



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 № 344431

(22) Заявлено 25.06.81 (21) 3305107/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.02.83 Бюллетень № 6

Дата опубликования описания 15.02.83

(11) 997035

(51) М. Кл.³

G 06 F 7/58

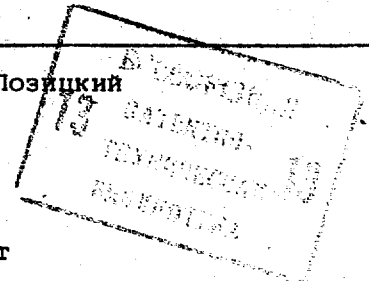
(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Э.А. Баканович, Н.А. Волорова, В.П. Лозицкий
и А.И. Волковец

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) УПРАВЛЯЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР ПОТОКОВ СЛУЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при вероятностном моделировании.

По основному авт. св. № 344431 известен генератор, содержащий последовательно соединенные блок ввода, блок элементов И, шифратор, регистр памяти и счетчик, вход которого соединен с выходом генератора импульсов, а выход соединен с управляющим входом регистра памяти, выходы которого через блок блокировки соединены со входом блока элементов И, другой вход которого подключен к выходу блока задания длительности испытания [1].

Однако управление всеми элементами И с выхода блока задания длительности испытания осуществляется одновременно, что снижает точность управления генератором.

Целью изобретения является повышение точности генератора.

Для достижения поставленной цели блок задания длительностей испытания содержит генератор импульсов, счетчик, группу регистров памяти и группу схем сравнения, выходы которых являются выходом блока, выход генератора импульсов соединен со счетным

2

входом счетчика, выходы которого соединены с первыми группами входов схем сравнения группы соответственно, вторые группы входов которых соединены с выходами соответствующих регистров памяти группы, входы которых образуют информационный вход блока.

На фиг. 1 приведена блок-схема генератора; на фиг. 2 - работа генератора.

Генератор содержит блок 1 ввода потоков случайных импульсов, блок 2 задания длительностей испытаний, блок 3 элементов И, шифратор 4, регистр 5 памяти, счетчик 6, блок 7 блокировки, генератор 8 импульсов. Блок 1 ввода потоков случайных импульсов содержит датчик 9 потоков случайных импульсов и блок 10 элементов задержки. Блок 2 задания длительностей испытаний содержит генератор 11 импульсов, счетчик 12, регистры 13 памяти и схемы 14 сравнения.

Сущность предлагаемого изобретения заключается в том, что настройка на заданную функцию распределения вероятностей осуществляется путем изменения соотношения длительностей разрешающих сигналов для каждой из схем совпадения, входящих в блок схем сов-

30

падения, а не за счет изменения интенсивностей датчика 9 в отличие от прототипа. Очевидно, организовать программное управление длительностями разрешающих сигналов проще, чем управлять интенсивностями потоков случайных импульсов, формируемых датчиками потоков случайных импульсов. Интенсивности всех потоков случайных импульсов, поступающих на элементы И, входящие в блок 3, постоянны, одинаковы для всех элементов И, входящих в блок 3 и не изменяются в процессе перенастройки на воспроизведение другой функции распределения вероятностей. Это позволяет использовать один качественный датчик потоков случайных импульсов и осуществить для него стабилизацию интенсивности формируемого потока.

Рассмотрим назначение отдельных блоков предлагаемого генератора нестационарных потоков случайных событий с цифровым управлением.

Блок 1 ввода потоков случайных импульсов предназначен для формирования n независимых потоков случайных импульсов с требуемыми интенсивностями.

Блок 2 задания длительностей испытаний предназначен для формирования n разрешающих сигналов (по числу элементов И в блоке 3, число которых соответствует числу интервалов квантования воспроизводимой функции распределения вероятностей); длительности этих сигналов соответствуют кодам, поступающим от внешнего источника управляющих кодов (например, от ЭВМ), и определяют вероятности попадания формируемой случайной величины в соответствующий интервал квантования. Таким образом, с помощью этого блока осуществляется управление видом воспроизводимой функции распределения вероятностей и ее числовыми характеристиками.

Блок 3 элементов И, содержащий n 3-х входных элементов И, предназначен для реализации случайного испытания и формирования унитарного кода, в котором единица соответствует тому элементу И блока 3, на выходе которого появляется сигнал в данном цикле испытаний.

Шифратор 4 предназначен для преобразования n -разрядного унитарного кода номера того элемента И блока 3, через который проходит первый сигнал при проведении очередного случайного испытания в позиционный код соответствующей разрядности.

Регистр 5 памяти предназначен для запоминания номера того элемента И блока 3, через который проходит первый после начала случайного испытания импульс от блока 1 ввода потоков случайных импульсов.

Счетчик 6 импульсов и генератор 8 импульсов предназначены для преобразования кода, поступающего из регистра 5 номера элементов И, во временной интервал.

Блок 7 блокировки предназначен для запрещения проведения случайного испытания путем блокировки элементов И блока 3, если в регистре 5 номера элементов И хранится код, отличный от нуля.

Датчик 9 потоков случайных импульсов предназначен для формирования первичного потока случайных импульсов, например пуассоновского, с интенсивностью λ .

Блок 10 элементов задержки предназначен для получения из одного случайного импульсного потока, например пуассоновского, с интенсивностью λ n независимых потоков с той же интенсивностью. Для этого может быть использовано, например, свойство пуассоновского потока, заключающееся в том, что длительности интервалов между соседними сигналами в пуассоновском потоке независимы друг от друга. Для пуассоновского потока на входе и выходе линии задержки практически независимы друг от друга, если за время задержки t_z с вероятностью, близкой к единице, приходит очередная импульс входного потока. Требуемая величина t_z определяется по формуле

$$t_z \gg \frac{1}{\lambda} \ln \frac{1}{\xi},$$

где λ - интенсивность пуассоновского потока;

$\xi = 1 - P$, P - вероятность появления импульса на выходе датчика 9 потоков случайных импульсов за время t_z , эта вероятность выбирается достаточно близкой к единице.

Элементы задержки могут быть выполнены, например, на триггерах Шмидта, входящих в состав интегральных комплексов элементов (серии 155, например).

Генератор 11 импульсов и счетчик 12 импульсов предназначены для формирования кода текущего времени проводимого случайного испытания, необходимого для работы преобразователей код - временный интервал. Формируемый код поступает на схемы сравнения всех преобразователей код - временный интервал, чем обеспечивается синхронность их работы.

Блок 13 регистров памяти предназначен для хранения управляющих кодов, поступающих от внешнего источника, например от управляющей ЭВМ, и определяющих вид воспроизведения функции распределения и ее числовые характеристики.

Схемы сравнения 14 предназначены для выработки совместно с регистром n разрешающих сигналов, поступающих на элементы И блока 3 элементов И. Разрешающий сигнал формируется на выходе каждой схемы сравнения в течение интервала времени, когда величина кода, хранящегося в соответствующем ей регистре 13 больше, чем величина кода текущего времени случайного испытания на выходе счетчика 12 импульсов.

Рассмотрим работу предлагаемого устройства в стационарном режиме, который характеризуется тем, что на выходе генератора формируется поток случайных событий (случайных интервалов времени между соседними сигналами), для которого вид воспроизводимой функции распределения вероятностей и ее числовые характеристики остаются неизменными. Так как характер воспроизводимой функции распределения и ее числовые характеристики определяются управляющими кодами, хранящимися в регистрах 13 то, следовательно, в стационарном режиме эти коды остаются неизменными.

Воспроизводимая функция распределения аппроксимируется набором вероятностей, каждая из которых берется равной среднему значению функции распределения на интервале квантования. Поэтому, чем большее число интервалов квантования использовано для аппроксимации, тем выше точность воспроизведения заданной функции распределения. Количество интервалов квантования равно числу потоков случайных импульсов, поступающих от блока 1 ввода потоков случайных импульсов, числу элементов И блока 3, числу регистров 13 и схем сравнения 14. Это число обозначено символом n .

Рассмотрим работу генератора с момента времени, когда на выходе счетчика 6 импульсов появляется сигнал переполнения, который устанавливает в нуль все разряды регистра 5 номера элементов И. Если во все разряды регистра 5 номера элементов И записаны нули, то срабатывает блок 7 блокировки и открывает по блокирующему входу элементы И блока 3. Блок 2 задания длительностей испытаний периодически вырабатывает n разрешающих сигналов, которые поступают на n элементов И блока 3. Длительность разрешающего сигнала τ_i , поступающего на i -й элемент И блока 3, определяется кодом в i -м регистре 13 и изменяется от значения величины T - периода следования сигналов от генератора 11 импульсов до величины $T(2^m - 1)$, где m - разрядность счетчика 12 импульсов. Разрешающие сигналы вырабатываются на выходах схем сравнения 14 в течение промежутка времени, когда величина кода текущего времени в счетчи-

ке 12 импульсов меньше или равна величине кода в соответствующем регистре 13 памяти. Таким образом, каждый из элементов И блока 3 оказывается открытым на интервал времени, определенный кодом, хранящимся в соответствующем ей регистре 13. Первый же импульс, поступивший от блока 1 ввода потоков случайных импульсов в течение времени проведения случайного испытания, когда элемент И блока 3 открыт по управляющему (от схем сравнения 14) и по блокирующему (от блока 7 блокировки), входу, проходит через один из элементов И блока 3 и шифратор 4 записывает в регистр 5 номер того элемента И, через который прошел импульс. После этого содержимое регистра 5 памяти уже не является нулевым, поэтому срабатывает блок 7 блокировки, который запрещает по блокирующему входу работу элементов И блока 3, и до следующего случайного испытания состояние регистра 5 номера элементов И не изменяется.

Вероятность того, что первым пройдет импульс через i -й элемент И блока 3, зависит от длительности разрешающего (управляющего) сигнала, поступающего на этот элемент И от соответствующей схемы сравнения 14 и, следовательно, от величины управляющего кода в i -м регистре 13. Изменяя величины управляющих кодов в регистрах 13 можно управлять вероятностями того, что в регистре 5 номера элемента И записывается номер того или иного элемента И блока 3, т.е. формировать требуемую функцию распределения вероятностей.

По сигналу переполнения счетчика 6 импульсов осуществляется перезапись нового содержимого регистра 5 номера элементов И в счетчик 6 импульсов и "обнуление" регистра 5 памяти и, как следствие этого, блок 7 блокировки разрешает работу блока 3, после чего начинается новое случайное испытание.

Генератор 8 импульсов и счетчик 6 импульсов совместно осуществляют преобразование числа, записанного в счетчик 6 импульсов, во временной интервал между соседними сигналами формируемого предлагаемым генератором потока случайных импульсов; одновременно с этим проводится новое случайное испытание, в результате которого формируется новое случайное число (номер элемента И блока 3, через который прошел импульс), которое записывается в регистр 5. Интенсивность выходного потока случайных сигналов, формируемого предлагаемым генератором, регулируется путем изменения частоты следования сигналов, поступающих от генератора 8 импульсов; изменение частоты генера-

тора 8 импульсов не влияет на вид воспроизводимой функции распределения вероятностей.

Рассмотрим работу предлагаемого генератора в нестационарном режиме, т.е. процедуру перенастройки генератора на воспроизведение другой функции распределения вероятностей. Перенастройка осуществляется путем записи в регистры 13 управляющих кодов, соответствующих новой функции распределения. Быстрая перенастройка предлагаемого генератора с воспроизведения одной функции распределения на воспроизведения другой (время перенастройки равно времени записи в регистры 13 новых управляющих кодов) с помощью управляющей ЭВМ или другого средства формирования управляющих кодов позволяет формировать нестационарные потоки случайных импульсов.

Ниже приводятся математические соотношения, позволяющие определить значения управляющих кодов, если задана функция распределения вероятностей.

На фиг. 2 приведена временная диаграмма работы элементов И блока 3. На этой диаграмме показаны n случайных импульсных потоков, поступающих от блока 1 ввода потоков случайных импульсов, и n управляющих сигналов, поступающих от блока 2 задания длительностей случайных испытаний на управляющие входы элементов И блока 3.

При наличии разрешающего сигнала от схемы 7 блокировки проводится случайное испытание, заключающееся в подаче n разрешающих сигналов на элементы И блока 3 и в определении номера того элемента И, через который прошел первый импульс в данном случайном испытании. При построении предлагаемого генератора нестационарных потоков случайных событий с цифровым управлением используется то обстоятельство, что вероятность поступления первым сигнала i -го потока случайных импульсов на соответствующий элемент И блока 3 при проведении случайных испытаний зависит от соотношения длительностей управляющих сигналов, поступающих от блока 2 задания длительностей случайных испытаний на управляющие входы элемента И блока 3.

Случайное испытание можно интерпретировать как процесс бросания в случайный момент времени t_0 точки одновременно на n независимых случайных импульсных потоков, временные интервалы между соседними импульсами в которых имеют плотности распределения вероятностей $f_1(v)$, $f_2(v)$, ..., $f_n(v)$. Моменту t_0 соответствует начало совместного воздействия на блок 3 элементов И разрешающего сигнала от бло-

ка 7 блокировки и управляющих сигналов от блока 2 задания длительности случайных испытаний.

Вероятность появления первым после момента t_0 импульса k -го потока определяется выражением

$$P_k = \int_0^{\tau_k} \frac{\psi_k(\theta)}{1 - F_k(\theta)} \prod_{i=1}^n [1 - F_i(\theta)] d\theta, \quad (1)$$

где τ_k - длительность k -го разрешающего сигнала;

θ - длительность интервала времени между моментом t_0 и моментом прихода первого импульса;

$\psi_k(\theta) = \frac{1}{m_{V_k}} \int_0^{\infty} f_k(v) dv$ - плотность распределения вероятностей интервала θ для потока с номером k ;

$F_k(\theta) = \int_0^{\theta} \psi_k(\theta) d\theta$ - функция распределения вероятности интервала θ для потока с номером k ;

$m_{V_k} = \int_0^{\infty} v f_k(v) dv$ - математическое ожидание длительности интервала V_k между соседними сигналами в потоке с номером k .

Используя выражение (1), можно для пуассоновских потоков с интенсивностью λ получить рекуррентную формулу для расчета τ_i , исходя из вектора вероятностей $\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$, упорядоченного по возрастанию $P_1 < P_2 < P_3 < \dots < P_n$.

$$\tau_{i+1} = \frac{1}{\lambda(n-i)} \ln \frac{1}{e^{-(n-1)\lambda\tau_i} - (n-i)(P_{i+1}-P_i)}, \quad (2)$$

причем $\tau_0 = 0$; $P_0 = 0$.

Расчет τ_i проводится последовательно, начиная с τ_1 и кончая τ_n . Этот расчет совместно с расчетом вероятностей для заданной функции распределения вероятностей целесообразно проводить с помощью ЭВМ, на которую также возлагается пересчет интервалов τ_i в управляющие коды по формуле

$$K_i = \frac{\tau_i}{T}, \quad (3)$$

где K_i - величина управляющего кода в десятичной системе счисления; T - период следования сигналов генератора 11 импульсов.

Таким образом, в предлагаемом генераторе обеспечивается возможность программного управления видом воспроизводимой функции распределения вероятностей и ее числовыми характеристиками, а также формирование нестационарных потоков случайных событий.

В предлагаемом устройстве реализуется цифровой метод управления видом воспроизводимой функции распределения вероятностей и ее числовыми характеристиками, позволяющий повысить точность воспроизведения требуемой функции распределения вероятностей, осуществлять оперативную перестройку с одной функции распределения на другую, использовать данное устройство в комплексе с ЭВМ. Предлагаемое устройство содержит только один датчик первичных потоков случайных импульсов (ДПСИ), причем интенсивность его может быть постоянной; увеличение точности воспроизведения заданной функции распределения вероятностей за счет увеличения числа интервалов квантования не влечет за собой увеличения числа ДПСИ. Это обстоятельство определяет технологичность предлагаемого устройства, простоту его наладки. Использование предлагаемого устройства в комплексе с ЭВМ или другим источником управляющих кодов позволяет формировать не-

стационарные потоки случайных импульсов.

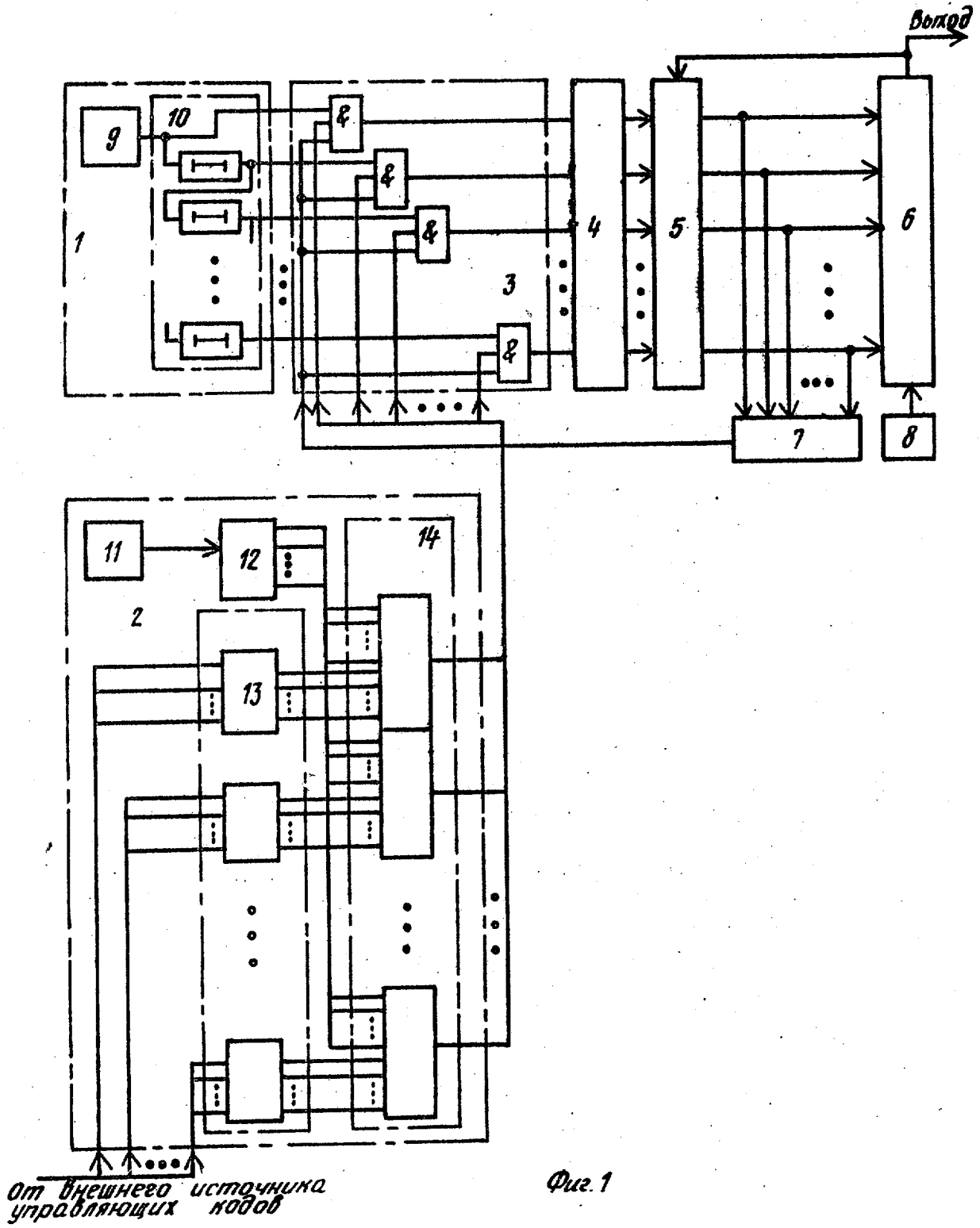
Формула изобретения

Управляемый генератор потоков случайных событий по авт. св. № 344431, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, блок задания длительности испытаний содержит генератор импульсов, счетчик, группу регистров памяти и группу схем сравнения, выходы которых являются выходом блока, выход генератора импульсов соединен со счетным входом счетчика, выходы которого соединены с первыми группами входов схем сравнения группы соответственно, вторые группы входов которых соединены с выходами соответствующих регистров памяти группы, входы которых образуют информационный вход блока.

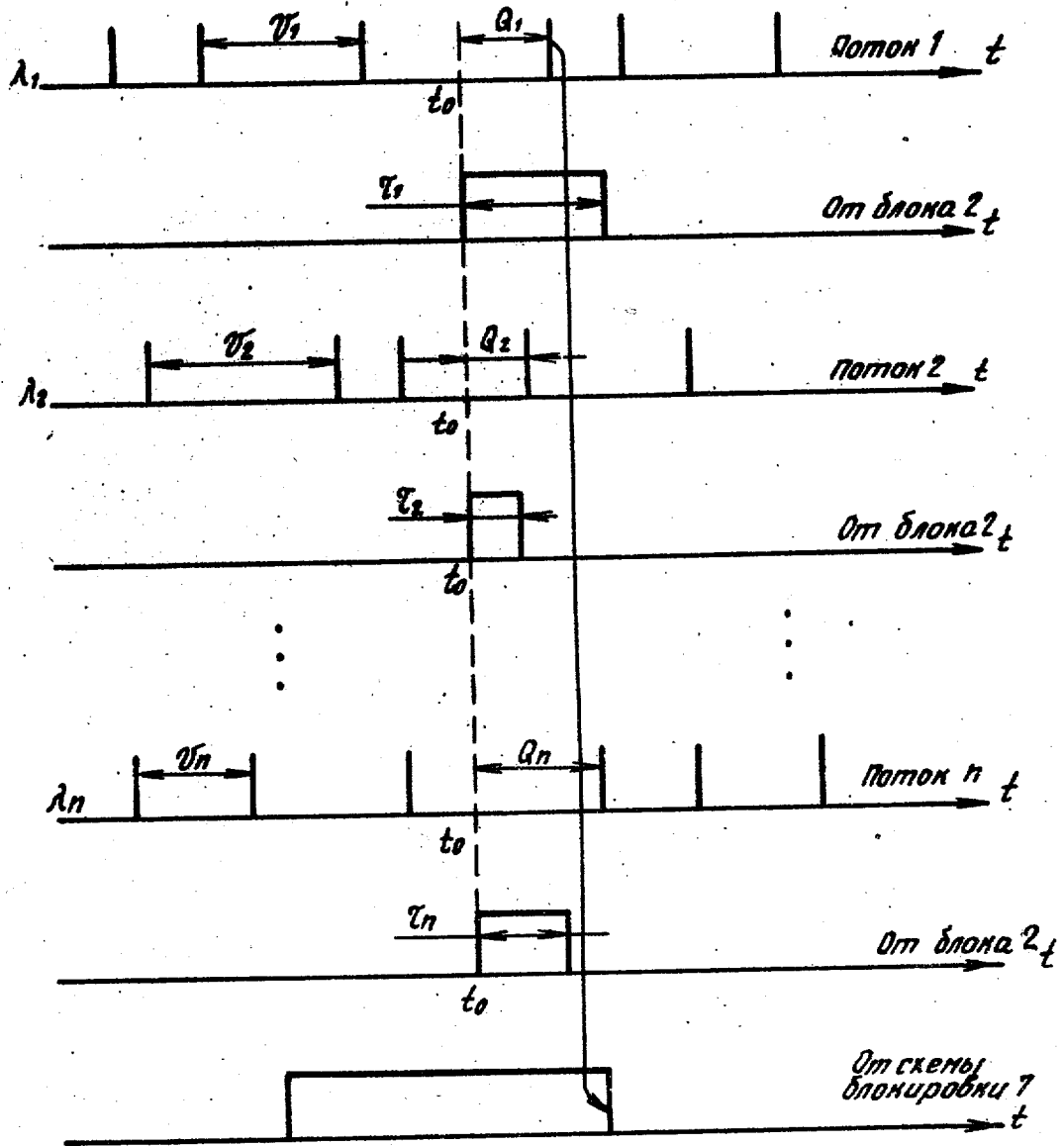
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 344431, кл. G 06 F 7/58, 1970 (прототип).

25



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Т. Веселова Составитель А. Карасов Корректор А. Гриценко
 Техред К. Мыцьо

Заказ 935/67 Тираж 704 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