

Методы анализа КС на РС

Задачи.

Основные методы.

Многозначная логика.

Введение

Анализ логических схем можно рассматривать как процедуру выявления рисков сбоя из-за различного вида состязаний сигналов (процедуру **оценки функциональной устойчивости схем**). Сравним существующие методы анализа. Для этого **оценим** в самом общем случае **сложность анализа схем на риск сбоя**.

Если на вход комбинационной схемы подается n переменных, то на нем могут действовать 2^n наборов, от каждого из которых может осуществляться переход к $2^n - 1$ набору, то есть всего будет существовать $2^n(2^n - 1)$ переходов. При $n = 4$ число переходов приблизительно представляется как 2^{2n} .

Время анализа: количество переменных $n = 64$; ЭВМ способна проанализировать один переход между двумя наборами за 1 мкс. Время анализа в данном случае будет составлять $10^{-6} 2^{128}$ секунд или приблизительно 10^{25} лет.

Методы анализа КС на риски сбоя

Широкое распространение получили следующие методы:

- - использование *временных диаграмм*, в том числе асинхронное моделирование на их основе ;
- - графический *метод Хаффмена* ;
- - использование *многозначной логики*, для которой, как и для булевой алгебры, справедливы принципы ассоциативности и коммутативности;
- - использование *двоичной алгебры*;
- - получают развитие методы, основанные на аппарате *дифференциальных булевых уравнений*;
-

Методы анализа КС на риски сбоя

- **Временные диаграммы** являются эффективным средством анализа переходных процессов в цифровых схемах. Временные диаграммы являются основой при выполнении асинхронного моделирования, однако этот метод требует представления схемы по многоярусной структуре, поэтому не всегда выявляет риски сбоя.
- **Графический метод Хаффмена** разработан для анализа схем с небольшим числом переменных. Анализ проводится по картам Карно и графам переходов наборов. Однако с ростом числа переменных, от которых зависит функция алгебры логики, этот метод становится практически неприемлемым из-за графической громоздкости.

Методы анализа КС на риски сбоя

- Методы *многозначной логики* основаны на использовании кроме значений **0** и **1** булевой алгебры различных представлений событийных сигналов:
- - при *трехзначном моделировании* для представления значений величин сигналов берется множество $L = \{0, 1/2, 1\}$, где **0** и **1** интерпретируются так же, как и в булевой алгебре, а **1/2** используется для представления событийного (переходного) процесса. Значение **1/2** воспринимается логическим элементом либо как **0**, либо как **1**, то есть если некоторый сигнал изменяет свое значение, то в течение переходного процесса значение сигнала может восприниматься как **0** или как **1**, поэтому при моделировании оно обозначается как **1/2**, причем это обозначение надо рассматривать как единый символ;
- - *четырёхзначная модель* (алгебра Поста): **0**, переходы **01** и **10**, **1**;

Методы анализа КС на риски сбоя

- - **восьмизначная модель**: 0, 1, чисто алгоритмические переходы 01 и 10, которые обозначаются специальными символами “+” и “-” соответственно, статические риски сбоя S_0 и S_1 , динамические риски сбоя D_+ и D_- ;
- - **девятизначная модель**: к символам восьмизначной модели добавляется символ “неопределенное значение”, под которым понимают случайное значение выхода RS – триггера, когда на его входах совершается переход от запрещенного набора к набору, соответствующему режиму хранения. Этот метод применяется для анализа на риски сбоя схем с памятью или с обратными связями.
- Все методы многозначного моделирования достаточно сложны для ручного применения и рассчитаны в основном для проведения анализа схем на ЭВМ. Для **ручного применения** используют методы трехзначного и восьмизначного моделирования и только для сравнительно простых схем.

Методы анализа КС на риски сбоя

- Особенностью метода, использующего **двоичную алгебру**, является возможность определения не только факта наличия рисков сбоя в схеме на заданных входных переходах, но и *вычисления количества возможных ложных переходов на выходах схемы.*
- В методах, основанных на **аппарате дифференциальных булевых уравнений**, в булевы функции непосредственно вводится дискретная временная функция, а изменение булевых функций во времени оценивается с помощью *производной функции по времени.* Алгоритм выполнения анализа схем с помощью этого метода достаточно сложен, но позволяет выявлять соотношения задержек в состояющихся цепях, которые определяют наличие или отсутствие сбоя, то есть возможно получение рекомендаций для корректировки влияния соединений.

Метод трехзначного моделирования

- *Так как логическая функция задается для трехзначного моделирования в виде системы булевых уравнений, необходимо определить троичные функции выходов основных булевых элементов НЕ, И, ИЛИ и “сумма по модулю 2”*
- *Трехзначные функции определяются на множестве L так:*

$$\bar{x} = 1 - x; \quad x_1 x_0 = \min(x_1, x_0); \quad x_1 + x_0 = \max(x_1, x_0)$$

- *В табл. приведены выходные сигналы для основных логических элементов, на входах которых действуют трехзначные сигналы.*

Метод трехзначного моделирования

HE		y
x	0	1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	1	0

И		x₀		
		0	$\frac{1}{2}$	1
x₁	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
		0	1	1

Метод трехзначного моделирования

ИЛИ		x_0		
		0	$1/2$	1
x_1	0	0	$1/2$	1
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1
	1	1	1	1

m2		x_0		
		0	$1/2$	1
x_1	0	0	$1/2$	1
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$1/2$
	1	1	$1/2$	0

Метод трехзначного моделирования

- Пусть на схему, имеющую n входов, последовательно подаются два входных набора $X_1 = a_{n-1}, \dots, a_i, \dots, a_0$ и $X_2 = b_{n-1}, \dots, b_i, \dots, b_0$. Тогда переходный вектор X_1/X_2 имеет следующий вид: $X_1/X_2 = c_{n-1}, \dots, c_i, \dots, c_0$, где $c_i = 1/2$, если $a_i \neq b_i$ и $c_i = a_i$, если $a_i = b_i$ при $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$.
- Если при моделировании для некоторых последовательных наборов X_1 и X_2 зафиксировано, что $y(X_1) = y(X_2)$, а $y(X_1/X_2) = 1/2$, то схема содержит статический риск сбоя.
- Проанализируем работу схемы, которая реализует функцию:

$$y = x_3 \bar{x}_2 + x_3 \bar{x}_0 + \bar{x}_3 x_2 x_0 + \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$$

- Для следующих переходов:

$$14 \rightarrow 8; 1 \rightarrow 10; 0 \rightarrow 13; 12 \rightarrow 1; 6 \rightarrow 8$$

Метод трехзначного моделирования

Наборы	Входные переменные				Импlicants				y
	x_3	x_2	x_1	x_0	$x_3 \bar{x}_2$	$x_3 \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 x_2 x_0$	$\bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$	
14	1	1	1	0	0	1	0	0	1
$14/8$	1	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$	1	0	$1/2$	1
8	1	0	0	0	1	1	0	0	1

1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$1/10$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$
10	1	0	1	0	1	1	0	1	1

Метод трехзначного моделирования

Наборы	Входные переменные				Импликаныты				y
	x_3	x_2	x_1	x_0	$x_3 \bar{x}_2$	$x_3 \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 x_2 x_0$	$\bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$0/_{13}$	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$
13	1	1	0	1	0	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	1	0	0	1
$12/_{1}$	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Метод трехзначного моделирования

Наборы	Входные переменные				Импликаныты				y
	x_3	x_2	x_1	x_0	$x_3 \bar{x}_2$	$x_3 \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 x_2 x_0$	$\bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$	

6	0	1	1	0	0	0	0	0	0
$6/8$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$
8	1	0	0	0	1	1	0	0	1

1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$1/10$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	0	$1/2$	$1/2$
10	1	0	1	0	1	1	0	1	1

Метод восьмизначного моделирования

- При восьмизначном моделировании для представления значений величин сигналов берется множ $L = \{1, 0, +, -, S_1, S_0, D_+, D_-\}$

HE		y
x	1	0
	0	1
	+	-
	-	+
	S ₁	S ₀
	S ₀	S ₁
	D ₊	D ₋
	D ₋	D ₊

И		x ₀							
		1	0	+	-	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋
x ₁	1	1	0	+	-	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	+	+	0	+	S ₀	D ₊	S ₀	D ₊	S ₀
	-	-	0	S ₀	-	D ₋	S ₀	S ₀	D ₋
	S ₁	S ₁	0	D ₊	D ₋	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋
	S ₀	S ₀	0	S ₀					
	D ₊	D ₊	0	D ₊	S ₀	D ₊	S ₀	D ₊	S ₀
	D ₋	D ₋	0	S ₀	D ₋	D ₋	S ₀	S ₀	D ₋

Метод восьмизначного моделирования

- При восьмизначном моделировании для представления значений величин сигналов берется множество $L = \{1, 0, +, -, S_1, S_0, D_+, D_-\}$

ИЛИ		x_0							
		1	0	+	-	S_1	S_0	D_+	D_-
x_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	1	0	+	-	S_1	S_0	D_+	D_-
	+	1	+	+	S_1	S_1	D_+	D_+	S_1
	-	1	-	S_1	-	S_1	D_-	S_1	D_-
	S_1	1	S_1						
	S_0	1	S_0	D_+	D_-	S_1	S_0	D_+	D_-
	D_+	1	D_+	D_+	S_1	S_1	D_+	D_+	S_1
	D_-	1	D_-	S_1	D_-	S_1	D_-	S_1	D_-

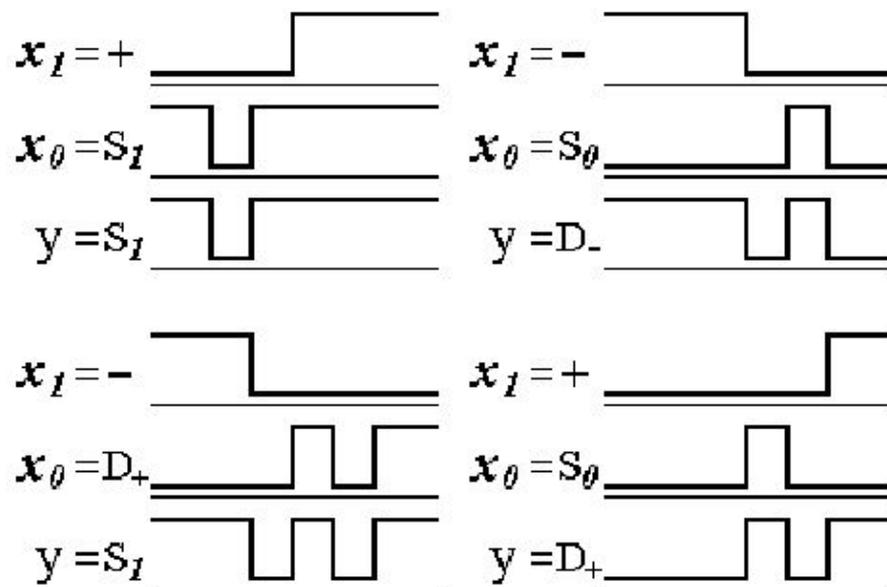
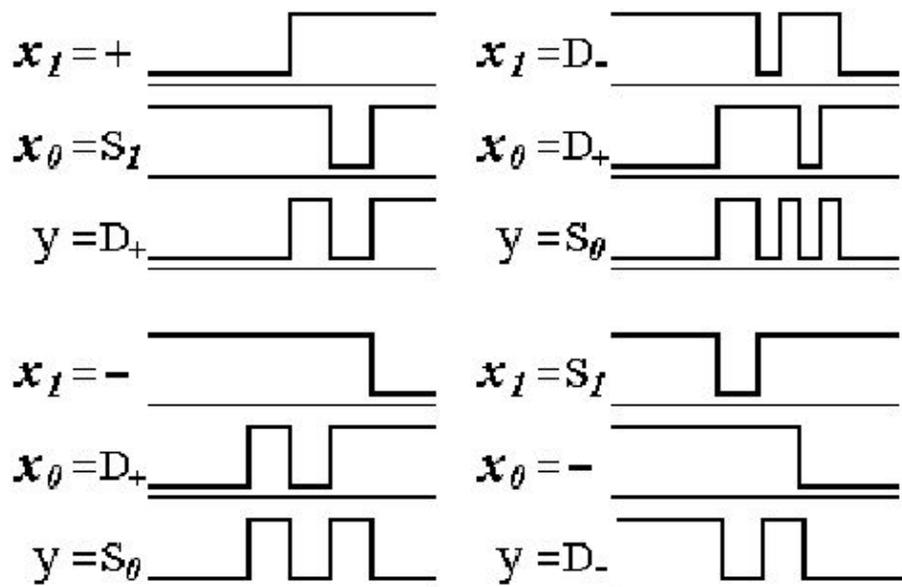
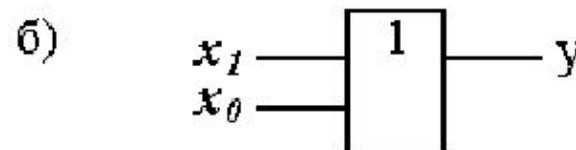
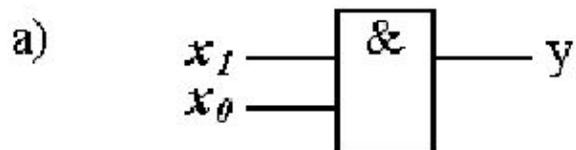
Метод восьмизначного моделирования

- При восьмизначном моделировании для представления значений величин сигналов берется множе $L = \{1, 0, +, -, S_1, S_0, D_+, D_-\}$

m2		x ₀							
		1	0	+	-	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋
x ₁	1	0	1	-	+	S ₀	S ₁	D ₋	D ₊
	0	1	0	+	-	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋
	+	-	+	S ₀	S ₁	D ₋	D ₊	S ₀	S ₁
	-	+	-	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋	S ₁	S ₀
	S ₁	S ₀	S ₁	D ₋	D ₊	S ₀	S ₁	D ₋	D ₊
	S ₀	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋
	D ₊	D ₋	D ₊	S ₀	S ₁	D ₋	D ₊	S ₀	S ₁
	D ₋	D ₊	D ₋	S ₁	S ₀	D ₊	D ₋	S ₁	S ₀

Метод восьмизначного моделирования

*Примеры: Несколько примеров реакции элементов **И** и **ИЛИ** на восьмизначные сигналы для наихудшего случая приведены на рис.*



Метод восьмизначного моделирования

- Снова проанализируем работу схемы, которая реализует функцию:

$$y = x_3 \bar{x}_2 + x_3 \bar{x}_0 + \bar{x}_3 x_2 x_0 + \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$$

- Для следующих переходов:

$$14 \rightarrow 8; 1 \rightarrow 10; 0 \rightarrow 13; 12 \rightarrow 1; 6 \rightarrow 8$$

Наборы	Входные переменные				Импlicants				y
	x_3	x_2	x_1	x_0	$x_3 \bar{x}_2$	$x_3 \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 x_2 x_0$	$\bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$	
14	1	1	1	0	0	1	0	0	1
$14/8$	1	-	-	0	+	1	0	S_0	1
8	1	0	0	0	1	1	0	0	1

Метод восьмизначного моделирования

Наборы	Входные переменные				Импlicants				y
	x_3	x_2	x_1	x_0	$x_3 \bar{x}_2$	$x_3 \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 x_2 x_0$	$\bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$	

1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$1/_{10}$	+	0	+	-	+	+	0	+	+
10	1	0	1	0	1	1	0	1	1

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$0/_{13}$	+	+	0	+	S_0	S_0	S_0	0	S_0
13	1	1	0	1	0	0	0	0	0

Метод восьмизначного моделирования

Наборы	Входные переменные				Импlicants				y
	x_3	x_2	x_1	x_0	$x_3 \bar{x}_2$	$x_3 \bar{x}_0$	$\bar{x}_3 x_2 x_0$	$\bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$	
12	1	1	0	0	0	1	0	0	1
$12/1$	-	-	0	+	S ₀	-	S ₀	0	D ₋
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0
$6/8$	+	-	-	0	+	+	0	S ₀	D ₊
8	1	0	0	0	1	1	0	0	1

Достоинства метода многозначной логики

!!! Рассмотренный метод восьмизначной логики нагляден, удобен, применим и для ручного, и для машинного анализа.

Спасибо за внимание!!!

