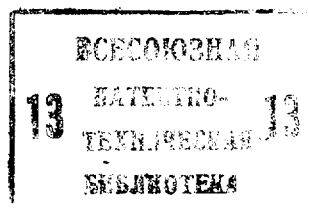




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3464564/18-24
 (22) 05.07.82
 (46) 23.05.84. Бюл. № 19
 (72) А.Г. Якубенко, С.Ф. Костюк,
 А.И. Кузьмич, Л.И. Еловских
 и А.С. Ловягин
 (71) Минский радиотехнический
 институт
 (53) 681.325(088.8)
 (56) 1. Авторское свидетельство СССР
 № 312253, кл. G 06 F 7/58, 1968.
 2. Авторское свидетельство СССР
 № 391577, кл. G 06 F 7/58, 1971.
 3. Авторское свидетельство СССР
 № 517018, кл. G 06 F 7/58, 1975
 (прототип).

(54)(57) ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНОГО ИМПУЛЬСНОГО ПРОЦЕССА, содержащий генератор случайных чисел, блок управления, блок памяти, преобразователь код-напряжение, выход которого является выходом генератора, первый счетчик, первый и второй регистры памяти, отличающийся тем, что, с целью повышения точности генератора, он содержит триггер, второй счетчик, три элемента И, элемент НЕ, третий и четвертый регистры памяти, делитель частоты и генератор тактовых импульсов, а блок управления содержит два элемента И, элемент ИЛИ и реверсивный счетчик, выходы разрядов которого соединены с входами первого элемента И блока управления соответственно и подключены к входам элемента ИЛИ блока управления соответственно, выход которого соединен с первым входом второго элемента И блока управления, вход которого соединен с вычитающим входом

реверсивного счетчика блока управления, первый выход генератора случайных чисел соединен с информационным входом блока памяти, адресный вход которого подключен к выходам разрядов реверсивного счетчика блока управления, суммирующий вход которого подключен к второму выходу генератора случайных чисел, вход "Опрос" которого подключен к выходу первого элемента И блока управления, второй вход второго элемента И блока управления объединен с входами "Опрос" первого, второго, третьего и четвертого регистров памяти, а также с управляющими входами блока памяти и преобразователя код - напряжение и подключен к выходу триггера, счетный вход которого объединен с синхронизирующим входом второго счетчика и подключен к выходу переполнения первого счетчика, первый и второй выходы блока памяти соединены соответственно с информационным входом преобразователя код - напряжение и с установочным входом первого счетчика, выходы первого и второго регистров памяти объединены между собой и подключены к установочному входу второго счетчика, выходы разрядов которого соединены с входами первого элемента И соответственно, выход которого соединен с первым входом второго элемента И непосредственно и через элемент НЕ - с первым входом третьего элемента И, выходы третьего и четвертого регистров памяти объединены между собой и подключены к управляющему входу делителя частоты, выход генератора тактовых импульсов соединен со счетным входом дели-

теля частоты, выход которого соединен с вторыми входами второго и третьего элементов И, выходы которых сое-

динены со счетными входами соответственно первого и второго счетчиков.

1

Изобретение относится к вычислительной технике, предназначено для воспроизведения потока случайных импульсов прямоугольной формы и может быть использовано при построении имитационно-моделирующей аппаратуры для решения задач оптимизации структурно-сложных систем, испытаний изделий на ударные, электрические и другие воздействия.

Известно устройство, содержащее генератор случайных импульсов, циклический регистр сдвига, группу генераторов периодических импульсов, элементы И, ИЛИ [1].

Устройство позволяет формировать поток импульсов со случайными интервалами следования импульсов, с управляемым законом их распределения, но не позволяет формировать более сложные импульсные процессы, например поток импульсов со случайными амплитудами, длительностями и интервалами следования. Кроме того, к недостаткам этого устройства следует отнести также сложность его схемного решения (так как в нем содержится множество управляемых генераторов импульсов), сложность настройки на требуемый закон распределения, требующей решения системы уравнений, невозможность изменения интенсивности потока без перерасчета настройки закона распределения.

Известно также устройство, содержащее группу генераторов исходных случайных процессов, группу формирующих фильтров и блок суммирования [2].

Устройство позволяет формировать случайный процесс с заданной произвольной спектральной плотностью мощности, но не позволяет формировать импульсные процессы с заданными произвольными законами распределения амплитуд и временных параметров. Кроме того, реализация устройства требует значительных аппаратных затрат.

2

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является генератор случайного импульсного процесса, содержащий блок памяти, датчик случайных чисел, блок управления, два генератора импульсов, два регистра, счетчик импульсов, делитель частоты, реверсивный счетчик, два преобразователя код - напряжение, источник эталонных напряжений и модулятор полярности выходного сигнала. Причем блок памяти, датчик случайных чисел, блок управления и счетчик импульсов соединены между собой последовательно, кроме того, вход блока памяти соединен с вторым выходом блока управления, источник эталонных напряжений, первый и второй преобразователь код - напряжение и модулятор полярности соединены последовательно, вход датчика случайных чисел соединен с первым входом первого регистра, первым входом второго регистра, вторым входом счетчика импульсов, третий вход которого соединен с выходом первого генератора импульсов, второй вход первого регистра соединен с третьим выходом блока управления, а выход - с вторым входом первого преобразователя код - напряжение и вторым входом модулятора полярности выходного сигнала, четвертый выход блока управления соединен с первым входом реверсивного счетчика и вторым входом второго регистра, выход которого соединен с первым входом делителя частоты, второй вход делителя частоты соединен с выходом второго генератора импульсов, а выход - с вторым входом реверсивного счетчика, выход которого соединен с вторым входом второго преобразователя код - напряжение [3].

Недостатком известного генератора является его невысокая точность.

Цель изобретения - повышение точности воспроизведения законов рас-

пределения формируемых временных интервалов.

Для достижения поставленной цели в генератор случайного импульсного процесса, содержащий генератор случайных чисел, блок управления, блок памяти, преобразователь код - напряжение, выход которого является выходом генератора, первый счетчик, первый и второй регистры памяти, введен триггер, второй счетчик, три элемента И, элемент НЕ, третий и четвертый регистры памяти, делитель частоты и генератор тактовых импульсов, а блок управления содержит два элемента И, элемент ИЛИ и реверсивный счетчик, выходы разрядов которого соединены с входами первого элемента И блока управления соответственно, а также подключены к входам элемента ИЛИ блока управления соответственно, выход которого соединен с первым входом второго элемента И блока управления, выход которого соединен с вычитающим входом реверсивного счетчика блока управления, первый выход генератора случайных чисел соединен с информационным входом блока памяти, адресный вход которого подключен к выходам разрядов реверсивного счетчика блока управления, суммирующий вход которого подключен к второму выходу генератора случайных чисел, вход "Опрос" которого подключен к выходу первого элемента И блока управления, второй вход второго элемента И блока управления объединен с входами "Опрос" первого, второго, третьего и четвертого регистров памяти, а также с управляющими входами блока памяти и преобразователя код - напряжение и подключен к выходу триггера, счетный вход которого соединен с синхронизирующим входом второго счетчика и подключен к выходу переполнения первого счетчика, первый и второй выходы блока памяти соединены соответственно с информационным входом преобразователя код - напряжение и с установочным входом первого счетчика, выходы первого и второго регистров памяти объединены между собой и подключены к установочному входу второго счетчика, выходы разрядов которого соединены с входами первого элемента И соответственно, выход которого соединен с первым входом второго элемента И не-

посредственно и через элемент НЕ - с первым входом третьего элемента И, выходы третьего и четвертого регистров памяти объединены между собой и подключены к управляющему входу делителя частоты, выход генератора тактовых импульсов соединен со счетным входом делителя частоты, выход которого соединен с вторыми входами второго и третьего элементов И, выходы которых соединены со счетными входами соответственно первого и второго счетчиков.

На фиг. 1 приведена блок-схема генератора; на фиг. 2 - схема блока управления; на фиг. 3 - схема блока памяти.

Устройство содержит генератор 1 случайных чисел, блок 2 управления, блок 3 памяти, преобразователь 4 код - напряжение, счетчик 5, триггер 6, регистры 7 и 8 памяти, счетчик 9, элементы И 10 и 11, элемент НЕ 12, элемент И 13, блок 14 задания временных масштабов, содержащий регистры 15 и 16 памяти, делитель 17 частоты, генератор 18 тактовых импульсов. Блок 2 управления содержит реверсивный счетчик 19, элемент И 20, элемент ИЛИ 21 и элемент И 22. Блок 3 памяти разделен на три области 23 - 25, в каждую из которых записывают коды параметра процесса.

Процесс работы генератора можно представить как последовательность повторяющихся циклов, на каждом из которых формируется импульс прямоугольной формы со случайной амплитудой, длительностью и случайной паузой между окончанием данного импульса и началом последующего.

К моменту начала очередного цикла из блока 3 памяти в преобразователь код - напряжение записывается случайное число, задающее на данном цикле значение амплитуды импульса, в счетчик 5 - случайное число, задающее длительность случайной составляющей импульса. В счетчик 9 записывается код из регистра 7, задающий длительность постоянной составляющей импульса. Триггер 6 устанавливается в единичное состояние, начинается формирование импульса. При этом разрешается преобразование в напряжение записанного в преобразователе 4 случайного числа с учетом его знака. Запрещается чтение на вы-

ходы регистров 7 и 16 памяти записанных в них кодов, разрешается чтение кодов, записанных в регистры 8 и 15. В делителе 17 частоты устанавливается коэффициент пересчета, задаваемый кодом, поступающим из регистра 15 памяти.

Если задана нулевая постоянная составляющая в длительности импульса (во все разряды счетчика 9 записаны единицы), с выходов элемента И 10 и инвертора 12 поступают уровни, запрещающие прохождение импульсов с выхода делителя 17 частоты через элемент И 13 и разрешающие их прохождение через элемент И 11 на вход счетчика 5. При этом формирование длительности импульса начинается сразу с формирования случайного интервала. Если задана не нулевая постоянная составляющая, с выходов элемента И 10 и элемента НЕ 12 поступают уровни, задающие прохождение импульсов через элемент И 13 на вход счетчика 9. С поступлением каждого импульса состояние счетчика 9 увеличивается до момента, когда в нем будут записаны все единицы, что означает окончание формирования интервала постоянной составляющей. При этом прохождение импульсов через элемент И 13 и дальнейшая работа счетчика 9 запрещается, разрешается поступление импульсов через элемент И 11 на вход счетчика 5 - начинается формирование случайного интервала.

Состояние счетчика 5 увеличивается до момента, когда в нем также будут записаны единицы, после чего с поступлением следующего импульса на его выходе вырабатывается импульс, по которому производится запись в счетчик 5 из блока 3 памяти нового случайного числа, задающего длительность случайной составляющей паузы между импульсами, в счетчик 9 записывается из регистра 8 памяти код, задающий длительность постоянной составляющей паузы, триггер 6 устанавливается в противоположное (нулевое) состояние - начинается формирование паузы. При этом работа преобразователя код - напряжение запрещается, на его выходе устанавливается нулевой потенциал. Чтение содержимого регистров 8 и 15 памяти запрещается, разрешается чтение содержимого регистров 7 и 16. В делителе час-

тоты устанавливается коэффициент пересчета, задаваемый кодом, поступающим с выхода регистра 16. Дальше формирование временного интервала длительности паузы идет аналогично формированию временного интервала длительности импульса.

По окончании паузы с выхода счетчика 5 поступает импульс, по которому производится запись нового случайного числа из блока 3 памяти, задающего длительность случайной составляющей импульса, в счетчик 9 - код из регистра 7, триггер 6 устанавливается в единичное состояние, процесс повторяется.

Взаимодействие между генератором 1 случайных чисел и блоком 3 памяти, с одной стороны, и, с другой стороны, между блоком 3 памяти и приемниками случайных чисел организовано следующим образом.

Если триггер 6 находится в нулевом состоянии, из блока памяти по выходу 2 считывается код, задающий длительность импульса, если в единичном - код, задающий длительность паузы. Код амплитуды постоянно считывается на выход 1 блока памяти. После окончания одного цикла формирования потока адрес чтения кодов случайных чисел из блока 3 памяти уменьшается на единицу. Генератор случайных чисел непрерывно формирует случайные числа параметров. После окончания формирования тройки случайных чисел они записываются в блок 3 памяти, при этом адрес записи и чтения информации блока 3 памяти увеличивается на единицу. Таким образом, блок 3 памяти представляет собой буфер случайных чисел.

Блок 2 управления работает в соответствии с описанным взаимодействием следующим образом.

Адреса чтения и записи информации для блока 3 памяти формируются реверсивным счетчиком 19 блока управления. После окончания формирования тройки чисел с выхода 2 генератора 1 случайных чисел поступает импульс готовности на суммирующий вход реверсивного счетчика 19. По переднему фронту этого импульса состояние счетчика увеличивается на единицу, после чего сформированная тройка чисел записывается в блок 3 памяти. Если в блоке 3 памяти есть

свободные ячейки, т.е. состояние счетчика 19 не равно максимальному (все единицы), с выхода элемента И 20 на вход генератора 1 случайных чисел поступает сигнал, разрешающий формирование новой тройки случайных чисел. Если в некоторый момент все ячейки блока 3 памяти заполнены несчитываемыми случайными числами, по сигналу с выхода элемента И 20 запрещается работа генератора случайных чисел до момента, когда освободятся ячейки памяти.

После перехода триггера 6 в нулевое состояние состояние счетчика 19 уменьшается на единицу, т.е. следующая тройка случайных чисел будет считываться из блока памяти по адресу, на единицу меньшему, а в освобожденные ячейки запишется новая тройка случайных чисел. Если в некоторый момент все случайные числа из блока 3 памяти считались, новая тройка чисел не сформирована, повторно считываются числа по нулевому адресу, однако уменьшение состояния реверсивного счетчика 19 запрещено сигналом логического нуля с выхода схемы ИЛИ 21, поступающим на первый вход элемента И 22.

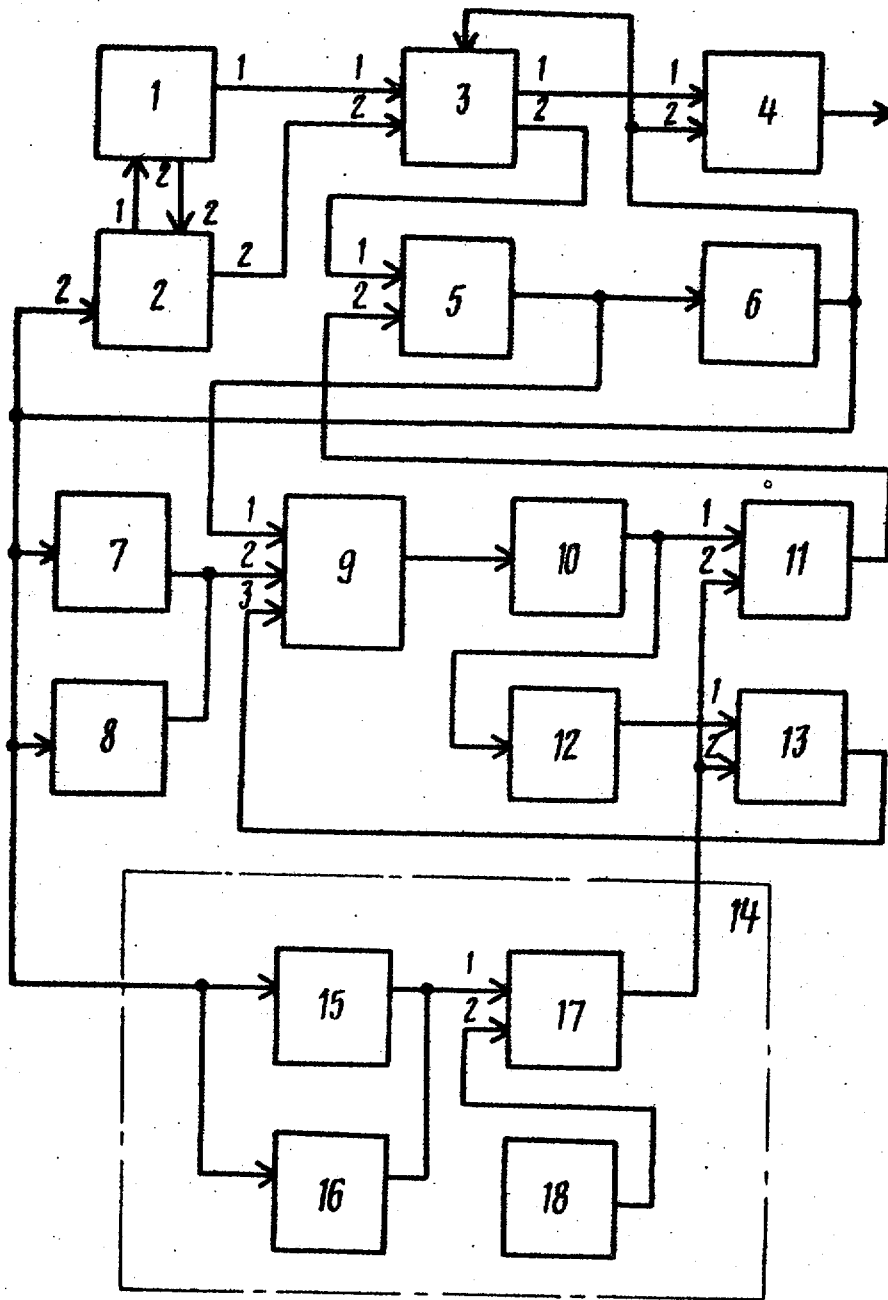
Повторные считывания, если их вероятность будет значительной, могут привести к нарушению требуемой вероятностной структуры генерируемого процесса. С одной стороны, вероятность повторных считываний кодов зависит от скорости формирования случайных чисел и закона распределения интервалов поступления запросов в первом приближении от отношения времени формирования тройки случайных чисел параметров к математическому ожиданию потока запросов. С другой стороны, эта вероятность зависит от количества ячеек блока 3 памяти. Если математическое ожидание потока запросов на случайные числа больше времени генерирования тройки чисел параметров, то при любом законе распределения потока запросов путем увеличения емкости блока 3 памяти вероятность повторных считываний можно получить сколь угодно малой. Кроме того, структура блока управления может быть разной для разного типа генераторов случайных чисел. Например, если применить вместо

генератора, формирующего последовательно числа каждого параметра, три генератора, работающих параллельно и независимо друг от друга, потребуется применить блок управления, состоящий из трех блоков (фиг. 2).

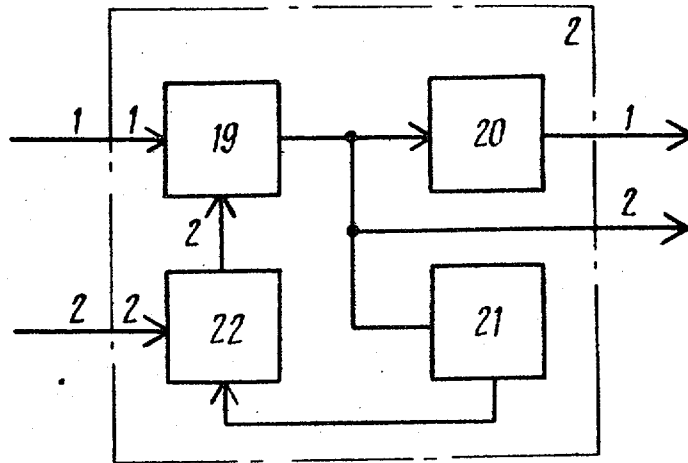
Таким образом, на выходе устройства формируется поток импульсов прямоугольной формы со случайной амплитудой, длительностью и паузой между импульсами с заданными (управляемыми) законами распределения. Причем изменение формы (вида) законов осуществляется путем перенастройки генератора 1 случайных чисел, изменение постоянных составляющих временных параметров (изменение их математических ожиданий без изменения дисперсии и формы законов) осуществляется изменением содержимого первого 7 и второго 8 регистров памяти, изменение частотных характеристик процесса (изменение масштабов временных параметров) осуществляется изменением содержимого третьего 15 и четвертого 16 регистров памяти.

Предлагаемый генератор представляет собой, по существу, аппаратный имитатор информационных процессов, имеющих принципиально импульсную природу. Важность управления параметрами случайного импульсного потока позволяет настроить генератор таким образом, что имитируемый процесс оказывается адекватным некоторому реальному по соответствующим статистическим характеристикам. Особенно эффективно использование предложенного генератора для моделирования информационных процессов в трактах передачи, приема и обработки информации. Современные радиотехнические системы строятся на основе одного из видов импульсной модуляции при прямоугольной форме сигналов. На всех этапах разработки и проектирования этих систем используются различные виды моделирования и, в частности имитационное моделирование.

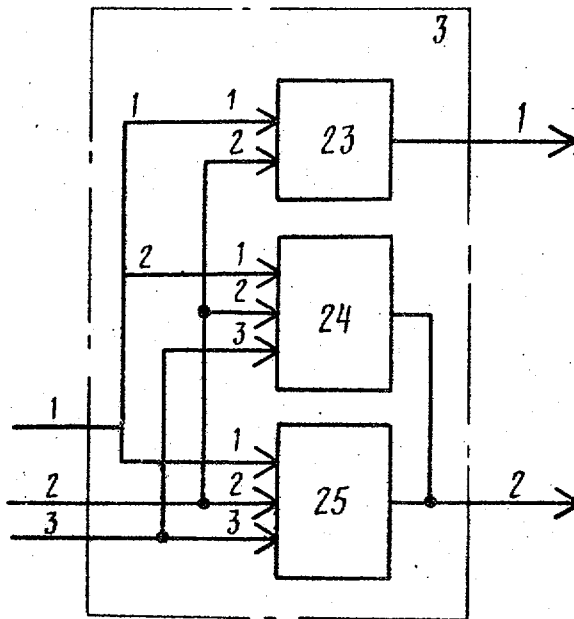
Применение имитационного моделирования с использованием моделей сигналов, близких к реальным, позволяет сократить время проектирования, повысить достоверность моделирования, снизить затраты на доводку промышленных образцов радиотехнических систем.



Фиг. 1



Фиг.2



Фиг.3

Составитель А. Карасов
 Редактор О. Юрковецкая Техред С. Легеза Корректор А. Зимоков

Заказ 3441/39 Тираж 699 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