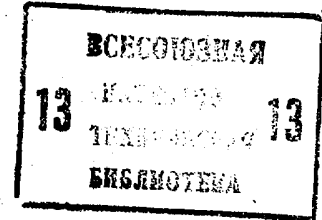




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(61) 748420  
(21) 3645849/24-24  
(22) 26.09.83  
(46) 07.06.85. Бюл. № 21  
(72) Н.Н.Новиков, Ю.А.Романенко  
и Т.Р.Караханов  
(53) 681.3(088.8)  
(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 748420, кл. G 06 F 11/22, 1976  
(прототип).

(54)(57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ТЕСТА И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОМБИНАЦИОННЫХ СХЕМ по авт. св. № 748420, отличающееся тем, что, с целью повышения достоверности диагностирования устройства, в него введены блок имитации неисправности, эталонный блок, блок коммутации входов и блок коммутации выходов, а блок управления содержит два элемента ИЛИ, первый, второй и третий элементы И, первый, второй и третий триггеры, элемент задержки, элемент НЕ, переключатели "Сброс", "Пуск", "Питание", "Самопроверка", блок переключателей "Задание кода неисправности", элементы индикации "НЕИСПРАВНОСТЬ", "НУЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ КОММУТАТОРА", "ПРОВЕРКА ОКОНЧЕНА", "ОТКАЗ", "САМОПРОВЕРКА", причем вход блока имитации неисправности подключен к выходу блока переключателей "Задание кода неисправности" блока управления, группа выходов блока имитации неисправности подключена к первой группе входов эталонного блока, выход которого связан с первым информационным входом блока коммутации выходов, второй информационный вход которого подключен к

выходу диагностируемой схемы, входы которой соединены соответственно с первой группой выходов блока коммутации входов, вторая группа выходов которого связана с второй группой входов эталонного блока, группа информационных входов блока коммутации входов подключена к группе выходов шифратора, управляющий вход блока коммутации входов соединен с выходом переключателя "Самопроверка" блока управления и управляющим входом блока коммутации выходов, выход которого связан с первым информационным входом блока сравнения и памяти с индикацией, управляющий вход которого соединен с выходом элемента задержки блока управления, пятый выход первого коммутатора связан с первым входом первого элемента ИЛИ блока управления, выход блока сравнения и памяти с индикацией связан с входом элемента индикации НЕИСПРАВНОСТЬ, первым входом первого элемента ИЛИ и единичным входом третьего триггера, первый, второй и третий входы второго элемента И блока управления соединены соответственно с выходом переключателя "Сброс", выходом генератора тактовых импульсов и выходом элемента НЕ, вход которого связан с пятым выходом первого коммутатора, выход второго элемента И блока управления соединен с первым входом второго элемента ИЛИ, второй вход которого связан с выходом первого элемента И, выход которого подключен к входу элемента задержки, выход второго элемента ИЛИ блока управления соединен с входом первого коммутатора, пятый выход которого соединен

с вторым входом первого элемента ИЛИ, входом элемента индикации НУЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ КОММУТАТОРА, и единичным входом второго триггера блока управления, нулевые входы второго и третьего триггеров объединены и соединены с выходом переключателя "Сброс", первый вход третьего элемента И блока управления связан с прямым выходом третьего триггера, второй вход третьего триггера И связан с прямым выходом второго триггера и входом элемента индикации ПРОПРОВЕРКА ОКОНЧЕНА, выход третьего элемента И подключен к входу элемента индикации ОТКАЗ, вход переключателя "Самопроверка" объединен с входом блока переключателей "Задание кода неисправности", выход переключателя "Самопроверка" связан

с входом элемента индикации САМОПРОВЕРКА, единичный и нулевой входы первого триггера связаны соответственно с выходом переключателя "Пуск" и выходом первого элемента ИЛИ, входы которого связаны соответственно с выходом блока сравнения и памяти с индикацией и выходом первого коммутатора, прямой выход первого триггера подключен к первому входу первого элемента И, второй вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, выход первого элемента И связан с вторым входом второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к входу первого коммутатора, входы переключателей "Сброс", "Пуск" соединены через переключатель "Питание" с блоком питания.

1

2

Изобретение относится к автоматике и контрольно-измерительной технике и может быть использовано для контроля и поиска неисправностей комбинационных схем.

По основному авт. св. № 748420 известно устройство для построения диагностического теста и диагностирования комбинационных схем, содержащее блок сравнения и памяти с индикацией и последовательно соединенные блок питания, блок управления и первый коммутатор, а также второй и третий коммутаторы, выходы которых подключены к первым входам соответствующих ключевых элементов, а также последовательно соединенные дешифратор, четвертый коммутатор и шифратор, а также элементы И, первые входы которых подключены к соответствующим выходам второго и третьего коммутаторов, вторые входы - к первым выходам первого коммутатора, а выходы - к вторым входам соответствующих ключевых элементов, выход каждого из которых соединен с выходом одного из других ключевых элементов и с одним из входов дешифратора, вторые выходы первого коммутатора подключены к входам второго и третьего коммутаторов, а третий выход -

к второму входу четвертого коммутатора, соединенного вторым выходом с первым входом блока сравнения и памяти с индикацией, второй вход которого подключен к четвертому выходу первого коммутатора [1].

Однако состояние устройства как перед проверкой объекта диагностирования, так и в процессе его неизвестно, следовательно, если возникает неисправность, то с вероятностью, равной 0,5 можно утверждать, что неисправность именно в объекте диагностирования.

Для повышения достоверности известного устройства необходимо, чтобы надежность устройства в несколько раз превышала надежность диагностируемой схемы.

Цель изобретения - повышение достоверности диагностирования устройства.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство введены блок имитации неисправности, эталонный блок, блок коммутации входов и блок коммутации выходов, а блок управления содержит первый, второй и третий элементы И, два элемента ИЛИ, первый второй и третий триггеры, элемент задержки, элемент НЕ, переключатели. "Сброс", "Пуск", "Питание", "Самопро-

верка", блок переключателей "Задание кода неисправности", элементы индикации НЕИСПРАВНОСТЬ, НУЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ КОММУТАТОРА, ПРОВЕРКА ОКОНЧЕНА, ОТКАЗ, САМОПРОВЕРКА, причем вход блока имитации неисправности подключен к выходу блока переключателей "Задание кода неисправности" блока управления, группа выходов блока имитации неисправности подключена к первой группе входов эталонного блока, выход которого связан с первым информационным входом блока коммутации выходов, второй информационный вход которого подключен к выходу диагностируемой схемы, входы которой соединены соответственно с первой группой выходов блока коммутации входов, вторая группа выходов которого связана с второй группой входов эталонного блока, группа информационных входов блока коммутации входов подключены к группе выходов шифратора, управляющий вход блока коммутации входов соединен с выходом переключателя "Самопроверка" блока управления и управляющим входом блока коммутации выходов, выход которого связан с первым информационным входом блока сравнения и памяти с индикацией, управляющий вход которого соединен с выходом элемента задержки блока управления, пятый выход первого коммутатора связан с первым входом первого элемента ИЛИ блока управления, выход блока сравнения и памяти с индикацией связан с входом элемента индикации "НЕИСПРАВНОСТЬ", первым входом первого элемента ИЛИ и единичным входом третьего триггера, первый, второй и третий входы второго элемента И блока управления соединены соответственно с выходом переключателя "Сброс", выходом генератора тактовых импульсов и выходом элемента НЕ, вход которого связан с пятым выходом первого коммутатора, выход второго элемента И блока управления соединен с первым входом второго элемента ИЛИ, второй вход которого связан с выходом первого элемента И, выход которого подключен к входу элемента задержки, выход второго элемента ИЛИ блока управления соединен с входом первого коммутатора, пятый выход которого соединен с вторым входом первого элемента ИЛИ, входом элемента инди-

кации "НУЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ КОММУТАТОРА и единичным входом второго триггера блока управления, нулевые входы второго и третьего триггеров объединены и соединены с выходом переключателя "Сброс", первый вход третьего элемента И блока управления связан с прямым выходом третьего триггера, второй вход третьего элемента И связан с прямым выходом второго триггера и входом элемента индикации ПРОВЕРКА ОКОНЧЕНА, выход третьего элемента И подключен к входу элемента индикации ОТКАЗ, вход переключателя "Самопроверка" объединен с входом блока переключателей "Задание кода неисправности", выход переключателя "Самопроверка" связан с входом элемента индикации САМОПРОВЕРКА, единичный и нулевой входы первого триггера связаны соответственно с выходом переключателя "Пуск" и выходом первого элемента ИЛИ, входы которого связаны соответственно с выходом блока сравнения и памяти с индикацией и выходом первого коммутатора, прямой выход первого триггера подключен к первому входу первого элемента И, второй вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, выход первого элемента И связан с вторым входом второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к входу первого коммутатора, входы переключателей "Сброс" и "Пуск" соединены через переключатель "Питание" с блоком питания.

На фиг. 1 представлена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - то же, блока управления; на фиг. 3 - то же, блока коммутации входов; на фиг. 4 - то же, блока индикации неисправности; на фиг. 5 - схема блока сравнения и памяти с индикацией.

Устройство содержит блок 1 питания, блок 2 управления, первый коммутатор 3, блок 4 сравнения и памяти с индикацией, второй коммутатор 5, третий коммутатор 6, элементы И 7, ключевые элементы 8, дешифратор 9, четвертый коммутатор 10, шифратор 11, диагностируемую схему 12, блок 13 коммутации входов, блок 14 коммутации выходов, блок 15 имитации неисправности, эталонный блок 16.

Блок управления содержит переключатель 17 "Сброс", переключатель 18 "Пуск", переключатель 19 "Самопровер-

ка", блок 20 переключателей "Задание кода неисправности", первый триггер 21, первый элемент И 22, второй элемент И 23, второй элемент ИЛИ 24, элемент 25 задержки, третий элемент И 26, третий триггер 27, генератор 28 тактовых импульсов, элемент НЕ 29, второй триггер 30, первый элемент ИЛИ 31, переключатели 32-37 "Питание", "Проверка окончена", "Нулевое состояние коммутатора", "Неисправность", "Самопроверка", "Отказ".

Блок коммутации входов содержит элемент НЕ 38, первую группу элементов И 39, вторую группу элементов И 40.

Блок имитации неисправности содержит реле 41-45 контакты реле 46-50.

Блок сравнения и памяти с индикацией содержит сумматор 51 по модулю два, группу элементов И 52, группу триггеров 53, группу элементов 54 индикации.

Устройство работает следующим образом.

Включением переключателя 32 "Питание" питание подается на установку. Переключателем 19 "Самопроверка" осуществляется подключение к устройству эталонной схемы 16 и отключение диагностируемой схемы 12 через блоки 13 и 14 коммутации с устройством. При включении переключателя 19 "Самопроверка" загорается элемент индикации 36 САМОПРОВЕРКА.

Для приведения в исходное состояние перед началом проверки элементов (блоков) устройства используется переключатель 17 "Сброс".

Нажатием переключателя 17 "Сброс" триггеры 27, 30, блок 4 и коммутатор 3, если он был не в исходном состоянии, приводятся в исходное состояние. Если коммутатор 3 не в исходном (т.е. не в нулевом состоянии), то на вход элемента НЕ 29 сигнал не поступает, тогда импульсы с генератора 28 через элементы И 23 и ИЛИ 24 поступают на коммутатор 3 до прихода его в нулевое состояние. В этом случае на входе элемента НЕ 29 будет единичный сигнал и элемент И 23 закрывается, тем самым прекращается подача импульсов в коммутатор 3.

По приходу коммутатора 3 в нулевое состояние загорается элемент индикации 34 НУЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ КОММУТАТОРА и триггер 21 переводится в нулевое состояние (если он в нем не

был или остается в этом же нулевом состоянии).

Для того, чтобы запустить устройство в работу или продолжить проверку, после фиксации входного воздействия, на котором проявилась неисправность, необходимо нажать переключатель 18 "Пуск". Это позволяет перевести триггер 21 в единичное состояние, с его выхода снимается единичный сигнал, открывающий элемент И 22. В этом случае импульсы с генератора 28, через элементы И 22 и ИЛИ 24 поступают в коммутатор 3.

При окончании проверки с коммутатора 3 поступает команда "Проверка окончена". По этой команде триггер 30 переводится в единичное состояние и загорается элемент индикации НЕИСПРАВНОСТЬ. Для продолжения проверки необходимо нажать переключатель 18 "Пуск". После окончания проверки, в случае если возникла неисправность, загорается элемент индикации 37 "ОТКАЗ", свидетельствующий о том, что возникла неисправность в процессе проверки. Для задания заданного класса неисправностей в эталонном блоке 16 используется набор переключателей 20.

На сумматор по модулю два 41 синхримпульсы поступают с выхода 25 задержки блока 2 управления. Приведение триггеров 43 в нулевое состояние происходит при нажатии переключателя "Сброс" в блоке 2 управления. Элементы 43 памяти фиксируют входы, на которых проявляется неисправность.

Элементы 43 памяти и индицирующие элементы 44 разбиты на две группы. Одна группа фиксирует неисправности разрыва, другая - неисправности шунтирования. При тестовой команде, выявляющей разрыв элементов, и при отсутствии сигнала с выхода диагностируемой схемы, а при тестовой команде, выявляющей шунтирование элементов, и при наличии сигнала с выхода диагностируемой схемы срабатывает элемент 43 памяти блока 4 сравнения памяти с индикатором. Коммутатор 10 служит для управления работой блока 4 и с переходом на единичное положение разрывает цепь питания первого шагового коммутатора 3, который остается в отключенном положении до прихода шагового коммутатора 10 в "0" положение, а совместно с шифратором 11, выполненным, например,

матричным, служит для последовательного преобразования сигналов на выходе дешифратора 9 в двоичные коды, подаваемые в виде тестовых наборов на входы диагностируемой схемы.

Устройство работает в двух режимах: первый режим - режим самопроверки устройства, второй режим - проверка диагностируемой схемы.

При работе устройства в первом режиме после включения переключателя 32 "Питание" на блоке 2 управления нажимается переключатель 19 "Самопроверка", который обеспечивает через блоки 13 и 14 коммутации подключение эталонного блока 16 к устройству, при этом загорается элемент индикации 36 САМОПРОВЕРКА. Контрольные дизъюнктивные нормальные формы логической функции и ее инверсии для эталонной схемы заранее известны.

Коммутирующие элементы коммутаторов 5 и 6, имеющие общие выходные шины, сопоставляются переменным функциям, при этом одноименным переменным сопоставляются два ряда коммутирующих элементов, из которых один ряд соответствует переменным с инверсией.

Под одноименными переменными здесь понимаются переменные, соответствующие одному управляющему входу диагностируемой схемы.

Информация об эталонной схеме в виде контрольной дизъюнктивной нормальной формы логической функции вводится в устройство с помощью коммутирующих элементов коммутатора 5, а в виде контрольной дизъюнктивной нормальной формы инверсной логической функции - с помощью коммутирующих элементов коммутатора 6.

Нажатием переключателя 28 "Пуск" на блоке 2 управления осуществляется пуск коммутатора 3.

Первоначально неисправности в эталонную схему не вводятся, происходит проверка работы устройства без наличия неисправности в эталонном блоке 16.

Для контроля разрыва элементов в каждом положении коммутатора 3 подается напряжение источника питания на одну из входных шин коммутатора 5 совместно со всеми входными шинами коммутатора 6, а также через элемент

И 7 - на управляющие входы ключей 8 для их закрытия.

Через коммутирующие элементы коммутатора 5 на входы дешифратора подаются управляющие воздействия, соответствующие переменным в тестовой команде для составления цепи из контролируемых элементов эталонного блока 16.

Через коммутирующие элементы коммутатора 6 получаемые тестовые команды дополняются остальными переменными. Поскольку для повторных схем получаемые тестовые наборы могут быть противоречивыми, т.е. содержать переменные с противоположным состоянием, то эти тестовые наборы поступают на входы дешифратора 9, осуществляющего преобразование двоичного входного кода в сигналы на соответствующих выходах. Включается в работу второй шаговый коммутатор 10, обеспечивающий подачу управляющих воздействий на сумматор по модулю два блока 4 сравнения и памяти с индикацией.

При разрыве элементов, входящих в состав контролируемой цепи, выходной сигнал с эталонной схемы будет отсутствовать. Сумматор 51 по модулю два блока 4 через соответствующие положения коммутатора создаст цепь включения соответствующего триггера 43 и элемента 44 индикации, которые запомнят и выставят номер тестовой команды, на которой выявлен разрыв элементов.

Для контроля шунтирования элементов в каждом положении коммутатора 3 подается напряжение источника питания на одну из входных шин коммутатора 6 совместно со всеми входными шинами коммутатора 5, а также через элементы И 7 на управляющие входы ключей 8 для их закрытия.

Через коммутирующие элементы коммутатора 6 на входы дешифратора подаются управляющие воздействия, соответствующие переменным в тестовой команде для составления цепи из контролируемых элементов эталонной схемы.

Через коммутирующие элементы коммутатора 5 получаемые тестовые команды дополняются остальными переменными. Поскольку для повторных схем получаемые наборы могут быть противоречивыми, т.е. содержать переменные с противоположным состоянием,

то эти тестовые наборы поступают на входы дешифратора 9, осуществляющего преобразование двоичного входного кода в сигналы на соответствующих выходах. Включается в работу второй шаговый коммутатор 10, обеспечивающий подачу управляющих воздействий на сумматор 51 по модулю два блока 4. При шунтировании элементов, входящих в состав контролируемого сечения, на выходе эталонной схемы появится сигнал, в результате которого появится сигнал на выходе сумматора 51 по модулю два блока 4 и создается цепь включения соответствующего элемента 54 индикации и триггера 53, которые высветят и запомнят номер тестовой команды, на которой выявлено шунтирование элементов.

Если устройство работоспособно, то в конце проверки по команде с коммутатора 3 загорается элемент индикации ПРОВЕРКА ОКОНЧЕНА.

В случае наличия неисправности в устройстве в процессе самопроверки загорается элемент индикации НЕИСПРАВНОСТЬ.

Для продолжения проверки необходимо нажать переключатель 18 "Пуск", в конце проверки в этом случае загорается элемент индикации ПРОВЕРКА ОКОНЧЕНА и элемент индикации ОТКАЗ.

Для полной проверки всего устройства в эталонный блок 16 поочередно вводится заданный класс неисправностей с помощью блока 20 переключателей "Задание кода неисправности". Очередной класс неисправностей вводится в эталонную схему 16 только после того, как будет полностью реализован тест поиска дефекта с помощью блоков 5 и 6, о чем свидетельствует загорание элемента индикации ПРОВЕРКА ОКОНЧЕНА.

После ввода очередного класса неисправностей нажимается переключатель 18 "Пуск" и работа устройства аналогична описанному выше.

После введения заданного класса неисправностей и принятия решения по результатам контроля о неисправности устройства самопроверка заканчивается. Переключатель 19 "Самопроверка" в блоке 2 управления приводится в исходное состояние, элемент индикации САМОПРОВЕРКА гаснет, эталонная схема 16 от устройства отключается, а подключается диагностируе-

мая схема 12. При реализации второго режима работа устройства аналогична описанному выше, при этом устройство уже считается работоспособным, т.е. если фиксируется неисправность, то считается, что она принадлежит диагностируемой схеме.

Преимуществом предлагаемого устройства перед известным является то, что оно позволяет определить техническое состояние устройства перед началом проверки диагностируемой схемы и позволяет исключить ложное принятие решения о диагностируемой схеме, т.е. повысить достоверность работы устройства с 0,5 до 1,0.

В этом случае принимается  $\mu_1 = \mu_{11}$ , где  $\mu_1 = \frac{1}{\tau_1}$ ,  $\mu_{11} = \frac{1}{\tau_{11}}$  ( $\tau_1$ ,  $\tau_{11}$  - средняя продолжительность проверки диагностируемых схем, в которых отсутствуют неисправности), тогда коэффициент готовности определяется из следующего выражения

$$K_r = \frac{1}{(\tau + 2\tau_1)\nu^2 + \nu + \lambda}$$

где  $\tau$  - средняя продолжительность проверки диагностируемой схемы, в которой отсутствует неисправность;  $\nu = \frac{1}{\tau_V}$  ( $\tau_V$  - среднее значение времени между последовательными проверками диагностируемой схемы),  $\lambda = \frac{1}{T}$  ( $T$  - среднее значение времени появления одной неисправности в диагностируемой схеме).

Максимальное значение коэффициента готовности будет достигнуто соответственно

$$K_{r, \max} = \frac{1}{1 + 2\sqrt{\lambda(\tau + 2\tau_1)}}$$

при периодичности диагностирования

$$\nu_0 = \frac{1}{T_0} = \sqrt{\frac{1}{\tau + 2\tau_1}}$$

Если осуществлять самоконтроль только перед использованием устройств, т.е. перед проверкой диагностируемой схемы, то  $\mu_{11} \rightarrow \infty$ , а коэффициент определяется по следующей формуле

$$K_r = \frac{\nu}{(\tau + \tau_1)\nu^2 + \nu + \lambda}$$

при этом  $K_{r, \max} = \frac{1}{1 + 2\sqrt{\lambda(\tau_1 + \tau)}}$

и  $\nu_0 = \sqrt{\frac{\lambda}{\tau + \tau_1}}$ .

Если самоконтроль осуществляется мгновенно и абсолютно надежно, т.е.  $\mu_1 \rightarrow \infty$ , то коэффициент готовности

$$K_r = \frac{\nu}{\tau\nu^2 + \nu + \lambda} \quad (1)$$

и соответственно

$$\nu_0 = \sqrt{\frac{\lambda}{\tau}} \quad ; \quad K_{r \text{ макс}} = \frac{1}{1 + 2\sqrt{\lambda\tau}}$$

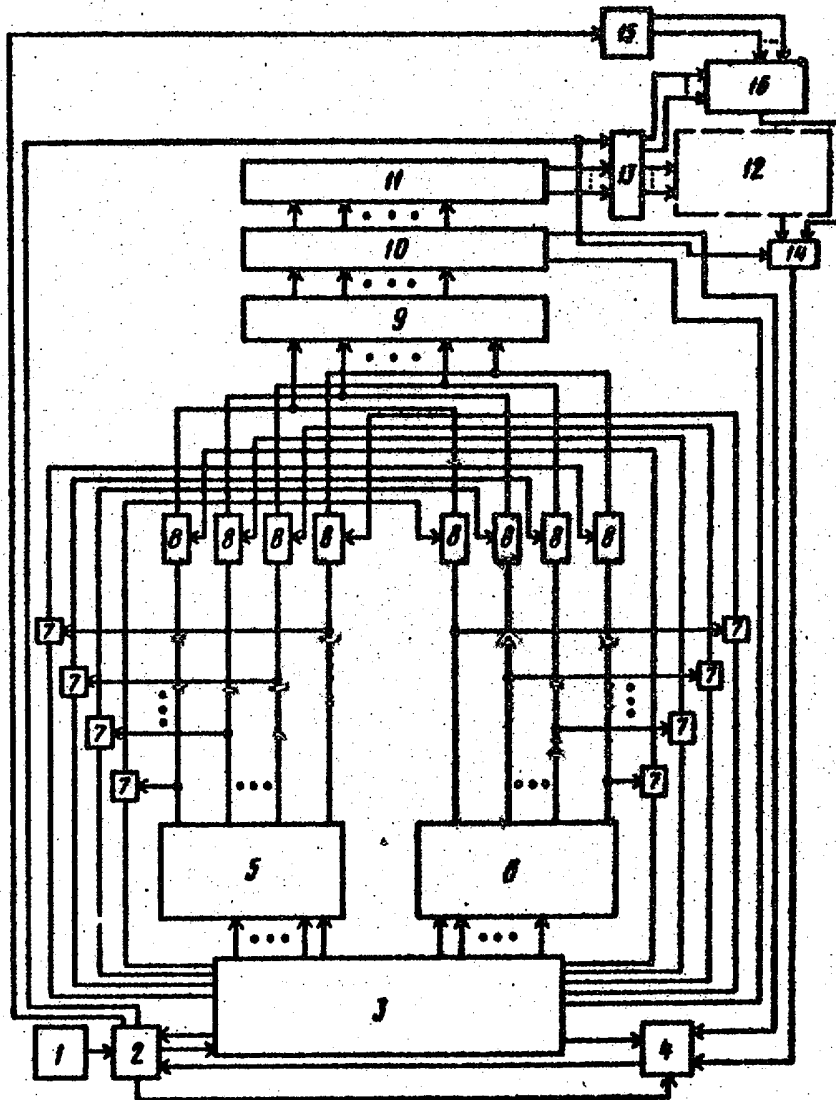
Если предположить, что устройство абсолютно надежно и  $\tau_1 \rightarrow \infty$  ( $\tau_1 = \frac{1}{T_1}$ ) - среднее значение времени по-

явления одной неисправности в устройстве, то

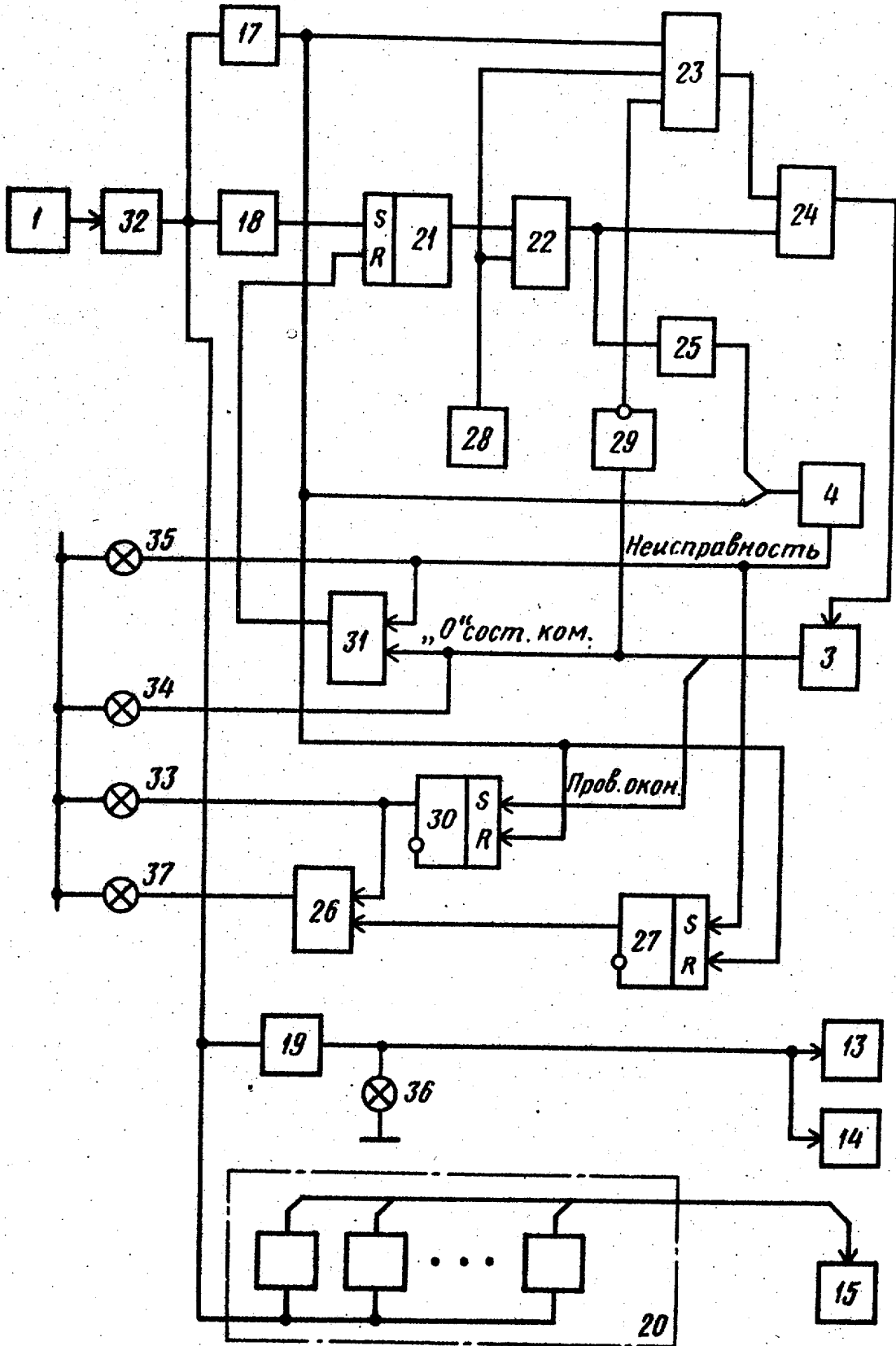
$$K_r = \frac{\nu}{\tau\nu^2 + \nu + \lambda}$$

что соответствует (1).

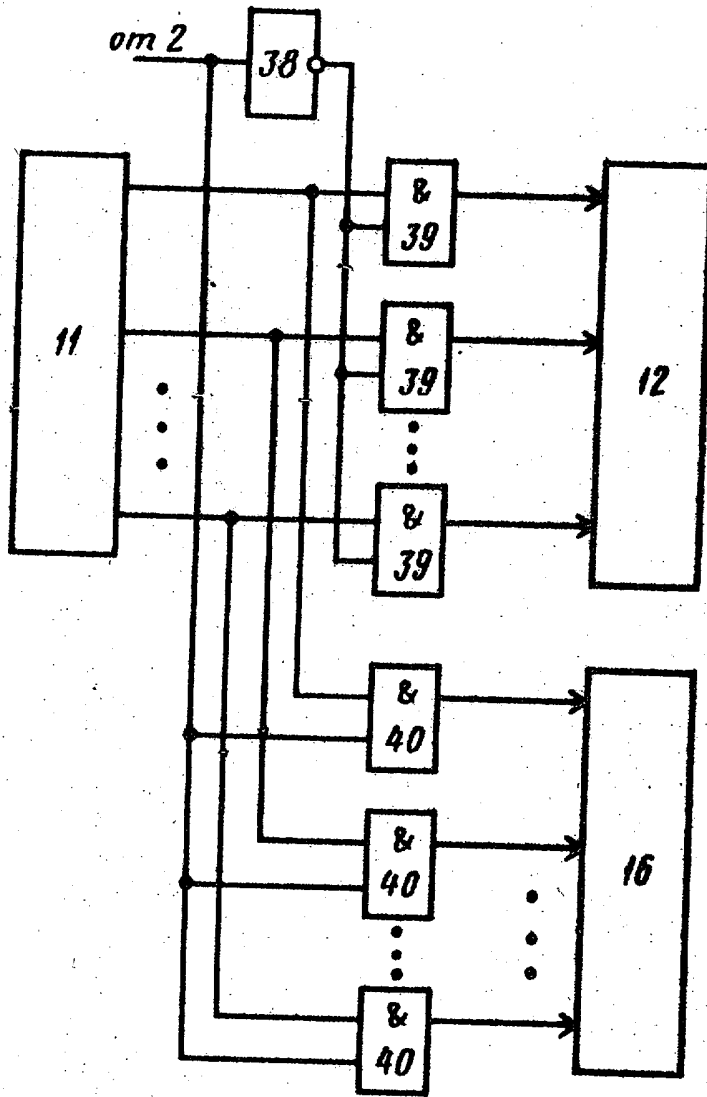
Следовательно, осуществление самоконтроля равносильно, с точки зрения готовности, выполнению диагностирования абсолютно надежными техническими средствами, т.е. в этом случае не требуется превышения надежности технических средств диагностирования над уровнем надежности диагностируемых схем.



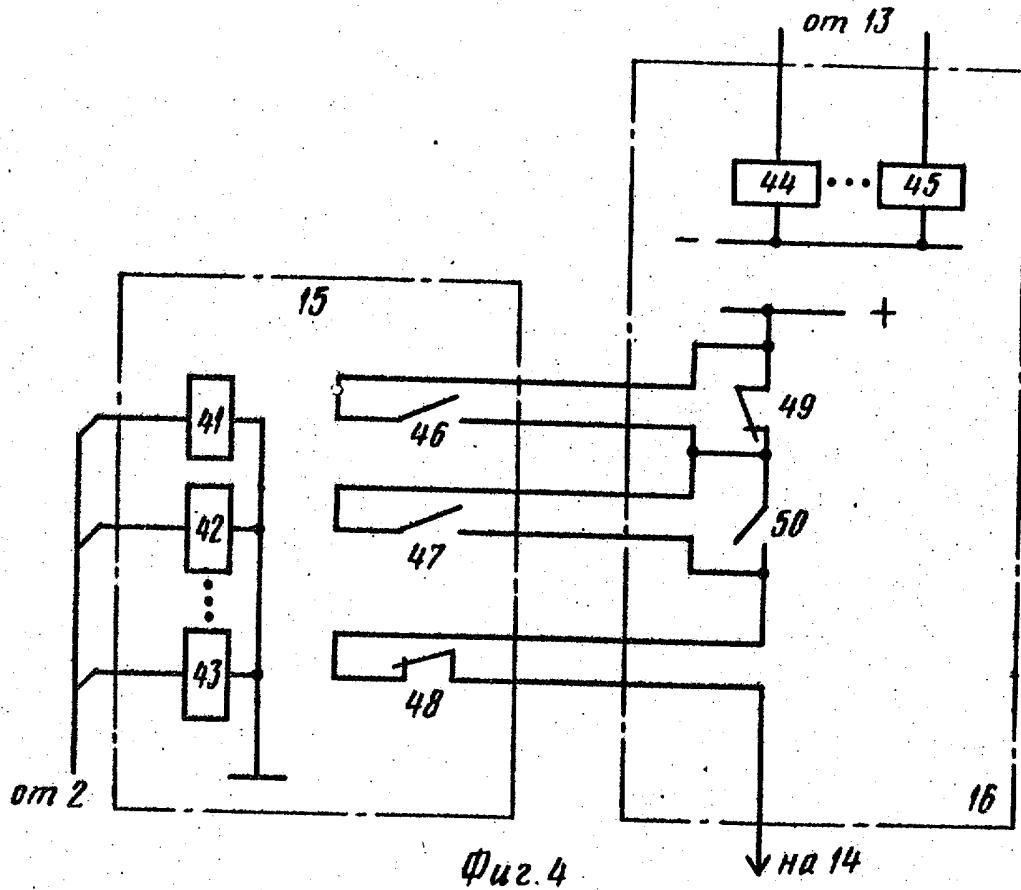
Фиг. 1

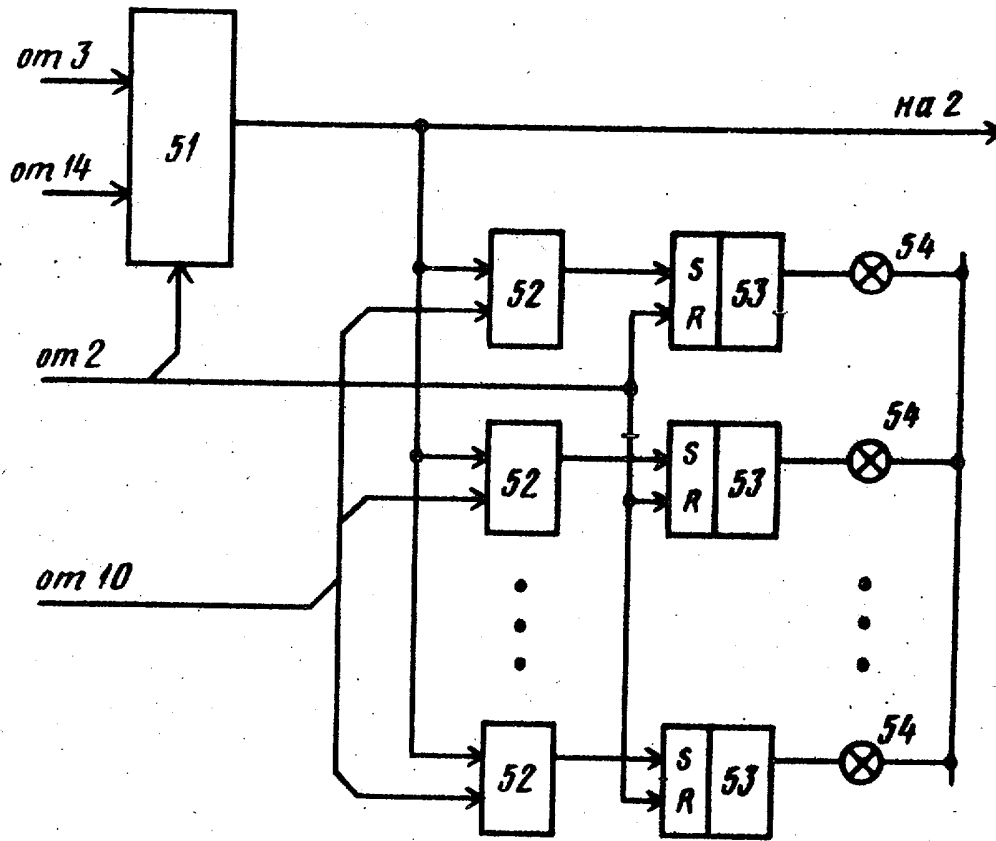


Фиг. 2



Фиг. 3





Фиг. 5

Составитель И. Сафронова  
 Редактор Г. Волкова      Техред Л. Коцюбняк      Корректор А. Обручар

Заказ 3780/47      Тираж 710      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