



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1260941** **A 1**

(5D) 4 G 06 F 7/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3879174/24-24

(22) 29.03.85

(46) 30.09.86. Бюл. № 36

(71) Пензенский завод-вуз

(72) В.И.Левин, А.М.Андрюшаев
и К.В.Ерин

(53) 681.327.66(088.8)

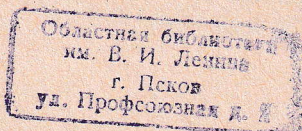
(56) Горяшко А.П. Синтез программируемых логических матриц с малой трудоемкостью тестового диагностирования. Известия АН СССР. Техническая кибернетика, 1984, № 1, с. 201-206.

Баранов С.И., Синев В.Н. Автоматы и программируемые матрицы. Минск, Высшая школа, 1980, с. 44.

(54) ПРОГРАММИРУЕМАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ МАТРИЦА С КОНТРОЛЕМ

(57) Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при проектировании цифровых устройств высокой надежности. Целью изобретения является повышение точности контроля программируемой логической матрицы (ПЛМ). Эта цель достигается введением в ПЛМ формирователя инверсных сигналов с различной задержкой. В случае малого значения задержки предложенная ПЛМ работает как известная. В случае большого значения задержки в предложенной ПЛМ удастся увеличить количество обнаруживаемых и уменьшить количество неразличимых неисправностей, благодаря возможности применения метода динамической диагностики.
1 з.п. ф-лы, 4 ил.

(19) **SU** (11) **1260941** **A 1**



Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при проектировании цифровых устройств высокой надежности.

Целью изобретения является повышение точности контроля (локализации неисправностей) программируемой логической матрицы (ПЛМ).

На фиг. 1 приведена схема ПЛМ; на фиг. 2 - схема формирователя инверсных сигналов; на фиг. 3 - карты Карно, описывающие булевы функции, реализованные ПЛМ (фиг. 1); на фиг. 4 - временная диаграмма работы ПЛМ (фиг. 1).

Программируемая логическая матрица (фиг. 1) содержит матрицу И 1, матрицу ИЛИ 2 и формирователи 3 инверсных сигналов. Нечетные горизонтальные шины матрицы И образуют ее первую группу входов и являются входами ПЛМ 4, четные горизонтальные шины матрицы И образуют ее вторую группу входов. Вертикальные шины матрицы И являются ее выходами и входами матрицы ИЛИ, горизонтальные шины матрицы ИЛИ являются выходами ПЛМ 5. В некоторых узлах горизонтальные шины матрицы И соединены с вертикальными шинами с помощью диодов. Этим обеспечивается формирование на вертикальных шинах импликант, представляющих собой конъюнкцию нескольких входных булевых переменных. В некоторых узлах вертикальные и горизонтальные шины матрицы ИЛИ соединены диодами, чем обеспечивается дизъюнкция импликант, сформированных в матрице ИЛИ. На фиг. 1 показан также управляющий вход ПЛМ 6. Формирователь 3 инверсного сигнала (фиг. 3) содержит элемент И-ИЛИ-НЕ 7, элемент НЕ 8 и элемент задержки 9.

При нулевом значении сигнала на управляющем входе 6 предлагаемая ПЛМ работает также, как и известная.

При единичном значении сигнала на входе 6 инверсные значения входных сигналов формируются с задержкой. Это позволяет обнаружить и локализовать большее число неисправностей, чем в известной ПЛМ.

Наиболее характерные неисправности ПЛМ - отсутствие нужного или наличие лишнего узла в матрицах И или ИЛИ. Подобные неисправности могут быть обнаружены и локализованы с помощью статических методов диагно-

стики лишь в случае, если изменяются булевы функции, реализованные на выходах ПЛМ, т.е. изменяются множества единичных наборов какой-либо реализуемой функции (на единичных входных наборах значения булевой функции равно 1).

Во время работы ПЛМ при изменении одной или нескольких входных булевых переменных (переход от одного входного набора к другому) выходные логические значения должны оставаться постоянными или изменяться в зависимости от реализованной на этом выходе булевой функции, что используется в упомянутой статической диагностике ПЛМ. В случае, если выходной сигнал должен оставаться равным единице (на единичном переходе - при переходе от одного единичного набора к другому) в результате состязаний (гонки) возможно кратковременное появление логического нуля. Это возможно лишь в случае, когда клетки карты Карно, соответствующие исходному и конечному единичным входным наборам, содержат единицы (единичный переход), но не объединены (не покрыты) общей импликантной (непокрытый единичный переход). Это свойство используется для реализации динамической диагностики ПЛМ, при которой для диагностических целей используются не только установившиеся статические значения на выходе диагностируемой ПЛМ, но и весь цифровой переходный процесс на выходе ПЛМ.

Для иллюстрации сказанного рассмотрим изображенные на фиг. 3 карты Карно, описывающие булевы функции, реализованные ПЛМ (фиг. 1) как в исправном состоянии, так и при наличии некоторых неисправностей.

Функции Y_1 и Y_2 реализуются исправной ПЛМ. Если при программировании ПЛМ в матрице и будет пропущен узел на пересечении горизонтальной шины $\bar{X}_3$ и вертикальной шины, на которой формируется импликанта $X_2\bar{X}_3X_4$ (в дальнейшем все вертикальные шины будем обозначать сформированными на них импликантами), или будет пропущен узел на пересечении горизонтальной шины $\bar{X}_4$ и вертикальной шины $X_2X_3\bar{X}_4$, то вместо Y_1 будут соответственно реализованы функции Y_1' и Y_1'' . Если в матрице U будет про-

пущен узел на пересечении шин X_4 и $X_2X_3X_4$ или на пересечении шин X_3 и $X_2\bar{X}_3X_4$, то будут соответственно реализованы функции Y_1^3 и Y_1^4 , Y_1^1 и Y_1^2 , а также Y_1^3 и Y_1^4 попарно являются различными реализациями одних и тех же булевых функций. Следовательно, статическими методами диагностики нельзя различить неисправности, в результате которых Y_1 трансформируется в Y_1^1 или в Y_1^2 (в Y_1^3 или Y_1^4).

Приведем еще один пример неразличимых статическими методами неисправностей ЦЛМ. Функции Y_2^1 и Y_2^2 получаются из Y_2 при наличии в матрице U лишнего узла на пересечении горизонтальной шины $\bar{X}_4$ или шины $\bar{X}_2$ с вертикальной шиной X_1 X_2 .

Возможность различия всех рассмотренных неисправностей весьма важна, так как позволяет локализовать пропущенный узел и исправить ЦЛМ.

В ЦЛМ возможны не только статически неразличимые неисправности, но и неисправности, вообще необнаруживаемые статическими методами: например, неисправность, трансформирующую Y_1 в Y_1^5 (лишний узел в матрице ИЛИ на пересечении выходной шины Y_1 и шины $\bar{X}_1\bar{X}_3X_4$). Для обнаружения и различения рассмотренных неисправностей используются динамические методы диагностики за счет различия множеств непокрытых импликантами единичных переходов (фиг. 4).

Действительно, в Y_1 непокрыты единичные переходы $1111 \rightarrow 1110$ и $0111 \rightarrow 0110$, а в Y_1^2 непокрытыми являются другие единичные переходы: $1111 \rightarrow 1101$ и $0111 \rightarrow 0101$. Осуществляя изменение входного набора булевых переменных от 1111 к 1110 (или от 0111 и 0110) и от 1111 к 1101 (или от 0111 к 0101), можно различить неисправности, приведшие к изменению реализации функции Y_1 , если гарантировано появление нулевого выходного импульса на любом непокрытом единичном переходе.

Все другие случаи приведенных неисправностей также различаются множеством непокрытых единичных переходов, либо друг от друга (Y_1^3 от Y_1^4 , Y_1^1 от Y_1^2), либо (в случае обнаружения

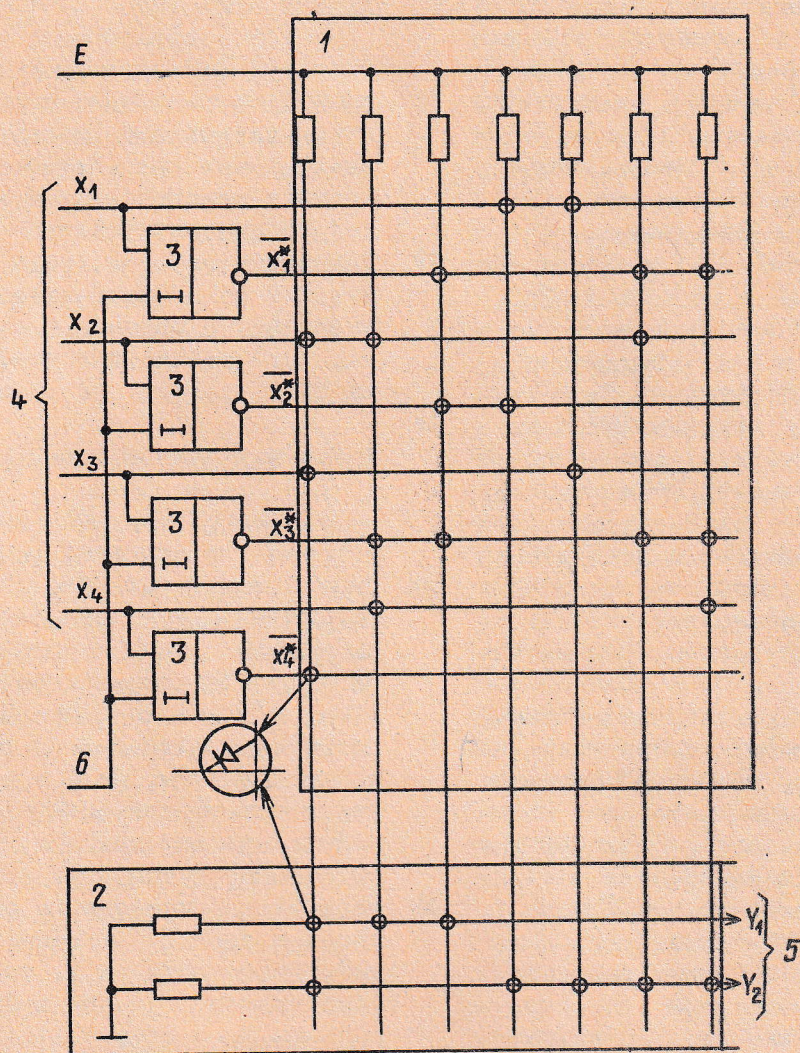
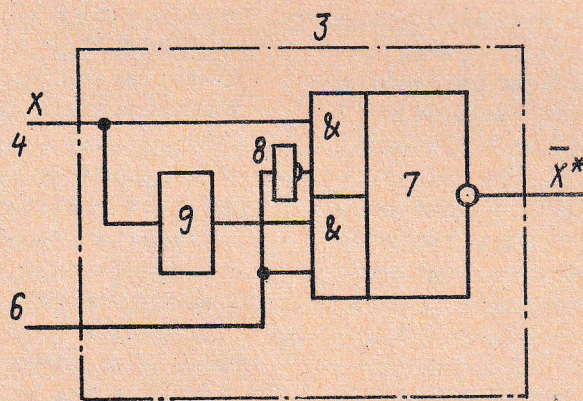
неисправности) от исправной функции (Y_1^5 от Y_1).

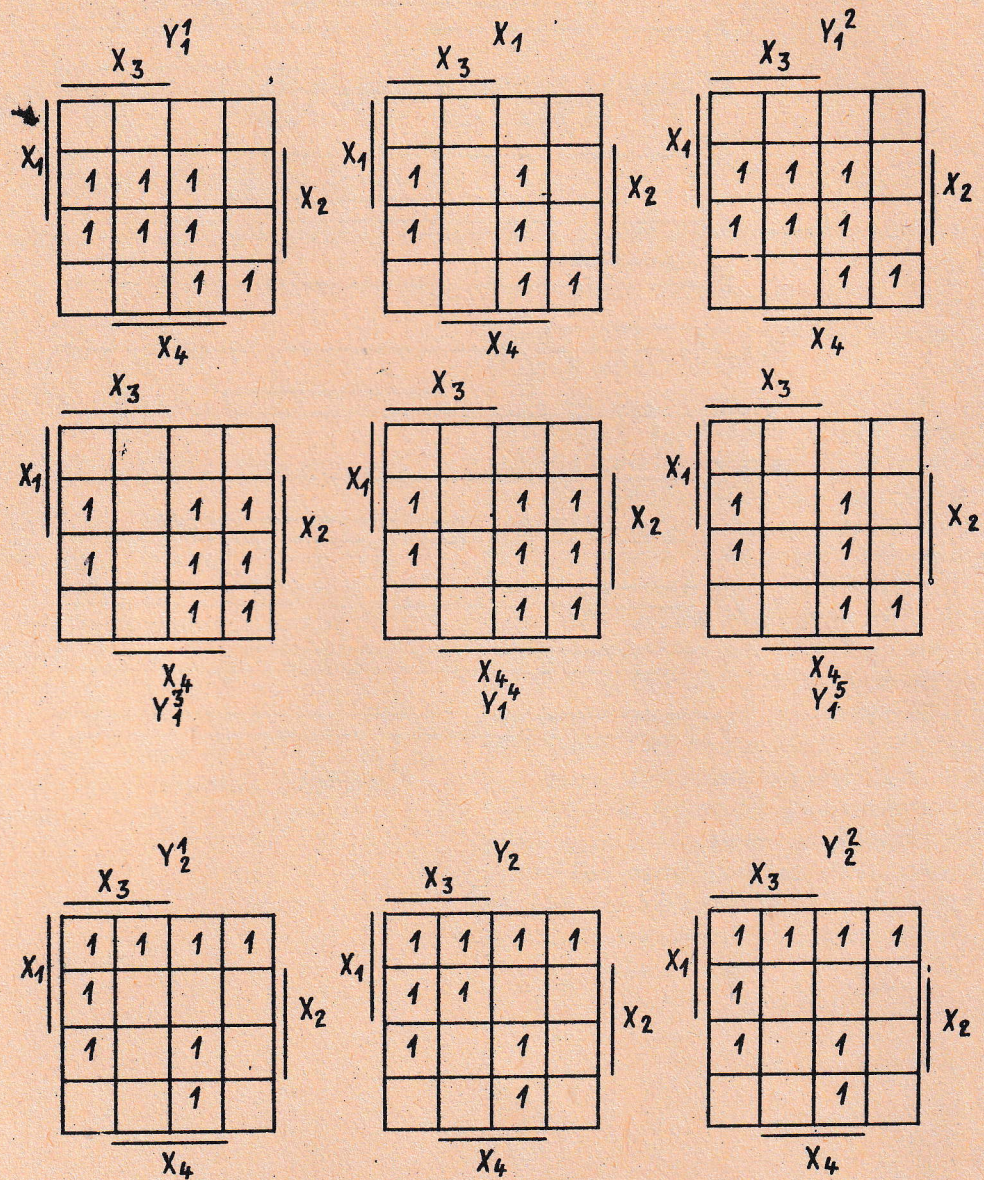
Таким образом, применение динамической диагностики позволяет существенно увеличить количество обнаруживаемых и уменьшить долю неразличимых неисправностей путем диагностики неисправностей не только по совпадению или различию множеств единичных наборов, но и по совпадению или различию множеств покрытых импликантами единичных переходов в заданной реализации булевых функций на ЦЛМ.

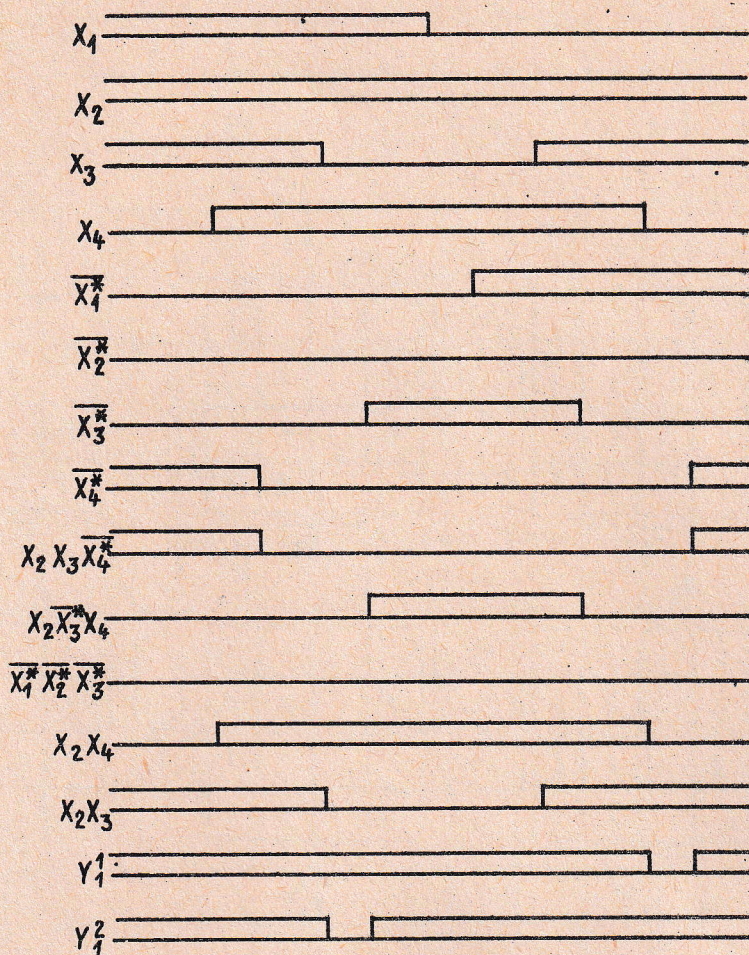
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Программируемая логическая матрица с контролем, содержащая матрицу И и матрицу ИЛИ, входы которой соединены с выходами матрицы И, входы первой группы которой и выходы матрицы ИЛИ являются соответственно входами и выходами программируемой логической матрицы, отличающаяся тем, что, с целью повышения точности контроля программируемой логической матрицы, в нее введены формирователи инверсных сигналов, первый вход каждого из которых соединен с соответствующим входом первой группы матрицы И, выход - с соответствующим входом второй группы матрицы И, а второй вход является управляющим входом программируемой логической матрицы.

2. Логическая матрица по п. 1, отличающаяся тем, что каждый формирователь инверсного сигнала состоит из элемента И-ИЛИ-НЕ, элемента НЕ и элемента задержки, причем выход элемента И-ИЛИ-НЕ является выходом формирователя инверсного сигнала, первый вход первой группы входов И элемента И-ИЛИ-НЕ соединен с входом элемента задержки и является первым входом формирователя инверсного сигнала, первый вход второй группы входов И элемента И-ИЛИ-НЕ соединен с входом элемента НЕ и является вторым входом формирователя инверсного сигнала, выходы элемента задержки и элемента НЕ соединены с вторыми входами первой и второй групп входов И элемента И-ИЛИ-НЕ соответственно.

 $\Phi_{uz.1}$  $\Phi_{uz.2}$

 $\Phi_{uz.3}$

 $\Phi_{u2.4}$

Редактор Т.Парфенова Составитель А.Дерюгин Техред А.Кравчук Корректор М. Максимшинец

Заказ 5232/49

Тираж 671

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