



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 08.12.81 (21) 3360936/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.03.83. Бюллетень № 10

Дата опубликования описания 15.03.83

(11) 1005044

(51) М. Кл.³

G 06 F 7/58

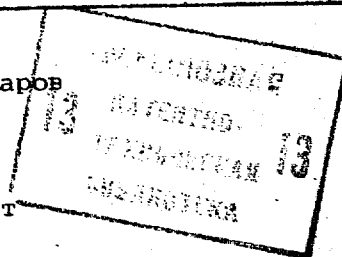
(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В.Н.Ярмолик, И.П.Кобяк и А.И.Шемаров

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) ГЕНЕРАТОР РАВНОВЕРЯТНОЙ ДВОИЧНОЙ
ЦИФРЫ

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано для построения генераторов случайных чисел при решении задач статистическими методами, а также для построения генераторов случайных процессов с заданными характеристиками, которые широко применяются при испытании эффективности различных алгоритмов для вычислительных машин для измерения дальности в радиолокации, для кодирования речи, обнаружения ошибок, идентификации систем, в испытательной и контрольной аппаратуре при выпуске изделий вычислительной техники.

Известно устройство для формирования случайного синхронного телеграфного сигнала, содержащее бистабильный мультивибратор, генератор шума, усилитель-ограничитель, полосовой фильтр, фазовый инвертор, два регулятора порогового напряжения, два элемента совпадения, генератор тактовых импульсов, инвертор и сумматор [1].

Это устройство отличается сложностью аппаратного построения. Кроме того, даже при таких затратах оборудования вероятность появле-

2

ния единицы на выходе устройства значительно зависит от стабильности генератора шума.

5 Известен блок формирования опорных последовательностей генератора GENAP-2, основанный на пересчете неактивированных последовательностей случайных импульсов на триггере со счетным входом [2].

10 Этот блок отличается несколькими меньшими аппаратными затратами, однако необходимость пересчета по модулю два входной последовательности случайных неактивированных импульсов снижает быстродействие устройства в целом.

15 Наиболее близким к изобретению является генератор случайной последовательности импульсов, состоящий из двух двухвходовых элементов ИЛИ-НЕ, интегратора блока согласования, элемента НЕ и генератора тактовых импульсов [3].

20 Недостатками рассмотренного генератора случайной последовательности импульсов являются сложность его аппаратного построения, которая в основном определяется наличием аналоговых элементов (интегратора и
30 блока согласования), а также необ-

ходимость наличия устройств контроля равновероятности.

Цель изобретения - сокращение объема используемого оборудования, т.е. упрощение генератора.

Поставленная цель достигается тем, что генератор равновероятной двоичной цифры, содержащий генератор тактовых импульсов, первый и второй элементы ИЛИ-НЕ, причем выход первого элемента ИЛИ-НЕ подключен к первому входу второго элемента ИЛИ-НЕ, выход которого подключен к первому входу первого элемента ИЛИ-НЕ, введены третий и четвертый элементы ИЛИ-НЕ, выходы которых подключены к вторым входам первого и второго элементов ИЛИ-НЕ соответственно, к первым входам третьего и четвертого элементов ИЛИ-НЕ подключен выход генератора тактовых импульсов, выход второго элемента ИЛИ-НЕ соединен с вторым входом третьего элемента ИЛИ-НЕ, выход которого подключен к второму входу четвертого элемента ИЛИ-НЕ.

На фиг. 1 приведена функциональная схема генератора; на фиг. 2 - реализация генератора на триггере; на фиг. 3 - временная диаграмма его работы.

Генератор состоит из генератора 1 тактовых импульсов, первого 2, второго 3, третьего 4, четвертого 5 двухвходовых элементов ИЛИ-НЕ, причем выход первого элемента ИЛИ-НЕ 2 подключен к первому входу второго элемента ИЛИ-НЕ 3, выход которого подключен к первому входу первого элемента ИЛИ-НЕ 2. Выход генератора 1 тактовых импульсов подключен к первым входам третьего 4 и четвертого 5 элементов ИЛИ-НЕ, выход третьего элемента ИЛИ-НЕ 4 подключен к вторым входам первого 2 и четвертого 5 элементов ИЛИ-НЕ, а выход четвертого элемента ИЛИ-НЕ 5 подключен к второму входу второго элемента ИЛИ-НЕ 3, выход которого подключен к второму входу третьего элемента ИЛИ-НЕ 4.

Генератор тактовых импульсов состоит из последовательно включенных инверторов сопротивления и емкости.

Источником случайности в предлагаемом устройстве является действие внутренних шумов логических элементов, которые проявляются в форме флуктуации времен задержек этих элементов. Для многих параметров дискретных элементов и логических элементов может быть принята гипотеза о нормальном законе распределения. Так, в частности, время задержки на логическом элементе есть случайная величина, распределенная по нормальному закону распределения. Причина флуктуаций времен задержки на логическом элементе заключается в дис-

кретном характере зарядов, создающих электрический ток (дробовый эффект), в тепловом движении этих носителей зарядов (тепловой шум), в изменении проводимости под воздействием некоторых случайных факторов (модуляционный шум) и т.д.

Функционирование генератора равновероятной двоичной цифры происходит следующим образом.

На выходе генератора 1 тактовых импульсов формируется последовательность прямоугольных импульсов (фиг. 3а), которые поступают на вторые входы третьего 4 и четвертого 5 элементов ИЛИ-НЕ. В первоначальный момент на выходе генератора 1 генерируется высокий уровень эквивалентный логической единице (фиг. 3а). На выходах элементов 4 и 5 фиксируется значение логического нуля, которое сохраняет предыдущее состояние RS-триггера, состоящего из элементов 2 и 3. Предположим, что на выходе RS-триггера зафиксировано значение нуля, соответственно на нулевом выходе (выходе элемента 3) фиксируется значение логической единицы (фиг. 3б). В момент времени t_1 , когда на выходе генератора 1 тактовых импульсов появляется уровень логического нуля, на выходе элемента 2 и соответственно элемента 3 генерируется некоторый колебательный процесс. Средний период следования импульсов в выходном колебательном процессе и максимальная и минимальная амплитуды импульсов в сильной степени зависят от задержки сигнала на каждом логическом элементе. Период следования импульсов в такой последовательности есть величина случайная, минимальное значение которой для данного случая (для случая, когда последовательно включено три транзисторно-транзисторных логических элемента) составляет 0,1-0,3 мкс. Кроме того, в силу влияния внутренних случайных факторов стабильность периода импульсов в выходном колебательном процессе не превышает 20%. Таким образом, начиная с момента времени t_1 на выходе элемента 3 (фиг. 3б) генерируется колебательный процесс со случайной длительностью периода. При появлении на выходе генератора 1 тактовых импульсов высокого уровня, соответствующего логической единице (момент времени t_2) колебательный процесс прекращается, и выходной RS-триггер устанавливается в одно из двух устойчивых состояний. Состояние, в которое устанавливается RS-триггер, определяется сигналами на выходах элементов 4 и 5 в момент времени t_2 , которые однозначно определяются автоколебаниями со слу-

чайным периодом, поэтому в общем случае RS-триггер равновероятно устанавливается или в нулевое, или в единичное состояние. На фиг. 3б показана конкретная реализация на выходе элемента ИЛИ-НЕ 3, а на фиг. 3в - осциллограмма на выходе устройства.

Приведенное описание работы устройства было проверено для случая, когда период следования тактовых импульсов является величиной постоянной. Однако на практике это требование всегда не выполняется. Даже кварцевые генераторы характеризуются нестабильностью периода выходной импульсной последовательности. Нестабильность входной импульсной последовательности вносит еще большую нестабильность в получение на выходе генератора равномерной двоичной цифры: нуля или единицы. Соотношение между периодом автоколебаний T_d и периодом тактовых импульсов T_T должно иметь вид $T_T > 50 T_d$, что объясняется малой величиной случайных флуктуаций задержек на логическом элементе.

Преимущества генератора равновероятной двоичной цифры заключаются в следующем. Рассмотренный генератор реализуется при минимальном количестве элементов, причем в данном случае отсутствуют аналоговые элементы, которые характерны для всех известных генераторов равновероятной двоичной цифры, в том числе и для прототипа. Для реализации предлагаемого генератора, необходимо лишь четыре элемента ИЛИ-НЕ, в то время как для реализации прототипа необходимо два элемента ИЛИ-НЕ, инвертор, интегратор и согласующее устройство. В ряде случаев предлагаемый генератор равновероятной двоичной цифры может быть реализован на одноканальном D-триггере 6 (фиг. 2), для чего могут быть использованы интегральные схемы К155ТМ5 или К155ТМ7. В этом случае на реализацию генератора равновероятной двоичной цифры требуется только 1/4 корпуса ИС К155ТМ5 или К155ТМ7.

В сравнении с базовым объектом - блоком формирования опорных последовательностей генератора GENAP-2 предложенное устройство отличается существенной простотой аппаратной реализации и кроме того, более высокой надежностью функционирования.

Подобный генератор равновероятной двоичной цифры целесообразно использовать для построения генераторов рандомизированных псевдослучайных чисел, где необходим источник равновероятной двоичной цифры, не отличающийся высоким требованием к равновероятности выходных последовательностей.

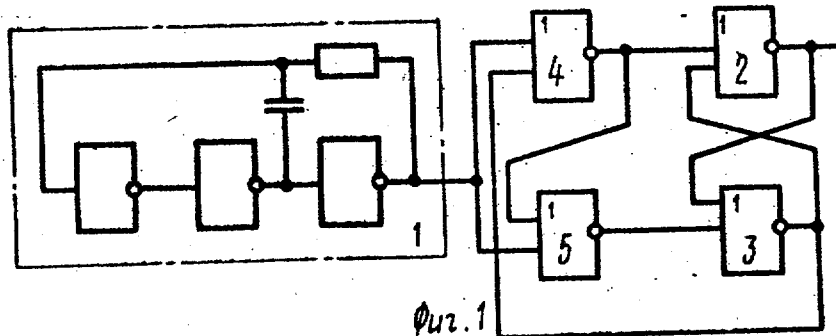
Формула изобретения

Генератор равновероятной двоичной цифры, содержащий генератор тактовых импульсов, первый и второй элементы ИЛИ-НЕ, причем выход первого элемента ИЛИ-НЕ подключен к первому входу второго элемента ИЛИ-НЕ, выход которого подключен к первому входу первого элемента ИЛИ-НЕ, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью упрощения генератора, он содержит третий и четвертый элементы ИЛИ-НЕ, выходы которых подключены к вторым входам первого и второго элементов ИЛИ-НЕ соответственно, к первым входам третьего и четвертого элементов ИЛИ-НЕ подключен выход генератора тактовых импульсов, выход второго элемента ИЛИ-НЕ соединен с вторым входом третьего элемента ИЛИ-НЕ, выход которого подключен к второму входу четвертого элемента ИЛИ-НЕ.

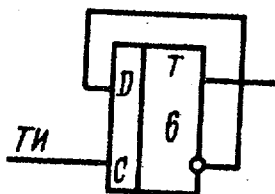
Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

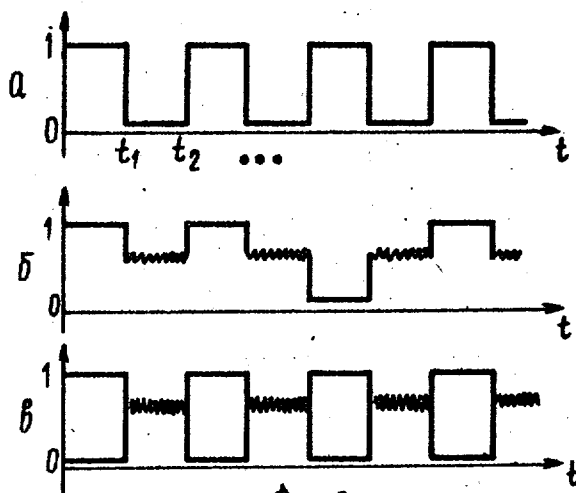
1. Авторское свидетельство СССР № 834855, кл. Н 03 К 3/84, 1981.
2. Яковлев В.Б., Федоров Р.Ф. Вероятностные вычислительные машины. Л., "Машиностроение", 1974, с. 228.
3. Авторское свидетельство СССР № 688905, кл. G 06 F 1/02, G 07 C 15/00, 1979 (прототип).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель А. Карасов

Редактор Л. Алексеенко Техред Ж. Кастелевич Корректор М. Демчик

Заказ 1900/64

Тираж 704

Подписное

ВНИПИ 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