



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 824178

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 20.06.79 (21) 2787511/18-24

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 23.04.81. Бюллетень № 15

Дата опубликования описания 04.05.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 06 F 1/02  
G 07 C 15/00

(53) УДК 681.325

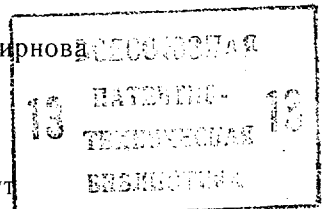
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

Э. А. Баканович, М. А. Орлов и Л. А. Смирнова

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



### (54) ГЕНЕРАТОР ПОТОКОВ СЛУЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ

1

Изобретение относится к вычислительной технике, может быть использовано для создания стохастических вычислительных машин и моделей, при моделировании случайных процессов и для построения датчиков случайных чисел.

Известен генератор потоков случайных событий, содержащий блок генераторов случайных импульсов, выходы которых подключены через первый блок элементов И к первым входам регистра, генератор тактовых импульсов, выход которого соединен со счетным входом триггера, второй блок элементов И, первые входы которых соединены с выходами регистра, вторые входы подключены к инверсному выходу триггера и к одному из входов генератора тактовых импульсов, второй вход которого соединен со вторыми входами регистра, причем во втором блоке элементов И выход каждого предыдущего элемента И подключен к инверсным входам последующих элементов И, а ко вторым входам первого блока элементов И подключен прямой выход триггера. В устройстве фиксируется факт появления хотя бы одного импульса от одного или более генераторов случайных импульсов, после

2

чего на выходе устройства формируется единичный сигнал с выхода элемента И, связанного с тем разрядом регистра, который имеет наименьший номер из числа всех разрядов, установленных в результате испытания, в единичное состояние, при высоком действии формирования случайных величин, распределенных по заданному закону и принимающих  $m$  значений [1].

Недостатком является сложность устройства из-за наличия  $m$  генераторов случайных импульсов.

Известен также генератор потоков случайных событий, содержащий генератор тактовых импульсов, управляемый регистр сдвига, блоки двухвходовых элементов И, подключенных ко входам соответствующих элементов ИЛИ, блок формирования первичных импульсных потоков и наборное поле [2].

Недостатком известного устройства является его сравнительная сложность из-за наличия генераторов первичных импульсных потоков и большого числа логических элементов, что, в частности, затрудняет выполнение таких устройств в виде интегральных микросхем.

Наиболее близким к предлагаемому является генератор потоков случайных событий, который содержит  $(n + 1)$  первичных источников случайного потока импульсов, соединенных с  $(n + 1)$ -ым формирователем импульсов,  $n$  из которых подключены через счетные триггеры и многовходовые элементы И к входам элемента ИЛИ, выход которого соединен с выходом устройства и входом генератора функций, выходы которого и выход  $(n + 1)$ -го формирователя импульсов также подключен к соответствующим входам многовходовых элементов И [3].

Недостатком устройства является сложность из-за наличия  $(n + 1)$ -го источника потоков случайных импульсов, что, в частности, затрудняет реализацию генератора в интегральном исполнении на базе цифровых элементов.

Цель изобретения — упрощение устройства генератора потоков случайных событий и повышение точности его работы. Для достижения поставленной цели в известный генератор импульсов, содержащий датчик импульсов, выход которого соединен с первым входом циклического регистра сдвига, первый выход которого соединен с первым входом многовходового элемента И, второй вход которого соединен с выходом равновероятностного элемента, а выход многовходового элемента И соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход которого является первым выходом генератора, снабжен первым, вторым и третьим двухвходовыми и трехвходовыми элементами И, первым, вторым и третьим триггерами, вторым и третьим элементами ИЛИ, счетчиком и блоком выходных ключей, выход которого соединен с вторым выходом генератора, первый вход — с выходом первого элемента ИЛИ, а второй вход — с первым выходом счетчика, второй выход которого подключен к первым входам первого триггера и второго двухвходового элемента И, третий выход — к первым входам второго триггера, первого и третьего двухходового элемента И и третьего элемента ИЛИ, а первый вход счетчика подключен к выходу датчика импульсов, к третьему входу многовходового элемента И и к первому входу трехвходового элемента И, второй вход которого соединен с вторым выходом циклического регистра сдвига, третий вход — с выходом равновероятностного элемента, а выход — с вторым входом первого триггера и первым входом второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к первому входу датчика импульсов, а второй вход — к второму входу второго триггера и выходу многовходового элемента И, четвертый вход которого соединен с выходом первого триггера, а пятый вход — с выходом второго триггера, вторым входом второго двухвходового элемента И и вторым входом первого двух-

входового элемента И, выход которого подключен к второму входу первого элемента ИЛИ, а выход второго двухвходового элемента И соединен с вторым входом третьего элемента ИЛИ, выход которого подключен к второму входу датчика импульсов, третий вход которого соединен с третьим выходом генератора и с выходом третьего двухвходового элемента И, второй вход которого подключен к выходу третьего триггера, второй вход которого соединен с первым выходом циклического регистра сдвига, а первый вход — с третьими входами первого и второго триггеров, вторым входом счетчика, четвертым входом датчика импульсов и с первым входом генератора потоков случайных событий, второй вход которого подключен к второму входу циклического регистра сдвига.

На чертеже изображена структурная схема предлагаемого устройства.

Генератор содержит датчик 1 импульсов, циклический регистр 2 сдвига, многовходовый элемент И 3, первый элемент ИЛИ 4, равновероятностный элемент 5, блок 6 выходных ключей, счетчик 7, первый триггер 8, первый двухвходовой элемент И 9, второй триггер 10, трехвходовый элемент И 11, второй элемент ИЛИ 12, второй двухвходовый элемент И 13, третий элемент ИЛИ 14, третий триггер 15 и третий двухвходовый элемент И 16.

Датчик 1 импульсов, циклический регистр 2 сдвига, многовходовый элемент И 3, первый элемент ИЛИ 4 и блок 6 выходных вентилях соединены последовательно, причем выход блока 6 выходных ключей соединен со вторым выходом генератора, а второй вход — с первым выходом счетчика 7, второй выход которого подключен к первым входам первого триггера 8 и второго двухвходового элемента И 13, третий выход — к первым входам второго триггера 10, первого двухвходового элемента И 9 и третьего элемента ИЛИ 14, а первый вход — к выходу датчика 1 импульсов, к третьему входу многовходового элемента И 3 и к первому входу трехвходового элемента И 11, второй вход которого соединен с вторым выходом циклического регистра 2 сдвига, третий вход — с выходом равновероятностного элемента 5, а выход — с вторым входом первого триггера 8 и первым входом второго элемента ИЛИ 12, выход которого подключен к первому входу датчика 1 импульсов, а второй вход — к второму входу второго триггера 10 и выходу многовходового элемента И 3, второй вход которого соединен с выходом равновероятностного элемента 5, четвертый вход — с выходом первого триггера 8, а пятый вход — с выходом второго триггера 10, вторым входом второго двухвходового элемента И 13 и вторым входом первого двухвходового элемента И 9, выход которого подключен к второму входу первого элемен-

та ИЛИ 14, а выход второго двухвходового элемента И 13 соединен с вторым входом третьего элемента ИЛИ 14, выход которого подключен к третьему выходу генератора и выходу третьего двухвходового элемента И 16, первый вход которого подключен к третьему выходу счетчика 7, а второй вход — к выходу третьего триггера 15, второй вход которого соединен с первым выходом циклического регистра 2 сдвига, а первый вход — с третьими входами первого триггера 8 и второго триггера 10, вторым входом счетчика 7, четвертым входом датчика 1 импульсов и с первым входом генератора потоков случайных событий, второй вход которого подключен к второму входу циклического регистра 2 сдвига, а первый выход — к выходу первого элемента ИЛИ 4.

Датчик 1 импульсов служит для обеспечения импульсного режима работы устройства. Циклический регистр 2 сдвига предназначен для хранения и выдачи по сигналу от датчика 1 импульсов кодов, управляющих прохождением импульсов либо через многоходовый элемент И 3, либо через трехходовый элемент И 11. Многоходовый элемент И 3 обеспечивает управление прохождением импульсов с выхода датчика 1 импульсов на вход первого элемента ИЛИ 4, который служит для объединения импульсных потоков с выходом многоходового и первого двухвходового элементов И 3 и И 9. Блок выходных вентилях предназначен для выдачи по сигналу от первого элемента ИЛИ 4 случайного числа на выход генератора потоков случайных событий. Счетчик 7 формирует случайное число, а также служит для организации управления режимом работы датчика 1 импульсов первый триггер 8 управляет прохождением импульсов через многоходовый элемент И 3. Первый двухходовый элемент И 9 обеспечивает прохождение импульсов с третьего выхода счетчика 7 на вход первого элемента ИЛИ 4 при наличии разрешающего сигнала с выхода второго триггера 10, который управляет прохождением импульсов через многоходовый элемент И 3, первый двухходовый элемент И 9 и второй двухходовый элемент И 13. Трехходовый элемент И 11 служит для организации управления режимом работы датчика 1 импульсов и задает состояние первого триггера 8. Второй элемент ИЛИ 12 предназначен для объединения импульсных потоков с выходом многоходового элемента И 3 и трехходового элемента И 11 и задания быстрого режима работы датчика 1 импульсов. Третий элемент ИЛИ 14 предназначен для объединения импульсных потоков с третьего выхода счетчика 7 и выхода второго двухвходового элемента И 13 и задания номинального режима работы датчика 1 импульсов. Третий триггер 15 предназначен для повышения достоверности работы устройства. Третий двухходовый элемент

И 16 служит для повышения достоверности работы устройства.

Устройство работает следующим образом.

В номинальном режиме работы импульс с выхода датчика 1 импульсов поступает на вход циклического регистра 2 сдвига, сигнал на выходе которого может принимать значения  $a_{ij} \in (0,1)$ .

Если сигналы на первом выходе циклического регистра 2 сдвига и на выходе равновероятностного элемента 5 принимают значения «0», импульс с выхода датчика 1 импульсов не проходит ни через многоходовый элемент И 3, ни через трехходовый элемент И 11. Следующий импульс приводит к появлению на выходе циклического регистра 2 сдвига нового сигнала  $a_{ij+1} \in (0,1)$ .

Если сигнал на первом выходе циклического регистра 2 сдвига принимает значение «0», а на выходе равновероятностного элемента 5 устанавливается состояние «1», импульс с выхода датчика 1 импульсов проходит через трехходовый элемент И 11, устанавливает первый триггер 8 в состояние, запрещающее прохождение импульсов через многоходовый элемент И 3, и через второй элемент ИЛИ 12 задает «быстрый» режим работы датчика 1 импульсов, так как для дальнейшего проведения испытаний необходимо, чтобы на выходе циклического регистра 2 сдвига установилась следующая группа кодов  $a_{i+1}$ . В «быстром» режиме работы, как и в номинальном режиме, на выходе циклического регистра 2 сдвига последовательно появляются коды  $a_{ij}, a_{ij+1}, a_{i+1}$ . Однако прохождение импульса через многоходовый элемент И 3 на выход устройства невозможно, так как на четвертом входе многоходового элемента И 3 постоянно присутствует запрещающий сигнал с выхода первого триггера 8. В таком режиме генератор работает до тех пор, пока не выйдут все коды  $i$ -ой группы, т. е. все коды  $a_{ij}, j \in n$ .

Как в «быстром», так и в номинальном режимах работы импульсы с выхода датчика 1 импульсов поступают на первый вход счетчика 7. Когда в счетчике 7 зафиксируется число, равное количеству кодов в группе, на втором выходе счетчика 7 появляется сигнал, устанавливающий первый триггер 8 в состояние, разрешающее прохождение импульсов через многоходовый элемент И 3. Так как второй триггер 10 находится в разрешающем состоянии, то сигнал с второго выхода счетчика 7 проходит через второй двухходовый элемент И 13 и третий элемент ИЛИ 14, поступает на второй вход датчика 1 импульсов и задает номинальный режим его работы, после чего испытания продолжают в номинальном режиме для  $(i+1)$ -ой группы кодов, т. е.  $a_{i+1}$ .

Если сигналы на первом выходе циклического регистра 2 сдвига и на выходе рав-

новероятностного элемента 5 принимают значения «1», импульс с выхода датчика 1 импульсов проходит через многоходовый элемент И 3 и первый элемент ИЛИ 4 в блок 6 выходных вентилях и на первый выход генератора. Появление импульса в блоке 6 выходных вентилях приводит к тому, что случайное число с первого выхода счетчика 7 (код старших разрядов) поступает на второй выход генератора потоков случайных событий.

Импульс с выхода многоходового элемента И 3 поступает также на второй вход второго триггера 10 и устанавливает его в состояние, запрещающее прохождение импульсов через многоходовый элемент И 3 и первый двухходовый элемент И 9. Этот же импульс поступает на второй вход второго элемента ИЛИ 12, проходит через него и задает «быстрый» режим работы датчика 1 импульсов. В таком режиме датчик 1 должен работать до тех пор, пока на выходе циклического регистра сдвига снова не устанавливается первый из начальной группы кодов  $a_{i1}$ . Это обеспечивается тем, что импульс, задающий номинальный режим работы, не может пройти со второго выхода счетчика 7 через второй двухходовый элемент И 13, так как второй триггер 10 находится в состоянии запрета.

Только когда в счетчике 7 зафиксировано число, соответствующее общему количеству кодов в группах, на третьем выходе счетчика 7 появляется импульс, задающий номинальный режим работы через третий элемент ИЛИ 14, и устанавливающий второй триггер 10 в разрешающее состояние.

В случае, если до конца цикла импульс не появляется на выходе многоходового элемента И 3, то импульс с третьего выхода счетчика 7 проходит через первый двухходовый элемент И 9 и первый элемент ИЛИ 4 в блок 6 выходных вентилях и на первый выход генератора, а случайное число с первого выхода счетчика 7 появляется на втором выходе генератора.

Для повышения достоверности работы устройство снабжено третьим триггером 15. Перед началом работы генератора на первый вход подается сигнал, устанавливающий счетчик 7, первый 8, второй 10 и третий 15 триггеры в исходное состояние, а датчик 1 импульсов — в состояние, позволяющее производить запись информации в циклический регистр 2 сдвига через второй вход генератора.

В процессе функционирования сигналы с первого выхода циклического регистра 2 сдвига поступают на второй вход третьего триггера 15. При заранее известной совокупности кодов это позволяет контролировать исправность работы устройства, записывая в последний разряд циклического регистра 2 сдвига ноль или единицу, допол-

няя всю кодовую последовательность, хранящуюся в этом регистре, до четной.

Третий триггер 15 работает в счетном режиме и при нормальном функционировании циклического регистра 2 сдвига всегда устанавливается в одно и то же, например нулевое состояние, после чего, содержимое этого регистра при формировании случайной величины сдвигается на длину регистра и снова занимает начальное размещение. Тогда при единичном состоянии третьего триггера 15 импульс с третьего выхода счетчика 7 (после окончания полного цикла сдвига) проходит через третий двухходовый элемент И 16 и поступает на третий выход устройства и третий вход датчика 1 импульсов. Этот сигнал останавливает работу датчика 1 импульсов и позволяет обеспечить быстрое обнаружение неисправности и восстановление информации в циклическом регистре 2 сдвига, что повышает надежность и достоверность работы генератора, особенно с учетом слабо выраженной чувствительности случайных потоков событий к редким сбоям.

При записи информации в циклический регистр 2 сдвига могут быть использованы различные способы кодирования.

Так, например, будем считать, что коды  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  вычисляются по известной функции распределения  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$  по формуле

$$a_i = \frac{P}{1 - \sum_{k=1}^{i-1} P_k} \quad (1)$$

Величины  $a_i$  представляются группой двоичных символов

$$a_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}\} \quad (2)$$

где величина  $a_{in}$  равна

$$a_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot 2^{-j} \quad (3)$$

Если код (2) считать для участия в случайном испытании поэлементно, начиная со старшего разряда  $a_{i1}$ , затем  $a_{i2}$  (если испытание было неудачным) и т. д., то за счет последовательного появления сигналов  $a_{ij} \in \{0,1\}$  на выходе циклического регистра 2 сдвига удается с помощью многоходового элемента И 3 и трехходового элемента И 11 обеспечить правильную работу генератора с использованием единственного равновероятностного элемента, а это значительно упрощает техническую реализацию устройства, так как вероятностные веса  $2^{-j}$  в выражении (3) формируются автоматически по условию последовательных испытаний.

Технико-экономическая эффективность генератора потоков случайных событий определяется следующими факторами:

а) упрощением логической структуры устройства, что позволяет применить в качестве элементов памяти и кодирования циклический (кольцевой) регистр сдвига и счетчик, и не включать, в отличие от известных устройств, таким сложными блоками, как

блок управления и особенно, блок адресации;

б) упрощением блока источников случайных первичных сигналов, содержащего единственный и самый простой элемент из известных блоков, а именно — равновероятностный элемент;

в) существенным расширением функциональных возможностей генератора, а именно обеспечением формирования потоков случайных временных интервалов (с выхода 1), случайных чисел (с выхода 2) и повышением достоверности работы с вводом контроля на четность (по выходу 3) при несущественных аппаратурных затратах в виде нескольких простейших логических элементов;

г) созданием существенно улучшенных возможностей для выполнения генератора в виде микросхемы, так как устройство содержит минимальное число внешних контактов и использует только простейшие структурные компоненты, причем при отказе, например, от «быстрого» режима работы при поиске новой группы управляющих кодов или регенерации информации в циклическом регистре сдвига схемы устройства с целью интегральной реализации может быть при необходимости, еще более упрощена.

#### Формула изобретения

Генератор потоков случайных событий, содержащий датчик импульсов, выход которого соединен с первым входом циклического регистра сдвига, первый выход которого соединен с первым входом многовходового элемента И, второй вход которого соединен с выходом равновероятностного элемента, а выход многовходового элемента И соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход которого является первым выходом генератора, отличающийся тем, что, с целью упрощения генератора и повышения его точности, он содержит первый, второй и третий двухвходовые и трехвходовые элементы И, первый, второй и третий триггеры, второй и третий элементы ИЛИ, счетчик и блок выходных ключей, выход которого соединен с вторым выходом генератора, первый вход с выходом первого элемента ИЛИ, а вто-

рой вход — с первым выходом счетчика, второй выход которого подключен к первым входам первого триггера и второго двухвходового элемента И, третий выход — к первым входам второго триггера, первого и третьего двухвходовых элементов И и третьего элемента ИЛИ, а первый вход счетчика подключен к выходу датчика импульсов к третьему входу многовходового элемента И и к первому входу трехвходового элемента И, второй вход которого соединен с вторым выходом циклического регистра сдвига, третий вход — с выходом равновероятностного элемента, а выход — с вторым входом первого триггера и первым входом второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к первому входу датчика импульсов, а второй вход — к второму входу второго триггера и выходу многовходового элемента И, четвертый вход которого соединен с выходом первого триггера, а пятый вход — с выходом второго триггера, вторым входом второго двухвходового элемента И и вторым входом первого двухвходового элемента И, выход которого подключен к второму входу первого элемента ИЛИ, а выход второго двухвходового элемента И соединен с вторым входом третьего элемента ИЛИ, выход которого подключен к второму входу датчика импульсов, третий вход которого соединен с третьим выходом генератора и с выходом третьего двухвходового элемента И второй вход которого подключен к выходу третьего триггера, второй вход которого соединен с первым выходом циклического регистра сдвига, а первый вход — с третьими входами первого и второго триггеров вторым входом счетчика, четвертым входом датчика импульсов и с первым входом генератора потоков случайных событий, второй вход которого подключен к второму входу циклического регистра сдвига.

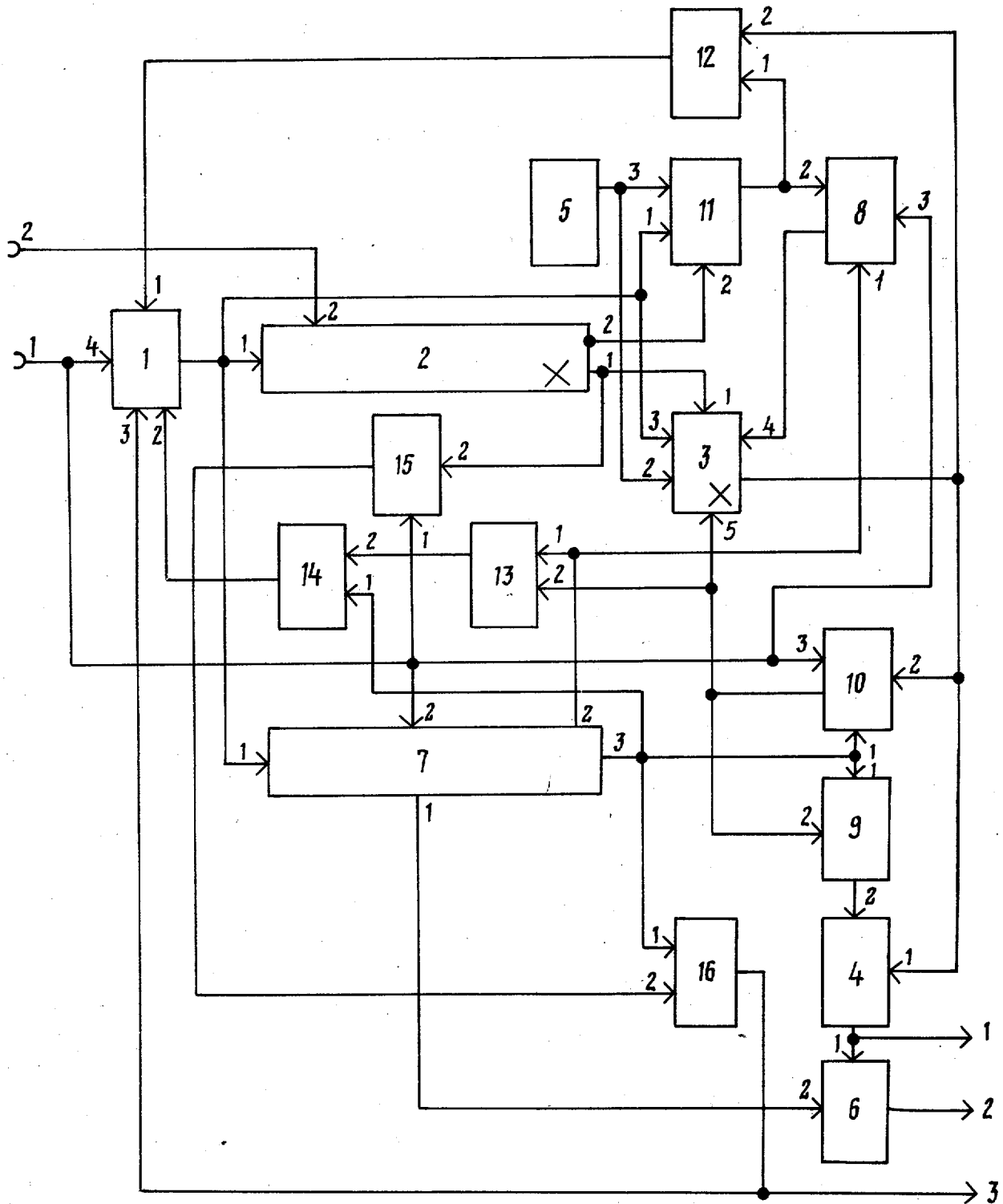
Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 557481, кл. G 06 F 1/02, 1975.

2. Авторское свидетельство СССР № 341156, кл. G 06 F 1/02, 1970.

3. Авторское свидетельство СССР № 551653, кл. G 06 F 1/02, 1975 (прототип).



Редактор А. Шишкина  
Заказ 2111/70

Составитель А. Карасов  
Техред А. Бойкас  
Тираж 745

Корректор Ю. Макаренко  
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