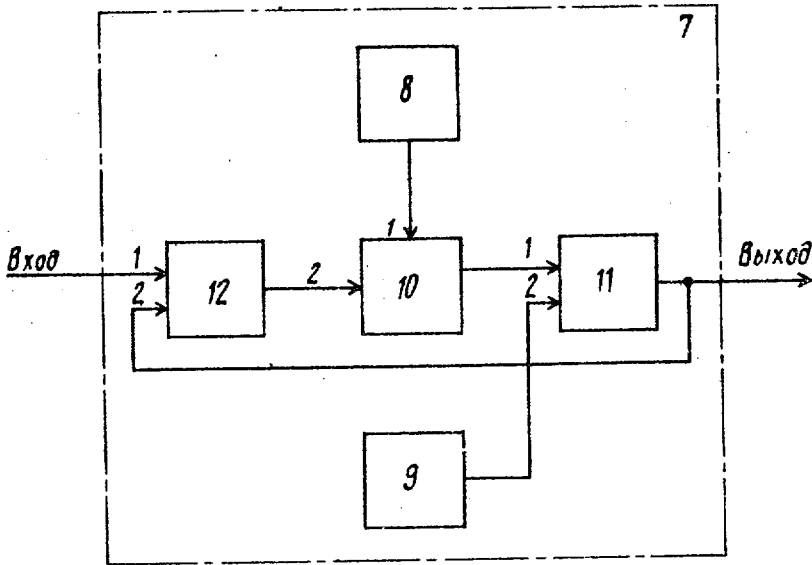
Формула изобретения

Устройство для формирования случайных временных интервалов по авт.св. № 279167, отличающееся тем, что, с целью повышения точности, выход элемента ИЛИ соединен с входом генератора тактовых импульсов, третий вход регистра сдвига является входом "Запись 1" устройства, $(n+1)$ -й $(n$ - число разрядов регистра сдвига) выход коммутатора соединен с $(n+1)$ -ым входом элемента ИЛИ.

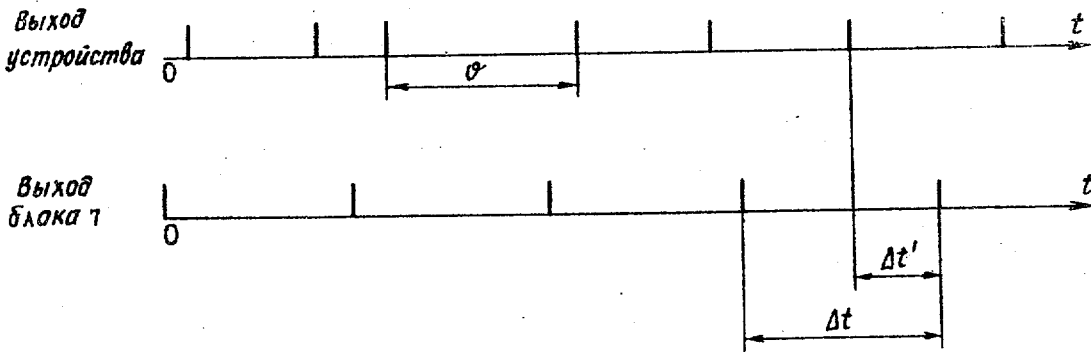
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
1. Авторское свидетельство СССР № 279167, кл. G 06 F1/02, 1969 (прототип).



Фиг.1



Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель А. Карасов
 Редактор А. Шишкина Техред М. Тепер Корректор В. Бутыга
 Заказ 7283/59 Тираж 731 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