

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ КОНТРОЛИРУЮЩИХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ ДЛЯ СХЕМ С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ

М.И. Стальная, Т.Б. Радченко, А.М. Головачев

Известны [1,2,3] методы построения тестов контролирующих и диагностических программ для логических схем с обратными связями или с памятью. Однако, нахождение и составление таких тест - программ связано с большим объемом подготовительной работы по составлению, как специальных эквивалентных, нормальных функций и таблиц покрытий, так и с необходимостью выдерживать определенные условия при составлении этих тестов.

В данной статье предлагается упрощенный метод нахождения тест – программ, разработанный на кафедре АЭПиЭТ АлтГТУ, который позволяет быстрее провести тестирование, чем с помощью известных методов. Суть метода заключается в следующем. Так, например, для схем с памятью (рис. 1) находится на первом этапе аналитическое выражение (алгебрологическое уравнение):

$$y_0 = \bar{x}_1 + x_2 y_{\Pi}, \quad (1)$$

где y_0 – определяемое значение выходной величины;

y_{Π} – предыдущее значение выходной величины;

x_1, x_2 – входные величины.

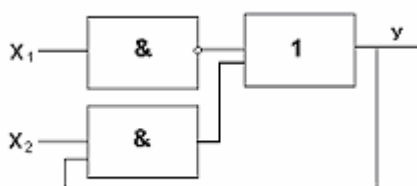


Рисунок 1 - Схема с памятью

Затем на втором этапе определяется первая строка контролирующего теста, так называемая "включающая строка" контролирующего теста, при реализации которой выходной сигнал " y_0 " примет нулевое значение вне зависимости от значения " y_{Π} ". Это делается для того, чтобы "обнулить" всю схему и начинать тест с нулевого значения выходного сигнала. Нулевой выходной сигнал будет тогда, когда все свободные слагаемые будут равняться нулю, а также хотя бы один из сомножителей при " y_{Π} " так же должен

равняться нулю. Для уравнения (1) это будет $x_1=1, x_2=0$. Таким образом, определяется первая строка контролирующего теста (табл.1).

Затем на третьем этапе выявляется "выключающая строка" контролирующего теста, когда выходная величина " y_0 " однозначно равняется единице без участия " y_{Π} ". Обычно это условие выполняется, когда свободное слагаемое без " y_{Π} " будет равно "1". Для уравнения (1) это $x_1=0$, а значение x_2 при этом безразлично, что обозначается знаком Тильда - ∞ (табл.1).

На четвертом этапе определяется "строка памяти", это будет третья строка, которая находится следующим образом. Необходимо, чтобы все слагаемые без " y_{Π} " равнялись нулю, т.е. в уравнении (1) x_1 должен равняться 1. Кроме того, все сомножители " y_{Π} " должны равняться "1". Тогда $x_2=1$. Итак, третья строка контролирующего теста будет $x_1=1, x_2=1$.

На пятом этапе повторяется выключающая строка, которая теперь будет четвертой строкой контролирующего теста, а пятой строкой будет опять "строка памяти". Итак, контролирующий тест представлен в виде табл. 1.

Таблица 1

№ строки	x_1	x_2	y_{Π}	y_0
1	1	0	∞	0
2	0	∞	0	1
3	1	1	1	1(П)
4	1	0	1	0
5	1	1	0	0(П)

Таким образом, в соответствии с вышесказанным, в формализованном виде алгоритм метода нахождения контролирующего теста заключается в следующем.

Необходимо записать алгебрологическое уравнение САУ с памятью в виде суммы логических произведений параметров, выделяя слагаемое с y_{Π} .

Определяется первая "выключающая строка" однозначного нулевого значения выходного сигнала, когда, хотя бы один из сомножителей при " y_{Π} " равен нулю, и все

остальные свободные слагаемые также равны нулю.

Затем необходимо определить вторую «включающую строчку» однозначной единицы выходного параметра, когда хотя бы одно из свободных слагаемых равняется единице.

После этого определяется третья «строчка памяти», когда все сомножители Y_n равняются «1», а все свободные слагаемые равны «0».

Записывается четвертая строка, как повтор «выключающей строчки» контролирующего теста однозначного нулевого значения выходного параметра, когда все свободные слагаемые равняются «0» и хотя бы один из сомножителей при Y_n равняется «0». После чего необходимо повторить «строчку памяти» в пятой строчке.

Таким образом, составляется контролирующий тест следующей последовательности:

«выключающая строчка»,
«включающая строчка» входных параметров,

«строчка памяти»,

«выключающая строчка»,

«строчка памяти».

В этом алгоритме записано «строчка памяти». Однако в САУ с памятью довольно часто «память» бывает неоднозначной, тогда в алгоритме вернее записать «строчки памяти», но суть метода и алгоритма от этого не изменяются.

Ниже приводятся несколько примеров нахождения контролирующего теста по данному алгоритму, используя вышеприведенное правило. Допустим, даны четыре САУ, описываемые следующими уравнениями:

$$Y_{01} = \bar{X}_2 (\bar{X}_1 X_3 + X_1 \bar{X}_3 + \bar{X}_1 Y_{n1}), \quad (2)$$

$$Y_{02} = \bar{X}_2 (X_3 + \bar{X}_1 Y_{n2}), \quad (3)$$

$$Y_{03} = \bar{B}\bar{C} + A(BC + Y_{n3}), \quad (4)$$

$$Y_{04} = ABC + \bar{C}Y_{n4}(\bar{A}B + A\bar{B}). \quad (5)$$

На первом этапе эти уравнения надо записать в виде сумм произведений следующим образом:

$$Y_{01} = \bar{X}_1 \bar{X}_2 X_3 + X_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \bar{X}_2 Y_{n1}, \quad (6)$$

$$Y_{02} = \bar{X}_2 X_3 + \bar{X}_2 Y_{n2} \bar{X}_1, \quad (7)$$

$$Y_{03} = BC + ABC + AY_{n3}, \quad (8)$$

$$Y_{04} = ABC + Y_{n4}(\bar{A}\bar{B} + AB\bar{C}). \quad (9)$$

На втором этапе при определении «выключающей строчки», необходимо чтобы все свободные слагаемые равнялись нулю, а также, хотя бы один из сомножителей « Y_n » равнялся нулю. Тогда «выключающие строчки» запишутся, соответственно, следующим образом:

$$X_1=1, X_2=1 \text{ и } X_3=\infty, \quad (10)$$

$$X_1=1, X_2=1 \text{ и } X_3=\infty, \quad (11)$$

$$A=0, B=0, C=\infty, \quad (12)$$

$$A=0, B=0, C=\infty. \quad (13)$$

На третьем этапе, при определении «строчки включения» необходимо, чтобы величина Y_0 однозначно равнялась 1 без участия « Y_n », обычно это реализуется, когда свободное слагаемое или одно из свободных слагаемых будет равно «1». Тогда это будет, соответственно для уравнений (6, 7, 8, 9) выглядеть, например, так:

$$X_1=1, X_2=0 \text{ и } X_3=0, \quad (14)$$

$$X_1=\infty, X_2=0 \text{ и } X_3=1, \quad (15)$$

$$A=1, B=1, C=1, \quad (16)$$

$$A=1, B=1, C=1. \quad (17)$$

На четвертом этапе при определении «строчек памяти» учитывается необходимость того, чтобы все свободные слагаемые без Y_n равнялись нулю, а все сомножители при « Y_n » должны равняться единице, в этом случае имеем для контролирующего теста, соответственно для уравнений 6, 7, 8, 9 следующие уравнения:

$$X_1=0, X_3=0 \text{ и } X_2=0, \quad (18)$$

$$X_1=0, X_3=0 \text{ и } X_2=0, \quad (19)$$

$$A=1, B=0 \text{ и } C=1, \quad (20)$$

$$C=0, A=1 \text{ и } B=0 \text{ или } C=0, A=0 \text{ и } B=1. \quad (21)$$

Здесь, как видим, для уравнения 9 будут существовать две строчки памяти.

На пятом этапе повторяются вначале «выключающая» строчка, а за ней записывается «строчка памяти».

Тогда контролирующие тесты для САУ, которые описываются уравнениями 6, 7, 8, 9, будут выглядеть следующим образом (табл. 2, 3, 4, 5), соответственно.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ КОНТРОЛИРУЮЩИХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ ДЛЯ СХЕМ С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ

Таблица 2
Контролирующий тест уравнения 6

№	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₀₁
1	1	1	∞	0
2	1	0	0	1
3	0	0	0	1(П)
4	1	1	∞	0
5	0	0	0	0(П)

Таблица 5
Контролирующий тест уравнения 9

№	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₀₂
1	1	1	∞	0
2	∞	0	1	1
3	0	0	0	1(П)
4	1	1	∞	0
5	0	0	0	0(П)

Таблица 3
Контролирующий тест уравнения 7

№	A	B	C	Y ₀
1	0	0	∞	0
2	1	1	1	1
3	1	0	0	1(П)
4	0	1	0	1(П)
5	0	0	∞	0
6	1	0	0	0(П)
7	0	1	0	0(П)

Таблица 4
Контролирующий тест уравнения 8

№	A	B	C	Y ₀₃
1	0	0	∞	0
2	1	1	1	1
3	1	0	1	1(П)
4	0	0	∞	1
5	1	0	1	0(П)

Если при “прогонке” этих тестов в строчках памяти выходные сигналы будут отличаться от записанных в диагностическом тесте, а именно вместо “0” будет “1” или вместо “1” будет “0”, то это значит, что имеется неисправность в обратной связи: “обрыв” в первом случае и К. 3. на землю во втором. Иногда в САУ с обратными связями возникают неисправности внутри схемы, тогда “единичные” и “нулевые” строчки контролирующего теста дают противоположный результат. В этом случае, необходимо определить в каком именно узле, помимо обратной связи, произошел отказ. Тогда рекомендуется разорвать обратную связь и методом “ТИМО” найти минимальный диагностический тест и ПТРФН (поузловую таблицу различных функций неисправностей), по которой определится конкретное место неисправности.

Из вышесказанного следует, что, предлагаемый метод нахождения тест-контроля для САУ с обратными связями нетрудоемок, прост в использовании и довольно легко “компьютеризируется”, т.е. легко “формализуется” для составления программного обеспечения подобных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поспелов Д.А. Логические методы анализа и синтеза схем. – М.: Энергия, 1974. – 369 с.
2. Токмакова Л.И. Структурный синтез автоматов с памятью методом замены входных переменных // Автоматика и телемеханика. – 1970. – №7. – С.76-82.
3. Грейнер Г.Р., Ильяшенко В.П. Проектирование бесконтактных логических устройств в промышленной автоматике. – М.: Энергия, 1977.