

ТЕСТВАНЕ И ДИАГНОСТИКА

Упражнение 7

Автоматично генериране на тестови вектори за последователни логически схеми

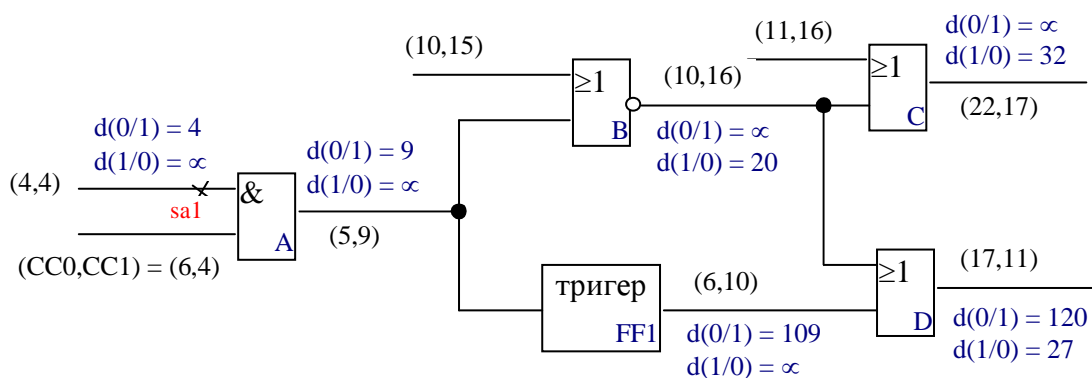
Избор на контролен изход

За да се приложи PODEM или FAN алгоритъм и при последователни схеми е важно да се избере изход, на който да се наблюдава повредата. За да се избере най-подходящия изход се използва алгоритъма за изчисляване на проходимост (drivability). Проходимостта представлява количествена оценка на усилието, необходимо за придвижване на повредата до избрания изход. Колкото по-малко е числото, толкова по-висока е проходимостта. Проходимостта е чувствителна към типът повреда ($sa0$ и $sa1$). За изчисляването ѝ се използват стойностите на комбинационната контролируемост, изчислени за дадената схема. Проходимостта се ебележи с d и в скоби се оказва двойката „зададено състояние на връзката”/”наблюдавано алтернативно състояние на връзката”. Ако на дадена връзка има повреда от тип слепване към 0 ($sa0$), то за тази връзка $d(1/0)$ е равно на комбинационната контролируемост на тази връзка по отношение на 1 (CC1), т.к. проблемът идва само от трудността да се подаде на тази връзка 1. За същата връзка $d(0/1)$ е равно на безкрайност, т.к. ако успеем да подадем на тази връзка състояние 0, тя никога не може да премине в състояние 1.

При преминаване през логически елемент проходимостта се определя като сума от проходимостта до момента, контролируемостта на другия вход по отношение на онова състояние (0 или 1), което ще позволи на елемента да работи като повторител на повредения сигнал. Към сумата се добавя 1 при преминаване през всеки комбинационен елемент и 100 при преминаване през тригер.



Пример 1 На фиг.1 е показана част от последователна схема, заедно с комбинационните контролируемости на връзките. На схемата има два първични изхода (в реални ситуации те са значително повече). Целта е да се определи кой е най-подходящия първичен изход за наблюдение на повредата.



фиг.1

Вижда се, че най-ниска оценка на проходимостта се наблюдава на изхода на D (27). Следователно изследвания път на разпространение на повредата е A-FF1-D.



Задача 1. Изчислете проходимостите ако в пример 1 повреда е от тип слепване към 0 (sa0), а не към 1.



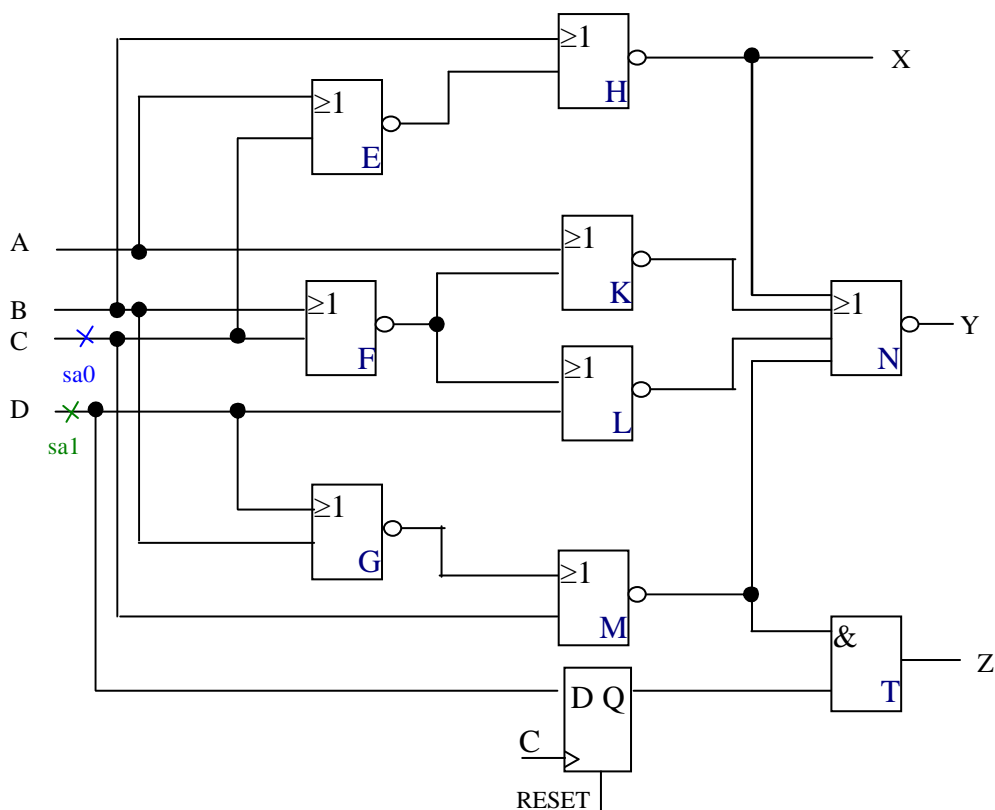
Задача 2. Изчислете проходимостите за всички пътища при повреда от тип слепване към 1 (sa1) на изхода на елемент А за схемата от фиг.1.



Задача 3. Определете кой е най-подходящия изход за наблюдаване на повреда от тип слепване към 0 (sa0) на вход C за схемата от фиг.2.



Задача 4. Определете кой е най-подходящия изход за наблюдаване на повреда от тип слепване към 1 (sa1) на вход D за схемата от фиг.2.



фиг.2

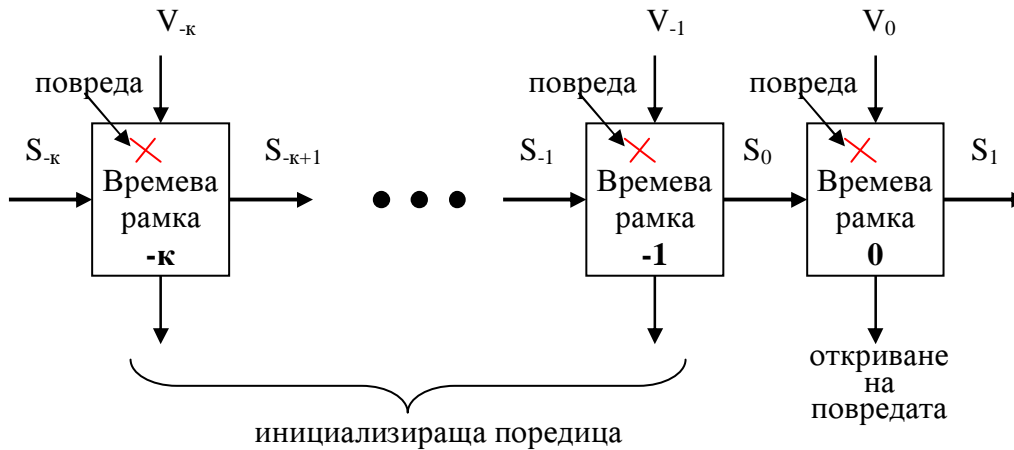
Реализация на алгоритъма на разширените времеви рамки

За всяка времева рамка на схемата се подава входен вектор V_i , псевдо-първични входни вектори S_i , а се получават псевдо-първичен изходен вектор S_{i+1} и изходен вектор на първичните изходи. Повредата се наблюдава на първичния изход с най-висока проходимост по отношение на изследваната повреда.

Всяка връзка може да е в едно от трите състояния: 0, 1 или X. Използва се алгоритъма на обратно обхождане на времевите рамки и симулиране на поведението на изправната и повредена схема. Започва се анализа от последната рамка, при която повреда се проявява

на наблюдавания първичен вход. Определя се входния вектор V_0 , който предизвиква това състояние.

Преминава се към предходната времева рамка и се анализират първичните входове, които влияят върху състоянието на междинните вектори S_i . Чрез симулации се търсят подходящите инициализиращи входни вектори V_{-1} .



фиг.3

Реализация на алгоритъма на разширените времеви рамки при вериги без зацикляне

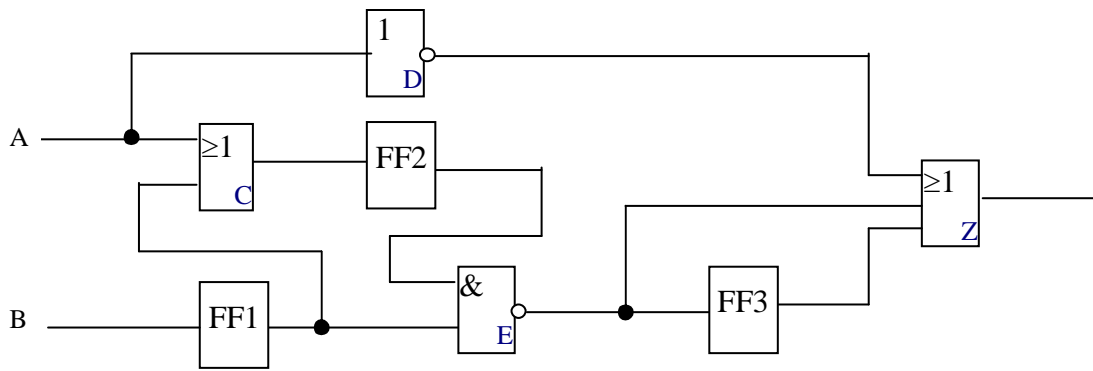
За да се определи дали една последователна схема има зацикляне се изчертава S-граф на схемата. Това е насочен граф, във възлите на който се разполагат тригерите, а ребрата описват връзките между тях. Ако полученият граф е цикличен, следва че и схемата е циклична и обратно. Дълбочината на графа (d_{seq}) се определя от най-дългото разстояние между възлите, измерено в брой възли по пътя. Нивото на всеки възел се определя от разстоянието му до началния възел. Първият възел (който няма предшественик) е с дълбочина 1.



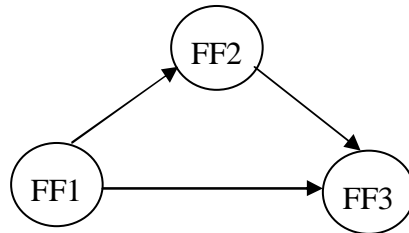
Пример 2 На фиг.4 е показана последователна схема, а на фиг.5 – съответстващия ѝ S-граф. Дълбочината на графа от фиг.4 е 3 ($d_{seq}=3$), нивото на FF1 е 1, на FF2 – 2 и на FF3 – 3.

Теорема 1: Всяка последователна нециклична схема било то с повреда или без повреда може да бъде инициализирана.

Теорема 2: Всяка повреда в последователна нециклична схема може да бъде открита най-много с $d_{seq}+1$ времеви рамки, стига повредата да е тествабилна.



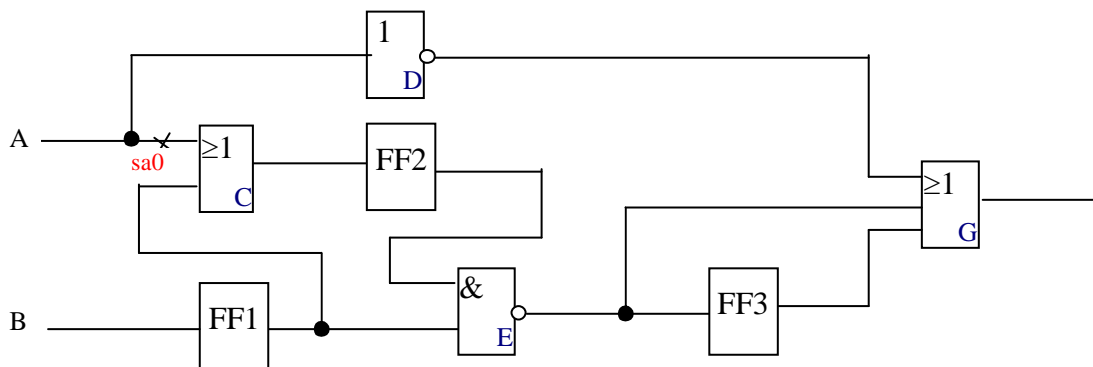
фиг.4



фиг.5

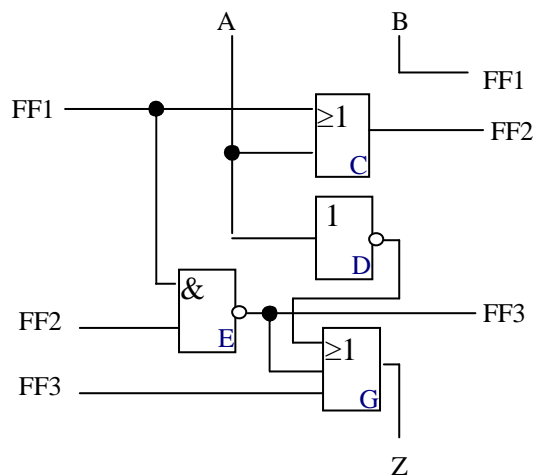


Пример 3 Да се намери тествача последователност за повредата на фиг.6.



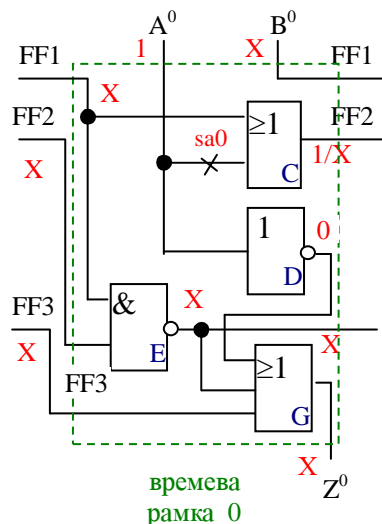
фиг.6

Развързваме веригата в местата на тригерите и оформяме псевдо-първични входове и псевдо-първични изходи (фиг.7). Повредата може да се разпространи по 2 маршрута: C-FF2-E-G и C-FF2-E-FF3-G. Избираме първият, защото е по-къс.



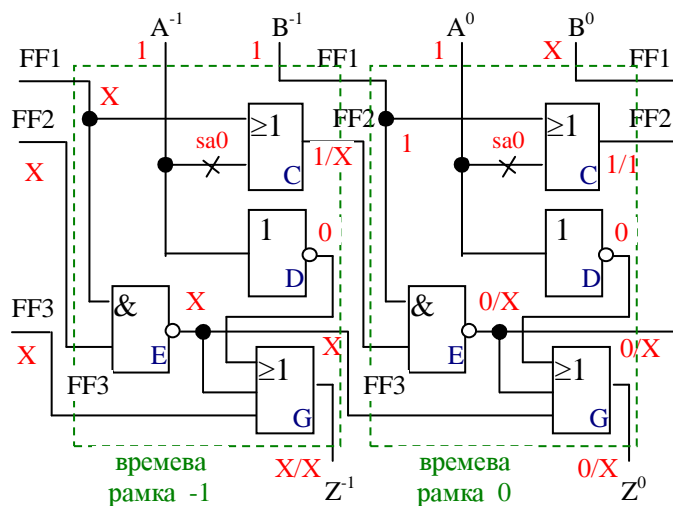
фиг.7

При нулевата рамка (фиг.7а) правим обратно обхождане и установяваме, че само първичния вход А влияе на състоянието на повредената връзка. Установяваме го в 1 за да се прояви повредата и симулираме поведението на схемата. Повредата не може да достигне до първичния изход Z през този такт. На псевдо-първичния изход излиза 1 при нормална схема и X при повредена. На първичния изход и при двете схеми Z излиза X. Първия вход на G е в състояние 0.



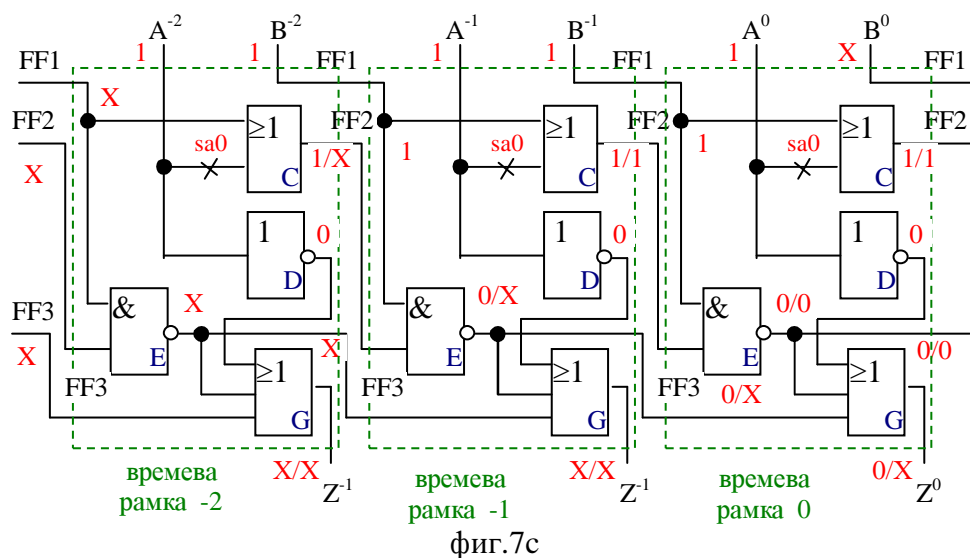
фиг.7а

Връщаме една рамка назад. На първичните входове пускаме единици (фиг.7b). Z^{-1} има X при нормална и при повредена схема. Z^0 има 0 при нормална схема и X при повредена. Но сме установили втория вход на G в състояние 0 при нормална схема.

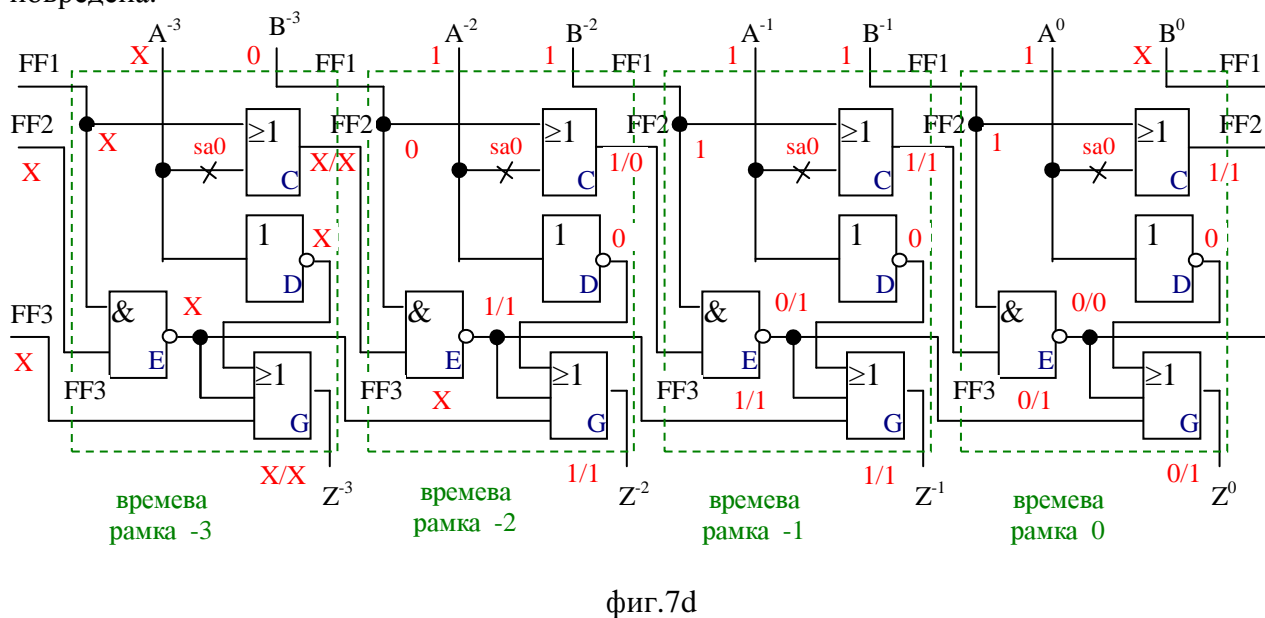


фиг.7b

Връщаме още една рамка назад. На първичните входове отново пускаме единици (фиг.7c). Z^{-2} и Z^{-1} имат по два X. Z^0 има 0 при нормална схема и X при повредена. Но сме установили втория вход на G в състояние 0 при нормална и при повредена схема (вече работи като повторител на третия си вход). Третият вход на G в състояние 0 при нормална схема и X при повредена.



При последната (-3) рамка подаваме 0 на първичния вход В (фиг.6d). Z^{-3} има два X. Z^{-2} и Z^{-1} имат 1 при нормална и 1 при повредена схема. Z^0 има 0 при нормална схема и 1 при повредена.



Следователно повредата може да се открие с последователността от тестващи вектори (X0),(11),(11),(1X).



Задача 5. Да се намери тестващата последователност за откриване на повредата слепване към 1 (sa1) на входа А за схемата на фиг.4.



Задача 6. Да се намери тестващите последователности за откриване на повредите слепване към 1 (sa1) и слепване към 0 (sa0) на входа В за схемата на фиг.4.



Задача 7. Да се намерят тестващите последователности за откриване на повредите на фиг.2.