



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1283772 A1

(51) 4 G 06 F 11/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3948529/24-24

(22) 10.07.85

(46) 15.01.87. Бюл. № 2

(72) В. Н. Ярмолик, С. А. Муравьев,
В. И. Фомич и Н. В. Шмарук

(53) 681.3(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 830391, кл. G 06 F 11/00, 1981.

Электроника, 1977, № 5, с. 27.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЦИФРОВЫХ УЗЛОВ

(57) Изобретение относится к вычислительной технике и предназначено для поиска неисправностей в аппаратных средствах цифровой вычислительной техники, в том числе для анализа выходных последовательностей при тестовом контроле цифровых узлов ЭВМ. Целью изобретения является увеличение глубины диагностирования за счет выявления неисправных элементов, охваченных обратной связью. Устройство содержит генератор тестов, n -разрядный сдвиговый регистр на D-триггерах, сумматор по модулю

два и блок синхронизации, а также n T-триггеров, группу из m элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, где m - максимальное количество входов элементов внутренней структуры проверяемого цифрового узла, m двухвходовых элементов ИЛИ, m -входовый элемент И, n -входовый элемент ИЛИ, две группы элементов коммутации, два элемента коммутации и элемент индикации. Предлагаемое устройство кроме обеспечения свертки выходных реакций проверяемого цифрового узла методом сигнатурного анализа позволяет дополнительно реализовать функции различных логических элементов, количество входов которых не превышает m (И, ИЛИ, НЕ, М2, И-НЕ и др.), а также проверять элементы памяти (D-триггера), что позволяет, в свою очередь, локализовать неисправность в проверяемом узле с точностью до указанных элементов, даже в случае, если они охвачены кольцом обратной связи. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

(19) SU (11) 1283772 A1

Изобретение относится к вычислительной технике и предназначено для поиска неисправностей в аппаратных средствах цифровой вычислительной техники, в том числе для анализа выходных последовательностей при тестовом контроле цифровых узлов ЭВМ.

Цель изобретения - увеличение глубины диагностирования путем выявления неисправных элементов, охваченных обратной связью.

На фиг. 1 приведена функциональная схема предлагаемого устройства на базе сигнатурного анализатора, предназначенного для выявления неисправных элементов, охваченных обратной связью для $n=16$ и $\varphi(x) = 1+x^7+x^9+x^{12}+x^{16}$; на фиг. 2 - схема блока синхронизации; на фиг. 3 - схема проверяемого цифрового узла, состоящего из элементов, охваченных обратной связью.

Устройство содержит генератор 1 тестов, проверяемый цифровой узел 2, группу из m элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕ ИЛИ 3, группу из m элементов ИЛИ 4, m -входовой элемент И 5, первый 6 и второй 7 блоки элементов коммутации, первый 8 и второй 9 элементы коммутации, 6-входовой сумматор 10 по модулю два, Т-триггеры 11, n -входовой элемент ИЛИ 12, элемент 13 индикации, D-триггеры 14, образующие n -разрядный сдвиговый регистр, и блок 15 синхронизации.

Блок 15 синхронизации образуют первый 16 и второй 17 формирователи одиночного импульса, генератор 18 тактовых импульсов, счетчик 19, элемент И 20 и элемент 21 задержки.

Проверяемый цифровой узел содержит элемент ИЛИ-НЕ 21, двухвходовой сумматор 22 по модулю два (элемент M2), D-триггер 23, элемент ИЛИ 24, элемент ИЛИ 25, элемент ИЛИ-НЕ 26. Позициями 27-40 обозначены внутренние точки проверяемого цифрового узла.

Устройство работает следующим образом.

Работа начинается с подачи сигнала "Пуск" (положительный потенциал), на вход блока 15 синхронизации (фиг. 2), по которому вырабатывается одиночный импульс на шине 15.1. Этот импульс поступает на установочные входы триггеров 14 и через второй элемент 9 коммутации на установочные

входы триггеров 11. Под действием этого импульса все триггеры устанавливаются в нулевое состояние. Кроме того, все элементы проверяемого цифрового узла 2 и генератора 1 тестов устанавливаются в первоначальное, строго определенное состояние.

Одиночный импульс, сформированный на шине формирователя 16, подается на R-вход счетчика 19 блока 15 синхронизации, устанавливая на счетчике нулевой код, который формирует на выходе 16-входового элемента И 20 (16 - количество разрядов счетчика) нулевой уровень, подаваемый на вход управления генератора 18 тактовых импульсов. Генератор 18 тактовых импульсов состоит из трех последовательно включенных элементов НЕ, резистора и емкости. Генератор 18 начинает генерировать последовательность синхронизирующих импульсов при наличии нулевых уровней на двух входах разрешения выходного элемента ИЛИ-НЕ. Через промежуток времени Δt , определяемый элементом 21 задержки, на втором входе управления элемента ИЛИ-НЕ формируется нулевой разрешающий уровень, после чего генератор 18 тактовых импульсов начинает генерировать серию импульсов, количество которых определяется емкостью счетчика 19. Допустим, блок 15 генерирует серию из $(2^{16} - 1)$ импульсов, так как под действием $(2^{16} - 1)$ -го импульса на счетчике 19 устанавливается код 111111111111110, подаваемый на 16-входовой элемент И 20, на выходе которого формируется единичный уровень, подаваемый на управляющий вход генератора 18 тактовых импульсов. После этого генератор 18 прекращает генерирование тактовых импульсов. При этом формирователем 17 на шине формируется одиночный импульс, который подается на вход с Т-триггеров 11. При этом на Т-триггерах 11 происходит суммирование по модулю два содержимого D-триггеров 14 с содержимым соответствующих Т-триггеров 11.

Под действием каждого тактового импульса генератор 1 тестов выдает тест, который послужит на входы проверяемого цифрового узла 2.

Рассмотрим работу устройства на примере диагностирования неисправности в цифровой схеме (фиг. 3).

Предположим, что в результате анализа выходных реакций цифровой схемы оказалось, что сигнатура S_{40}^P , полученная на шине 40, отличается от эталонной сигнатуры S_{40}^3 . В результате последовательного анализа сигнатур по шинам 39, 38, 37, 36, 34, 35, 33, 32, 31, 30, 29, 28, 27 оказалось, что только сигнатуры S_{40}^P , S_{38}^P , S_{34}^P , S_{32}^P , S_{30}^P и S_{29}^P отличаются от соответствующих эталонных сигнатур S_{40}^3 , S_{38}^3 , S_{34}^3 , S_{32}^3 , S_{30}^3 и S_{29}^3 . Таким образом можно заключить, что неисправный элемент или элементы находятся среди элементов ЗИЛИ-НЕ, М2, ЗИ, НЕ и D-триггер. При помощи предлагаемого устройства можно определить, какой или какие из этих элементов неисправны, т.е. можно провести диагностирование с точностью до элемента, входящего в кольцо указанных элементов.

Вначале получим сигнатуру S^1 как результат сжатия последовательности, состоящей из $(2^{16} - 1)$ единиц. Для этого первый элемент коммутации группы 6 подключен к шине "1", первый элемент коммутации группы 7 - к шине "0", а остальные элементы коммутации группы 7 - к шине "1". Первый элемент 8 коммутации подключен к шине "0", а второй элемент 9 коммутации установлен в замкнутое состояние. Щуп сигнатурного анализатора закреплен на шину питателя. Необходимо подать сигнал "Пуск" на блок 15. Через $(2^{16} - 1)$ тактов на D-триггерах 14 формируется сигнатура S^1 , которая с появлением импульса на шине блока 15 синхронизируется записывается на T-триггерах 11. Затем, не меняя положения элементов 6-8 коммутации, элемент 9 коммутации подключают к шине "0". Первый щуп закрепляют в точке 38. Подавая сигнал "Пуск" на D-триггеры блока 14 получают сигнатуру S_{38}^P , которая с появлением импульса на шине 15,3 программируется по модулю два с содержимым T-триггера 11. Таким образом, на T-триггерах 11 располагается сумма $S^1 \oplus S_{38}^P$. В случае неравенства сигнатур $S^1 \neq S_{38}^P$ на выходе элемента ИЛИ 12 находится единичный сигнал и при этом лампочка блока 13 индикации горит. В противном случае,

когда лампочка не горит, $S^1 = S_{38}^P$, следовательно, в точке 38 схемы присутствует неисправность типа "тождественная 1", которую необходимо устранить. Сравнивая аналогичным способом сигнатуры S_{34}^P , S_{32}^P , S_{30}^P и S_{29}^P с сигнатурой S^1 , определяются наличие неисправностей типа "тождественная 1" и устраняют их. Далее получают сигнатуру S^0 путем сжатия последовательности из $(2^{16} - 1)$ нулей. Сигнатура S^0 содержит все нули, поэтому она получается при подаче сигнала "Пуск" на T-триггерах, когда элемент 9 коммутации находится в замкнутом состоянии. Оставляя элементы 6 - 8 коммутации в прежнем состоянии и подсоединяя щуп при помощи зажима к точке 38 схемы (фиг. 3), подают сигнал "Пуск" блока 15. При этом получают сигнатуру S_{38}^P , которая с появлением импульса на шине блока 15 записывается на T-триггерах 11. В случае неравенства сигнатур $S_{38}^P \neq S^0$ на выходе элемента 12 формируется единичный уровень и лампочка блока индикации 13 загорается. В противном случае, когда $S_{38}^P = S^0$ лампочка блока 13 индикации не горит, следовательно в точке 38 схемы присутствует неисправность "тождественный 0", которую необходимо устранить. Получая аналогичным образом сигнатуры S_{34}^P , S_{32}^P , S_{30}^P и S_{29}^P и сравнивая их с сигнатурой S^0 , определяют неисправности типа "тождественный 0" и устраняют их.

Если после проведения описанных процедур $S_{38}^P \neq S_{38}^3$, диагностирование проводят следующим образом.

Проверим исправность элемента 24. Для этого первые три элемента коммутации групп 6 и 7 соединяют с шиной "0", а остальные элементы коммутации этих групп - с шиной "1". Элемент 8 коммутации соединен с шиной "0", а элемент 9 коммутации устанавливают в замкнутое состояние. Первые три щупа подсоединены соответственно к точкам схемы 36, 34 и 37 (фиг. 3). Подав сигнал "Пуск" на блок 15, получают на T-триггерах 11 сигнатуру S_{38}^3 . Состояние элемента 8 коммутации не изменяется, состояние первых элементов коммутации групп 6 и 7 также не изменяется, а остальные элементы коммутации группы 7 подключают к шине "1". Элемент

9 подключают к шине "1". Подав сигнал "Пуск", на D-триггерах 14 получают сигнатуру S_{38}^p , которая с появлением импульса на шине блока 15 суммируются по модулю два с сигнатурой S_{38}^z и результат $S_{38}^p \oplus S_{38}^z$ записывается в T-триггеры 11. В случае равенства сигнатур S_{38}^p и S_{38}^z на выходе элемента 12 имеется нулевой уровень и лампочка блока 13 индикации не горит, что свидетельствует об исправности элементов 24 (фиг. 3). В противном случае лампочка горит и элемент 24 неисправен.

Проверим исправность D-триггера 23.

Первые элементы коммутации группы 6 подключены к шине "0", элементы коммутации группы 7 - к шине "1". Элемент 8 коммутации подключен к шине "1", а элемент 9 коммутации установлен в замкнутое состояние. Первый щуп закреплен в точке 34. Подав сигнал "Пуск", получают сигнатуру S_{34}^p , которая записывается на T-триггерах 11. Состояние элементов коммутации групп 6 и 7 не изменяется, а элемент 9 переводят в положение "0". Первый щуп закреплен в точке 35. Подав сигнал "Пуск" на блок 15, через $(2^{16} - 1)$ тактов на D-триггерах 14 получают сигнатуру $S_{35}^p \oplus S^1$, которая с появлением импульса на шине 15,3 блока 15 суммируется по модулю два с сигнатурой S_{34}^p и записывается в T-триггеры 11. Таким образом, в T-триггерах записывается $S_{34}^p \oplus S_{35}^p \oplus S^1$. Если лампочка блока 13 индикации горит, то $S_{34}^p \oplus S_{35}^p \neq S^1$, т.е. триггер неисправен. В противном случае $S_{34}^p \oplus S_{35}^p = S^1$, триггер исправен и лампочка блока 13 индикации не горит.

Проверим элемент M2.

Для этого состояние элементов коммутации групп 6 и 7 не изменяют, элемент 8 переводят в состояние "0", элемент 9 находится в замкнутом положении. Щуп подключают к точке 30 схемы (фиг. 3). Подав сигнал "Пуск", получают сигнатуру S_{30}^p . Не изменяя состояния элементов 6, 7 и 8, элемент 9 переводят в положение "0". Щуп подключают к точке 31 схемы (фиг. 3). Подав сигнал "Пуск", получают сигнатуру $S_{30}^p \oplus S_{31}^p$. Подключив щуп к точке 32 и не меняя положения всех элементов коммутации, получают сиг-

натуру $S_{30}^p \oplus S_{31}^p \oplus S_{32}^p$. Если лампочка блока 13 индикации горит, то $S_{30}^p \oplus S_{31}^p \neq S_{32}^p$, т.е. элемент M2 неисправен. В противном случае $S_{30}^p \oplus S_{31}^p = S_{32}^p$, лампочка блока 13 индикации не горит и элемент M2 исправен.

Проверим элемент ЗИЛИ-НЕ.

Для этого первые три элемента группы 6 устанавливают в "1", а три первых элемента группы 7 - в "0". Элемент 8 устанавливают в "1", а элемент 9 - в замкнутое положение. Первые три щупа подключают соответственно к точкам 27 - 29. Подав сигнал "Пуск", получают на T-триггерах 11 сигнатуру S_{30}^z . Состояние первого элемента группы 7 не изменяется, а остальные переводятся в "1". Элемент 9 переводится в "0". Первый щуп подключают к точке 30. Подав сигнал "Пуск", на T-триггерах 11 получают сигнатуру $S_{30}^p \oplus S_{30}^z$. Если при этом лампочка блока 13 индикации не горит, то $S_{30}^p = S_{30}^z$, т.е. элемент ЗИЛИ-НЕ исправен. В противном случае, $S_{30}^p \neq S_{30}^z$ и элемент ЗИЛИ-НЕ неисправен.

Проверим элемент НЕ.

Для этого не изменяя состояния элементов 6 - 8, элемент 9 переводят в замкнутое положение. Первый щуп подключают к точке 29 и подают сигнал "Пуск". В результате получают сигнатуру S_{29}^p . Затем элемент 8 переводят в "1", а элемент 9 - в "0". Первый щуп подключают к точке 38 и подают сигнал "Пуск". В результате получают сигнатуру $S_{29}^p \oplus S_{38}^p + S^1$. Если лампочка блока 13 индикации горит, то $S_{29}^p \oplus S_{38}^p \neq S^1$ и элемент НЕ неисправен. В противном случае $S_{29}^p \oplus S_{38}^p = S^1$, лампочка блока индикации не горит и элемент НЕ исправен.

Таким образом, предлагаемый цифровой анализатор позволяет определять исправность элементов, входящих в кольцо элементов, охваченных обратной связью.

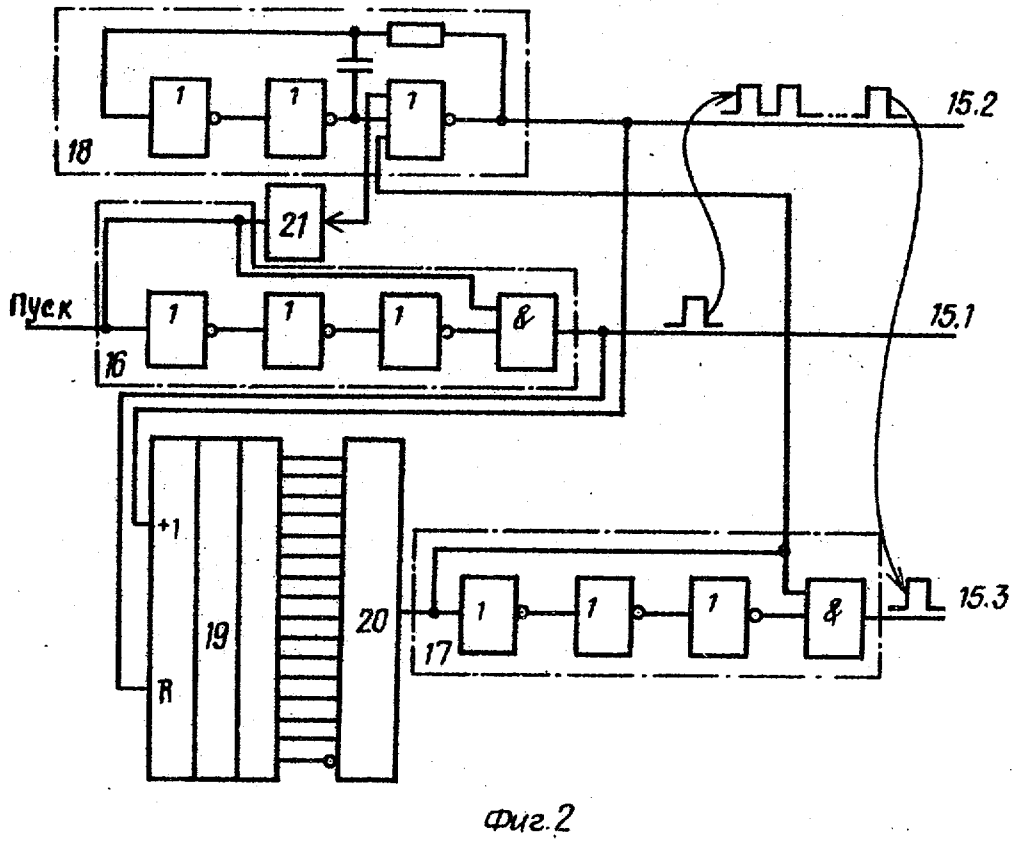
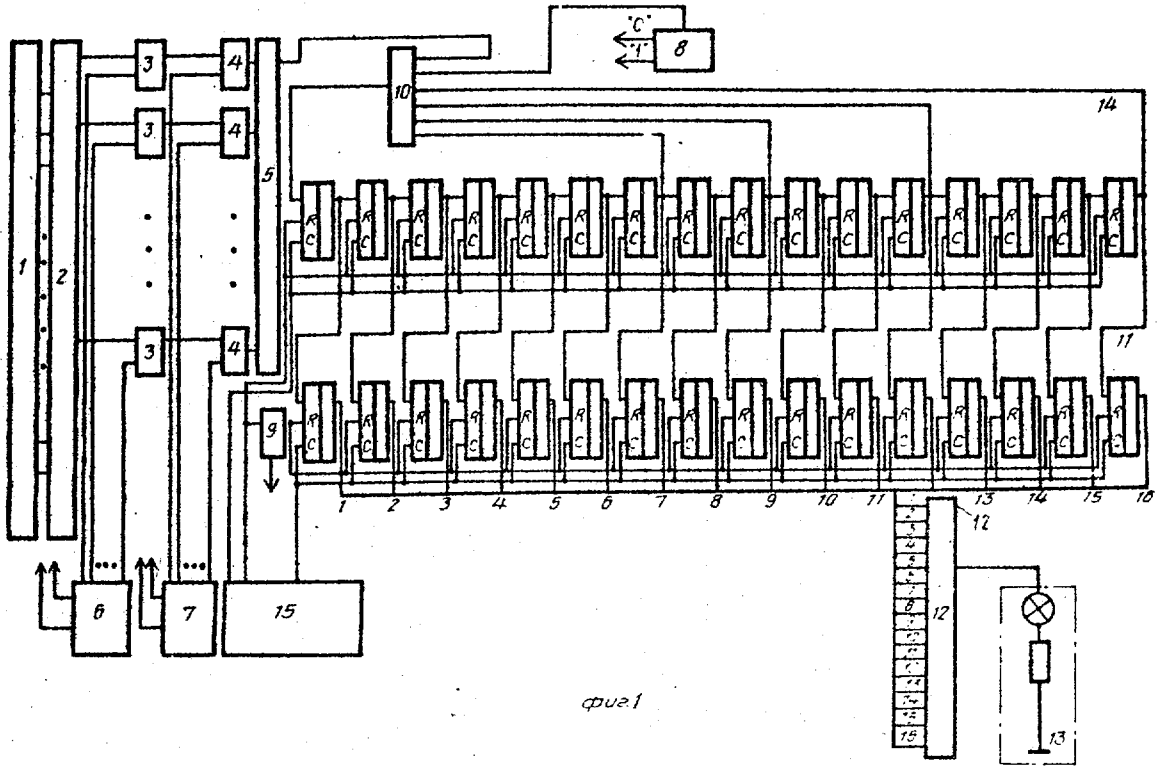
50 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

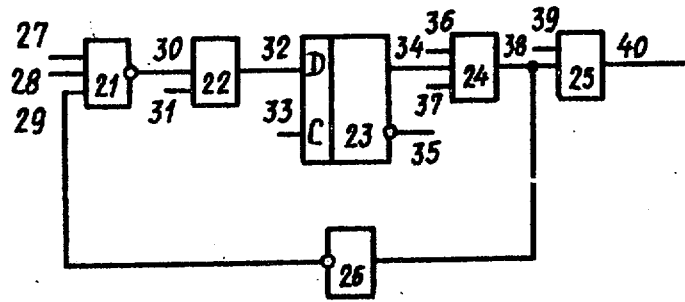
1. Устройство для контроля цифровых узлов, содержащее n-разрядный сдвиговый регистр на D-триггерах, сумматор по модулю два и блок синхронизации, причем группа выходов n-разрядного сдвигового регистра, соответствующая образуемому полиному, соединена с группой входов сум-

матора по модулю два, выход которого соединен с информационным входом первого D-триггера, входы сброса всех D-триггеров объединены и подключены к первому выходу блока синхронизации, синхровходы всех D-триггеров объединены и подключены к второму выходу блока синхронизации, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью увеличения глубины диагностирования путем выявления неисправных элементов, охваченных обратной связью, оно содержит n T-триггеров, группу из m элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, где m - максимальное количество входов элементов внутренней структуры проверяемого цифрового узла, группу из m элементов ИЛИ, m -входовой элемент И, n -входовой элемент ИЛИ, два блока элементов коммутации, два элемента коммутации и элемент индикации, причем первый вход сумматора по модулю два соединен с выходом первого элемента коммутации, первый и второй входы которого соединены соответственно с шинами "0" и "1" устройства, второй вход сумматора по модулю два соединен с выходом m -входового элемента И, входы которого соединены с соответствующими выходами элементов ИЛИ группы, первые входы элементов ИЛИ соединены с выходами соответствующих элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ группы, первые входы которых образуют группу информационных входов устройства для подключения к группе выходов проверяемого узла, вторые входы элементов ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ группы и элементов ИЛИ группы подключены к соответствующим выходам первого и второго блоков коммутации соответственно, пер-

вые и вторые входы блоков коммутации подключены к шинам "0" и "1" устройства соответственно, выходы каждого из D-триггеров соединены со счетными входами соответствующих T-триггеров, синхровходы которых объединены и подключены к третьему выходу блока синхронизации, входы сброса T-триггеров объединены и через второй элемент коммутации подключены к первому выходу блока синхронизации, выходы всех T-триггеров соединены с соответствующими входами n -входового элемента ИЛИ, выход которого соединен с входом элемента индикации.

2. Устройство по п. 1, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что блок синхронизации содержит два формирователя одиночного импульса, генератор тактовых импульсов, счетчик, элемент И и элемент задержки, вход которого соединен с входом первого формирователя одиночного импульса и является входом "Пуск" блока, выход элемента задержки соединен с первым разрешающим входом генератора тактовых импульсов, второй разрешающий вход которого соединен с входом второго формирователя одиночного импульса и выходом элемента И, группа входов которого соединена с группой разрядных выходов счетчика, вход сброса счетчика соединен с выходом первого формирователя одиночного импульса и является первым выходом блока, счетный вход счетчика соединен с выходом генератора тактовых импульсов и является вторым выходом блока, выход второго формирователя одиночного импульса является третьим выходом блока.





Фиг.3

Составитель С. Старчиин
 Редактор Л. Пчолинская Техред П.Олейник Корректор А. Обручар

Заказ 7443/48 Тираж 670 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4