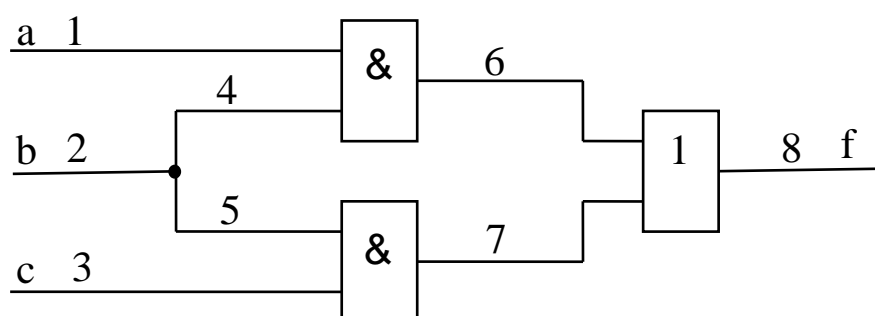


Minimalizácia testov

Minimalizácia detekčných testov

Vychádza z tabuľky porúch (TP) – dvojrozmerné pole s hodnotami d_{ij} , kde $d_{ij} = 1$, ak i -tý krok deteguje (pokrýva) j -tú poruchu resp. TEP. Pre obvody z malým počtom vstupov môžeme použiť triviálny test, pre zložitejšie obvody kroky testu pre TP určíme pomocou metód pre generovanie detekčných testov (ISC, DA, BD, ...).



Obr. 2.22 Obvod pre určovanie minimálneho testu

Tabuľka hodnôt sa zostaví prostredníctvom simulácie.

Tab. 2.30 Tabuľka hodnôt

a	b	c	f	2/0	6/0	7/0	8/0	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	8/1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Tabuľka porúch sa vytvorí nonekvivalenciou bezporuchového stĺpca s poruchovými.

Tab. 2.31 Tabuľka porúch

i	6/0	7/0	8/0	2/1	3/1	4/1	5/1	8/1
0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1	0	0	1
3	0	1	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	1
5	0	0	0	1	0	1	1	1
6	1	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0

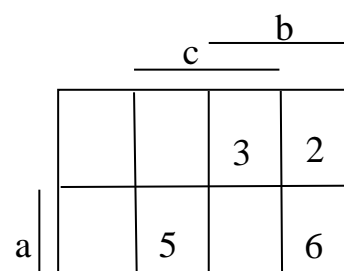
Minimalizácia detekčných testov sa vykoná riešením problému pokrytia TP. Môžeme použiť Quine-Mc Cluskeyho alebo Petrickovu metódu.

i	6/0	7/0	8/0	2/1	3/1	4/1	5/1	8/1
0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1	1
*2	0	0	0	0	1	0	0	1
*3	0	1	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	1
**5	0	0	0	1	0	1	1	1
*6	1	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0

Z hľadiska realizácie testu je výhodne usporiadať kroky testu tak, aby kódová vzdialenosť medzi krokmi bola minimálna.

Tab. 2.32 Minimálny test obvodu

k	i	a	b	c	f
1	6	1	1	0	1
2	2	0	1	0	0
3	3	0	1	1	1
4	5	1	0	1	0



Pre lokalizáciu porúch je potrebné odlišiť nie len bezporuchový stav od poruchových ale aj poruchové stavy navzájom.

Diferenčná tabuľka porúch sa vytvorí nonekvivalenciou všetkých stĺpcov tabuľky hodnôt.

Tab. 2.33 Diferenčná tabuľka porúch

i	6/0	7/0	8/0	2/1	3/1	4/1	5/1	8/1	6/0 7/0	6/0 8/0	6/0 2/1	6/0 3/1	6/0 4/1	6/0 5/1	6/0 8/1	7/0 8/0	7/0 2/1	7/0 3/1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
5	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0
6	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

i	7/0 4/1	7/0 5/1	7/0 8/1	8/0 2/1	8/0 3/1	8/0 4/1	8/0 8/1	2/1 3/1	2/1 4/1	2/1 5/1	2/1 8/1	3/1 4/1	3/1 5/1	3/1 8/1	4/1 5/1	4/1 8/1	5/1 8/1
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
6	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Z hľadiska realizácie testu usporiadame kroky testu tak, aby kódová vzdialenosť medzi krokmi bola minimálna

Tab. 2.34 Minimálny lokalizačný test

k	i	a	b	c	f
1	1	0	0	1	0
2	3	0	1	1	1
3	2	0	1	0	0
4	6	1	1	0	1
5	4	1	0	0	0

Pre zložitejšie obvody je diferenčná TP porúch veľmi rozsiahla a prakticky nepoužiteľná. Na minimalizáciu LT použijeme iné metódy.

Minimalizácia nezávislých lokalizačných testov

Najvhodnejším je krok, ktorý delí TP na časti s rovnakým počtom stĺpcov.

Kritérium rozkladu
$$\max_i W_i = \sum_{j=1}^p n_{0i}^j \cdot n_{1i}^j$$

kde n_{0i}^j - počet „núl“ v i-tom riadku j-tej tabuľky

n_{1i}^j - počet „jedničiek“ v i-tom riadku j-tej tabuľky

Ak chceme spojiť detekciu a lokalizáciu porúch doplníme TP o stav BP, ktorý vznikne nonekvilanciou bezporuchového stavu zo sebou.

Tab. 2.35 Vytváranie nezávislého lokalizačného testu z TP na základe kritéria rozlíšiteľnosti

a)

i	BP	6/0	7/0	8/0	2/1	3/1	4/1	5/1	8/1	W
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	18
2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	14
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	14
4	0	0	0	0	1	0	1	0	1	18
5	0	0	0	0	1	0	1	1	1	20 *
6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	14
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8

b)

i	BP	6/0	7/0	8/0	3/1	2/1	4/1	5/1	8/1	W
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0+3=3
1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0+3=3
2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4+3=7 *
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6+0=6
4	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0+3=3
6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6+0=6
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4+0=4

c)

i	BP	6/0	7/0	8/0	2/1	4/1	5/1	W
1	0	0	0	0	1	0	1	$0+2=2$
3	0	0	1	1	0	0	0	$4+0=4$ *
4	0	0	0	0	1	1	0	$0+2=2$
6	0	1	0	1	0	0	0	$4+0=4$
7	0	0	0	1	0	0	0	$3+0=3$

d)

i	BP	6/0	7/0	8/0	2/1	4/1	5/1	W
1	0	0	0	0	1	0	1	$0+0+2=2$ *
4	0	0	0	0	1	1	0	$0+0+2=2$
6	0	1	0	1	0	0	0	$1+1+0=2$
7	0	0	0	1	0	0	0	$0+1+0=1$

e)

i	BP	6/0	7/0	8/0	2/1	5/1	W
4	0	0	0	0	1	0	$0+0+1=1$ *
6	0	1	1	0	0	0	$1+1+0=2$ *
7	0	0	0	1	0	0	$0+1+0=1$

Vybrané kroky testu môžeme usporiadať tak, aby medzi jednotlivými krokmi bola minimálna kódová vzdialenosť.

Tab. 2.36 Nezávislý lokalizačný test

k	i	a	b	c	f
1	1	0	0	1	0
2	3	0	1	1	1
3	2	0	1	0	0
4	6	1	1	0	1
5	4	1	0	0	0
6	5	1	0	1	0

Takto získaný nezávislý lokalizačný test nemusí byť minimálny ale je blízky k minimálnemu.

Minimalizácia závislých lokalizačných testov

Krok testu sa vyberá pre každú tabuľku osobitne podľa kritéria:

$$W_i^j = n_{0i}^j \cdot n_{1i}^j$$

i	BP	6/0	7/0	8/0	2/1	3/1	4/1	5/1	8/1	W
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	18
2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	14
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	14
4	0	0	0	0	1	0	1	0	1	18
5	0	0	0	0	1	0	1	1	1	20 *
6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	14
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8

i	BP	6/0	7/0	8/0	3/1	W
2	0	0	0	0	1	4
3	0	0	1	1	0	6 *
6	0	1	0	1	0	6
7	0	0	0	1	0	4

i	2/1	4/1	5/1	8/1	W
0	0	0	0	1	3
1	1	0	1	1	3 *
2	0	0	0	1	3
4	1	1	0	1	3

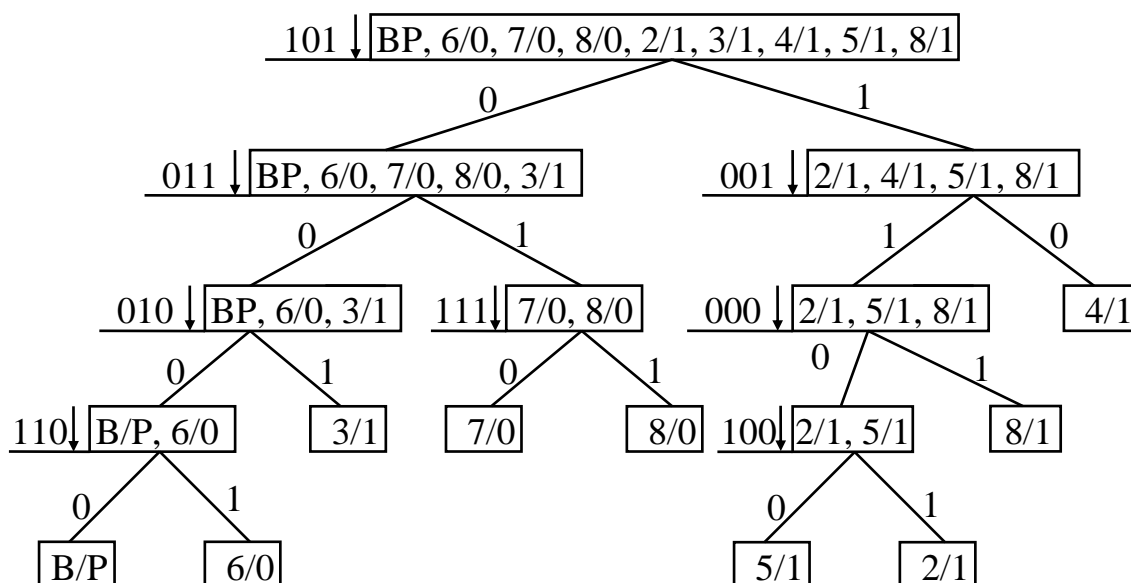
Pri alternatívnych voľbách vyberáme taký krok, aby kódová vzdialenosť k predchádzajúcemu kroku bola minimálna.

i	BP	6/0	3/1	W
2	0	0	1	2*
6	0	1	0	2 *

i	7/0	8/0	W
6	0	1	1
7	0	1	1*

i	2/1	5/1	8/1	W
0	0	0	1	2 *
2	0	0	1	2
4	1	0	1	2 *

Obr. 2.23 Lokalizačný strom



Minimálna dĺžka lokalizačného testu: 2 kroky

Maximálna dĺžka lokalizačného testu: 4 kroky

Priemerná dĺžka lokalizačného testu:

$$k_p = \sum_{i=1}^{p_{tep}} k_i \cdot p_i$$

kde p_{tep} je počet tried ekvivalencie porúch

k_i – počet krokov potrebných na lokalizáciu i -tej TEP

p_i – pravdepodobnosť i -tej TEP.

Ak by bola pravdepodobnosť všetkých TEP (aj BP) rovnaká, potom priemerná dĺžka lokalizačného testu:

$$k_p = [2 \cdot 1 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 4] / 9 \cong 3,33$$

Zostavenie ZLT s minimálnou priemernou dĺžkou

Entropia testovaného systému $H = -\sum_{j=1}^s p(S_j) \log_2 p(S_j)$

$p(S_j)$ - pravdepodobnosť výskytu stavu S_j

Úbytok entropie výberom i -teho riadku v k -tom kroku

$$\Delta H_i = -p_{0i}^k \log_2 p_{0i}^k - p_{1i}^k \log_2 p_{1i}^k$$

p_{0i}^k resp. p_{1i}^k sú pravdepodobnosti zhody resp. nezahody výstupného signálu so správnou hodnotou

$$\max_i \Delta H_i^k \Leftrightarrow \min_i |p_{0i}^k - p_{1i}^k|$$

$$p_{0i}^k = \sum_{j=1}^{s_k} f_{ij} p^k(s_j) \quad ; \quad p_{1i}^k = \sum_{j=1}^{s_k} f_{ij} p^k(s_j)$$

Podmienená pravdepodobnosť v prípade zhody resp. nezahody

$$p^{k+1}(s_j) = \frac{p^k(s_j)}{p_{0i}^k} \quad \text{resp.} \quad p^{k+1}(s_j) = \frac{p^k(s_j)}{p_{1i}^k}$$

Tab. 2.38 Vytváranie závislého testu na základe kritéria prírastku informácie (aby sme sa vyhli zlomkom, použijeme násobky pravdepodobnosti porúch).

a)

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	100. p ¹ _{0i} - p ¹ _{1i}
S _j	BP	6/0	7/0	8/0	2/1	3/1	4/1	5/1	8/1	
100.p ¹ (S _j)	38	5	5	5	5	10	1	1	30	
i = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	28
2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	20 *
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	80
4	0	0	0	0	1	0	1	0	1	28
5	0	0	0	0	1	0	1	1	1	26
6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	80
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	90

b)

j	1	2	3	4	5	7	8	$60 \cdot p^2_{0i} - p^2_{1i} $
S_j	BP	6/0	7/0	8/0	2/1	4/1	5/1	
$60 \cdot p^2(S_j)$	38	5	5	5	5	1	1	
$i = 1$	0	0	0	0	1	0	1	48
3	0	0	1	1	0	0	0	40 *
4	0	0	0	0	1	1	0	48
5	0	0	0	0	1	1	1	46
6	0	1	0	1	0	0	0	40
7	0	0	0	1	0	0	0	50

c)

j	6	9	$40 \cdot p^2_{0i} - p^2_{1i} $
S_j	3/1	8/1	
$40 \cdot p^2(S_j)$	10	30	
$i = 0$	0	1	20 *
1	0	1	20
4	0	1	20
5	0	1	20

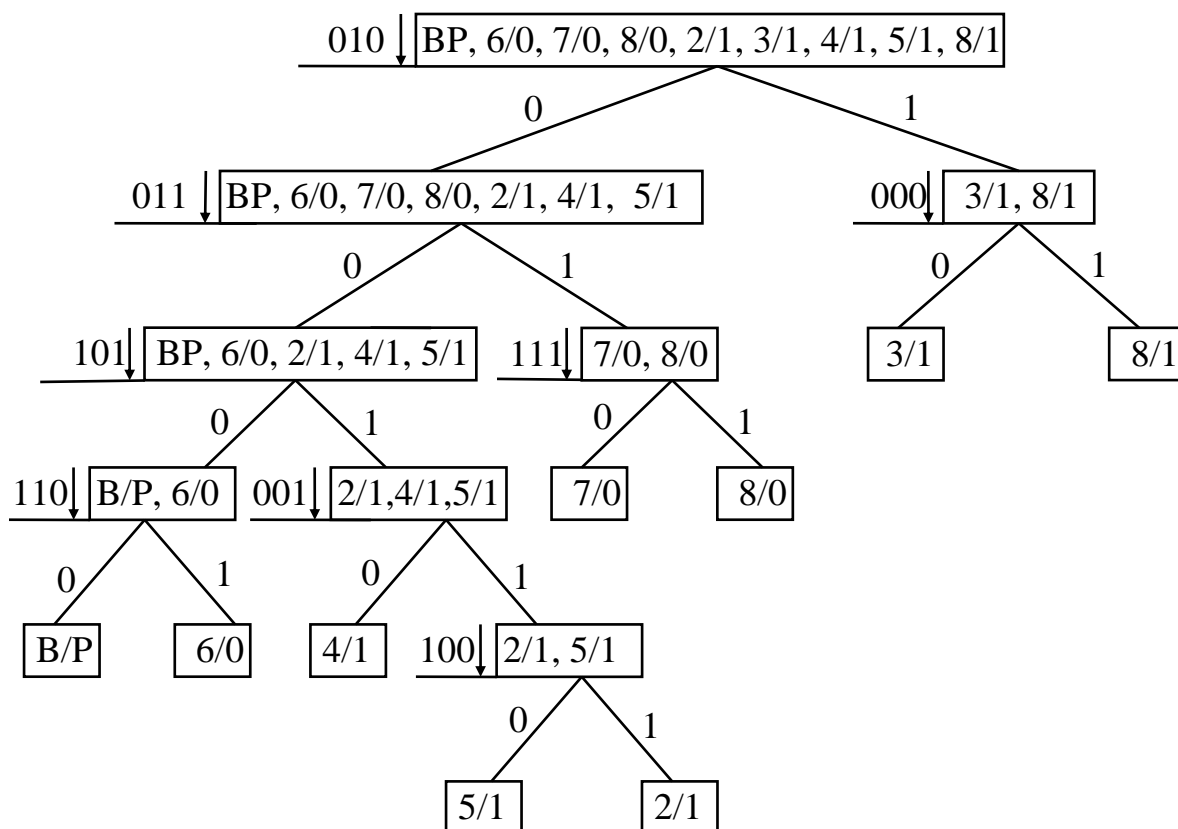
d)

j	1	2	5	7	8	$50 \cdot p^3_{0i} - p^3_{1i} $
S_j	BP	6/0	2/1	4/1	5/1	
$50 \cdot p^3(S_j)$	38	5	5	1	1	
$i = 1$	0	0	1	0	1	38
4	0	0	1	1	0	38
5	0	0	1	1	1	36 *
6	0	1	0	0	0	40

e)

j	5	7	8	$7 \cdot p^4_{0i} - p^4_{1i} $
S_j	2/1	4/1	5/1	
$7 \cdot p^4(S_j)$	5	1	1	
$i = 1$	1	0	1	5 *
4	1	1	0	5 *

Obr. 2.24 Lokalizačný strom vytvorený na základe kritérií prírastku informácie



Priemerná dĺžka lokalizačného testu:

$$k_p = \sum_{i=1}^{p_{tep}} k_i \cdot p_i$$

kde p_{tep} je počet tried ekvivalencie porúch

k_i – počet krokov potrebných na lokalizáciu i -tej TEP

p_i – pravdepodobnosť i -tej TEP.

$$k_p = [2 \cdot (10+30) + 3 \cdot (5+5) + 4 \cdot (38+5+1) + 5 \cdot (1+5)]/100 = 3,16$$

Ak by sa použil rovnaký test ako v predchádzajúcom prípade, priemerná dĺžka testu by bola

$$k_p = [2 \cdot 1 + 3 \cdot (10+5+5+30) + 4 \cdot (38+5+1+5)]/100 = 3,48$$

a teda by bola dlhšia aj v porovnaní s priemernou dĺžkou testu pri rovnakej pravdepodobnosti TEP.