



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 29.06.81 (21) 3313257/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.11.82. Бюллетень № 44

Дата опубликования описания 30.11.82

(11) 978148

[51] М. Кл.<sup>3</sup>

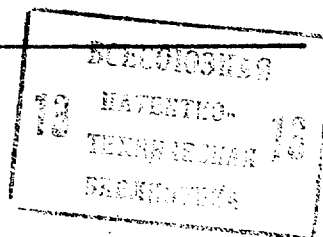
G 06 F 7/58

[53] УДК 681.325  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А.С.Анишин и Н.С.Анишин

(71) Заявитель



### (54) ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНОГО ПОТОКА ИМПУЛЬСОВ

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано для создания асинхронных вероятностных вычислительных устройств, для моделирования случайных процессов и для создания физических моделей и имитаторов с управляемыми вероятностными характеристиками.

Известен генератор пуассоновского потока импульсов с регулируемой интенсивностью, который содержит источник пуассоновского потока импульсов, схему совпадений, регулируемый генератор случайных двоичных разрядов [1].

Данный генератор не позволяет управлять интенсивностью пуассоновского потока импульсов с помощью цифрового двоичного кода.

Известно устройство преобразования средней частоты пуассоновского потока импульсов в соответствии с заданным (с помощью значений частот  $f_1$  и  $f_2$  двух генераторов регулярных импульсных последовательностей) масштабom преобразования типа "временной интервал - число - временной интервал" [2].

Однако указанное устройство не обеспечивает возможности цифрового управления интенсивностью.

2

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является генератор с цифровым управлением интенсивностью пуассоновского потока, основанный на суммировании простейших потоков и содержащий  $m$  датчиков первичных пуассоновских потоков, регистр управляющего двоичного кода, блок элементов И, первые входы которых соединены с выходами соответствующих датчиков, а вторые входы - с соответствующими разрядами регистра, и элемент ИЛИ, входы которого соединены с выходами соответствующих элементов И. При этом значения интенсивностей датчиков первичных потоков образуют ряд чисел, убывающих от максимального значения  $\lambda_0$  до  $\lambda_{m-1}$  по геометрической прогрессии с коэффициентом  $1/2$  [3].

Недостатком известного генератора является сложность, обусловленная необходимостью использования блока ( $m$ ) датчиков со строгим соотношением интенсивностей, и невысокая точность управления из-за возможного дрейфа интенсивностей многочисленного состава датчиков.

Цель изобретения - упрощение устройства генератора за счет сокраще-

5

10

15

20

25

30

ния числа датчиков первичных пуассоновских потоков (до одного) и повышение точности управления.

Для достижения поставленной цели в известный генератор случайного потока импульсов, содержащий датчик пуассоновского потока импульсов, регистр кода, выходы которого соединены с первыми входами соответствующих элементов И группы, выходы которых соединены со входами элемента ИЛИ, выход которого является выходом генератора, введены элемент задержки, счетчик, стробированный дешифратор и линия задержки, вход которой объединен с управляющим входом стробированного дешифратора, с входом элемента задержки и подключен к выходу датчика пуассоновского потока импульсов, а выход линии задержки соединен со счетным входом счетчика, вход "Сброс" которого соединен с выходом элемента задержки, выходы разрядов счетчика соединены с соответствующими разрядными входами стробированного дешифратора, выходы которого соединены с вторыми входами соответствующих элементов И группы.

В генераторе для решения задачи разделения исходного потока на  $m$  непересекающихся потоков с требуемым для цифрового управления соотношением интенсивностей используются вероятностные свойства двух статистически независимых пуассоновских потоков, идентичных по интенсивности. Суть этих свойств состоит в том, что вероятности появления ровно  $l = 0, 1, 2, \dots$  импульсов одного из потоков на случайном интервале между смежными импульсами другого потока распределены по закону геометрической прогрессии

$$P_l = (1/2)^{l+1}, \quad l = 0, 1, 2, \dots$$

Реализуются эти свойства с помощью линии задержки, выполняющей роль статистической развязки для получения второго идентичного по интенсивности потока, счетчика импульсов и стробированного дешифратора, отображающего текущее состояние счетчика и обеспечивающего прохождение импульса в соответствующий выходной канал. Повышение точности управления достигается за счет того, что вероятности  $P_l$ , т.е. пропорции разделения исходного пуассоновского потока на  $m$  непересекающихся потоков, практически не зависят от значения интенсивности управляемого потока.

На чертеже приведена блок-схема генератора.

Генератор содержит датчик 1 пуассоновского (простейшего) потока импульсов, линию 2 задержки, счетчик 3, 65

стробированный дешифратор 4, группу элементов И 5, элемент ИЛИ 6, регистр 7 кода и элемент 8 задержки. При этом выход датчика 1 через линию 2 задержки соединен со счетным входом счетчика 3, непосредственно соединен с управляющим входом дешифратора 4 и через элемент 8 задержки - с установочным в "0" входом счетчика 3, соединенного с дешифратором 4, выходы которого соединены с первыми входами соответствующих элементов И 5, вторые входы которых соединены с соответствующими разрядами регистра 7, а выходы - с входами элемента ИЛИ 6, выход которого является выходом генератора.

Генератор работает следующим образом.

Датчик 1 вырабатывает случайную пуассоновскую последовательность импульсов с интенсивностью  $\lambda$ . С помощью линии 2 задержки каждый импульс этой последовательности задерживается на интервал времени  $\tau_3 = (4-5) \cdot \frac{1}{2}$ , при котором практически отсутствует статистическая зависимость импульсного процесса на выходе линии 3 задержки от процесса на выходе датчика 1. В счетчике 3 по истечении времени  $t = \tau_3$  после момента включения генератора фиксируется случайное число импульсов задержанного потока, которые появляются на случайных интервалах между импульсами первичного потока. Каждый импульс первичного потока опрашивает дешифратор 4 и через время, необходимое для окончания переходных процессов в дешифраторе (это время задается элементом 8 задержки) гасит содержимое счетчика 3. В результате опроса дешифратора 4 импульс первичного потока проходит на тот выход дешифратора 4, номер которого соответствует состоянию счетчика 3 в момент опроса.

Определим вероятность прохождения произвольного импульса первичного потока на  $l$ -ый выход дешифратора как вероятности  $P_l$  состояний  $l = 0, 1, 2, \dots$  счетчика 3 в моменты опроса дешифратора.

Временной интервал  $\tau$ , в течение которого производится накопление импульсов счетчиком 3, является случайной величиной, распределенной по экспоненциальному закону с параметром

$$f(\tau) = \lambda \cdot e^{-\lambda \tau}, \quad \tau \geq 0 \quad (1)$$

Для пуассоновского потока вероятность появления определенного числа  $l = 0, 1, 2, \dots$  импульсов за фиксированный отрезок времени  $\tau$  определяется выражением

$$P_l(\tau) = \frac{(\lambda \cdot \tau)^l}{l!} \cdot e^{-\lambda \tau}, \quad \tau \geq 0 \quad (2)$$

Вероятности  $P_e$  появления  $\ell = 0, 1, 2, \dots$  импульсов за случайный отрезок времени, распределенный по закону (1), находим с помощью операции осреднения  $P_e(\tau)$  по всем возможным значениям интервала  $0 < \tau < \infty$

$$P_e = \int_0^{\infty} P_e(\tau) \cdot f(\tau) \cdot d\tau = \frac{\lambda^{\ell+1}}{\ell!} \int_0^{\infty} \tau^{\ell} \cdot e^{-2\lambda\tau} \cdot d\tau. \quad (3)$$

Известно, что

$$\int_0^{\infty} \tau^{\ell} \cdot e^{-2\lambda\tau} \cdot d\tau = \ell! \cdot (2\lambda)^{\ell+1}.$$

Тогда распределение вероятностей  $P_e$  принимает вид

$$P_e = (1/2)^{\ell+1}, \quad \ell = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

и представляет собой геометрическую прогрессию с начальным членом и коэффициентом, равным  $1/2$ .

В процессе работы генератора управляемый поток импульсов с исходной интенсивностью  $\lambda$  разделяется на  $m$  непересекающихся и независимых друг от друга пуассоновских потоков с интенсивностями

$$\lambda_e = P_e \cdot \lambda = (1/2)^{\ell+1},$$

при этом

$$\sum_{\ell=0}^{\infty} \lambda_e = \lambda.$$

В соответствии с установленными в регистре 7 управляющим двоичным кодом будут открыты те элементы И блока 5, которые соответствуют разрядам регистра, содержащим единицы  $a_i = 1$ . На выходе элемента ИЛИ 6 формируется пуассоновский поток импульсов с интенсивностью

$$\lambda_{\text{вых}} = 0, a_1, a_2, \dots, a_m \cdot \lambda,$$

линейно связанной с интенсивностью  $\lambda$  датчика 1 коэффициентом пропорциональности, равным значению управляющего двоичного кода  $0, a_1, a_2, \dots, a_m$ , представленного в виде двоичной правильной дроби.

Таким образом, в предлагаемом генераторе пуассоновского потока импульсов с цифровым управлением интенсивностью необходимо число первичных датчиков сокращено до одного. Использование статистически независимого от первичного, но идентичного по интенсивности задержанного потока импульсов, позволяет с помощью небольшого по числу  $K$  разрядов двоичного счетчика ( $K = \log_2 m$ ) разделять исходный поток импульсов на  $m$  непересекающихся

пуассоновских потоков с требованиями для цифрового управления соотношениями интенсивностей. Независимость членов ряда (4) от параметра  $\lambda$  (при статистической независимости первичного и задержанного потоков) сводит методическую ошибку управления к нулю.

Кроме того, в силу идентичности первичного и задержанного потоков  $\pi$ , предлагаемый генератор инвариантен по отношению к названным двум потокам, т.е. имеется возможность менять точки подключения этих потоков в схеме генератора.

Независимость задержанного потока импульсов от первичного обеспечивается соответствующей величиной временной задержки  $\tau_3$  импульсных сигналов. При задержке, равной 4-5 средним периодам следования импульсов датчика 1, т.е. при  $\tau_3 = (4-5) \cdot \frac{1}{\lambda}$ , вероятность  $P_{\text{пер}}$  хотя бы частичного перекрытия одних и тех же временных интервалов между импульсами потоков составляет величину достаточно малого порядка

$$P_{\text{пер}} = \int_0^{\infty} \lambda \cdot e^{-\lambda\tau} \approx 0,006.$$

$$\tau_3 = (4-5) \cdot 1/\lambda$$

что позволяет первичный и задержанный потоки считать практически независимыми.

Абсолютная величина необходимой временной задержки при  $\lambda \approx 10^5$  имп/с составляет 40-50 мкс и может быть достигнута с помощью современных ультразвуковых линий задержек. Для более низких значений интенсивностей датчика 1 ( $\lambda \leq 0,5 \cdot 10^5$  имп/с) целесообразно применение дискретных линий задержек, построенных с использованием регистров сдвига на базе цифровых интегральных схем.

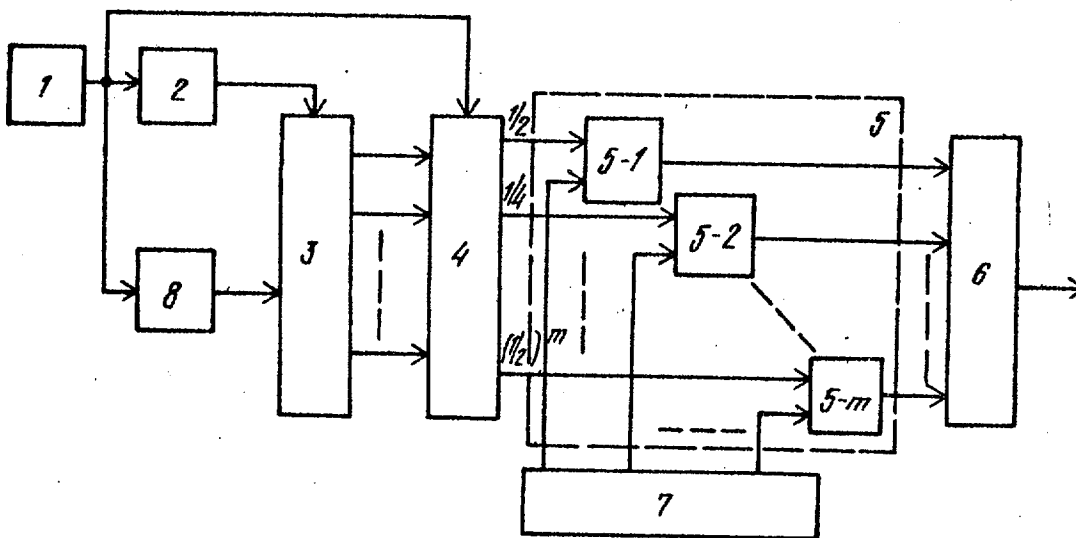
Формула изобретения

Генератор случайного потока импульсов, содержащий датчик пуассоновского потока импульсов, регистр кода, выходы которого соединены с первыми входами соответствующих элементов И группы, выходы которых соединены с входами элемента ИЛИ, выход которого является выходом генератора, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности, он содержит элемент задержки, счетчик, стробированный дешифратор и линию задержки, вход которой объединен с управляющим входом стробированного дешифратора, с входом элемента задержки и подключен к выходу датчика пуассоновского потока импульсов, а выход линии задержки соединен со счетным входом счетчика, вход "Сброс" которого соединен с выходом элемента задержки, выходы разрядов счетчика соединены

с соответствующими разрядными входами стробированного дешифратора, входы которого соединены с вторыми входами соответствующих элементов И группы.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 211163, кл. G 06 F 7/58, 1966.
2. Авторское свидетельство СССР № 217081, кл. G 06 F 7/58, 1966.
3. Четвериков В.Н. и др. Вычислительная техника для статистического моделирования. М., "Советское радио", 1978, с. 141 (прототип).



Редактор Ю. Серeda      Составитель А. Карасов  
Техред С. Мигунова      Корректор Г. Огар

Заказ 9220/65      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