

## D-algoritmus 9-hodnotový

- môže byť použitý aj v prípade viacnásobných porúch v obvode.

Citlivú cestu pre signál  $D$  ( $\bar{D}$ ) cez logické členy AND, NAND (OR, NOR) zaisťujú nielen hodnoty 1 (0), ale tiež privedenie ďalších signálov  $D$  ( $\bar{D}$ ).

$$1 \cup D = (1, 1) \cup (1, 0) = (\{1 \cup 1\}, \{1 \cup 0\}) = (\{1\}, \{X\}) = (1, X) = B$$

$$0 \cup D = (0, 0) \cup (1, 0) = (\{0 \cup 1\}, \{0 \cup 0\}) = (\{X\}, \{0\}) = (X, 0) = \bar{P}$$

$$1 \cup \bar{D} = (1, 1) \cup (0, 1) = (\{1 \cup 0\}, \{1 \cup 1\}) = (\{X\}, \{1\}) = (X, 1) = P$$

$$0 \cup \bar{D} = (0, 0) \cup (0, 1) = (\{0 \cup 0\}, \{0 \cup 1\}) = (\{0\}, \{X\}) = (0, X) = \bar{B}$$

Deväťhodnotový model

h	0	1	X	D	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	P	$\bar{P}$
$(h_s, h_p)$	(0, 0)	(1, 1)	(X, X)	(1, 0)	(0, 1)	(1, X)	(0, X)	(X, 1)	(X, 0)

Základné logické operácie sa vykonávajú zvlášť pre  $h_s$  a  $h_p$  jednotlivých operandov. Napr.

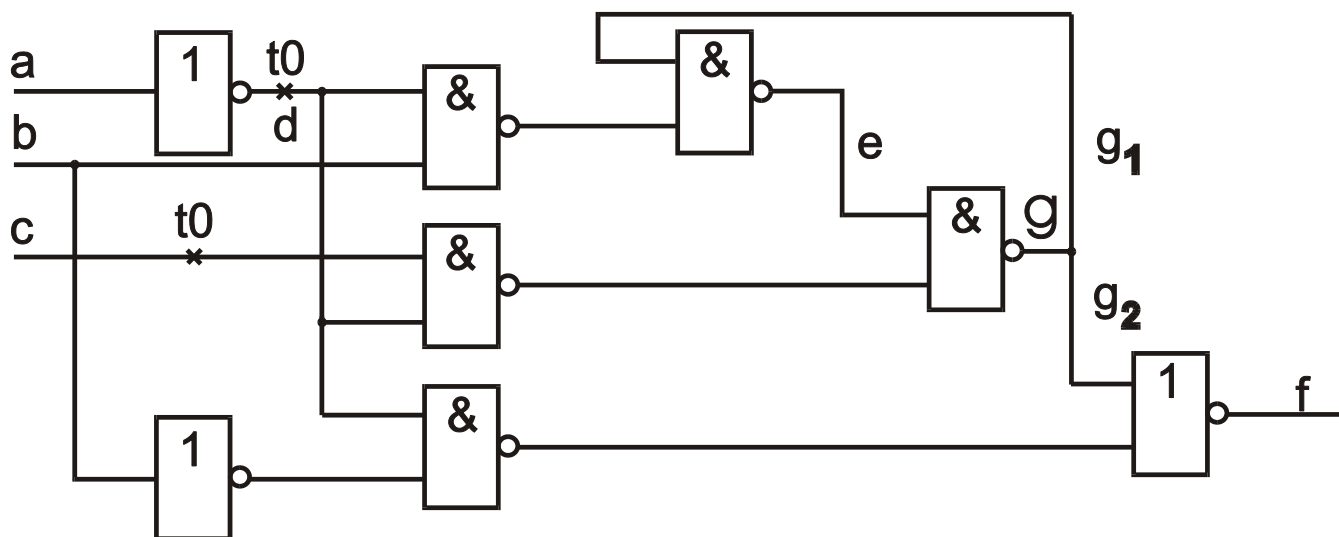
$$B + \bar{D} = (1, X) + (0, 1) = (\{1+0\}, \{X+1\}) = (\{1\}, \{1\}) = 1$$

**Prenosové D-kocky a primitívnu D-kocku poruchy v rozšírenom D-algoritme vytvárame obdobne ako v obyčajnom D-algoritme, pričom operáciu prieniku nahradzujeme kompozíciou.**

Kompozícia singulárnych pokrytí  $s_1 = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  a  $s_2 = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  dáva  $c = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ , kde dvojica  $(a_i, b_i)$  určuje hodnotu  $c_i$  v rámci 9-hodnotového modelu.

Pri vytváraní primitívnej D-kocky poruchy neuvažujeme tie kompozície, ktoré vo výsledku dávajú hodnotu D resp.  $\bar{D}$  na vstupe logického člena.

Na rozdiel od obyčajného v rozšírenom D-algoritme je zavedený pojem doplnková kocka ako prienik SP (bezporuchového resp. poruchového) člena s plne neurčenou primitívnou kockou.



Doplnkové kocky dvojestupového člena NAND

<b>d</b>	<b>Kompozícia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>d<sub>1</sub></b>	<b>s<sub>1</sub>, s<sub>x</sub></b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b><math>\bar{B}</math></b>
<b>d<sub>2</sub></b>	<b>s<sub>2</sub>, s<sub>x</sub></b>	<b><math>\bar{B}</math></b>	<b>X</b>	<b>B</b>
<b>d<sub>3</sub></b>	<b>s<sub>3</sub>, s<sub>x</sub></b>	<b>X</b>	<b><math>\bar{B}</math></b>	<b>B</b>
<b>d<sub>4</sub></b>	<b>s<sub>x</sub>, s<sub>1</sub></b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b><math>\bar{P}</math></b>
<b>d<sub>5</sub></b>	<b>s<sub>x</sub>, s<sub>2</sub></b>	<b><math>\bar{P}</math></b>	<b>X</b>	<b>P</b>
<b>d<sub>6</sub></b>	<b>s<sub>x</sub>, s<sub>3</sub></b>	<b>X</b>	<b><math>\bar{P}</math></b>	<b>P</b>

Prenosové kocky dvojvstupového člena NAND

<b>p</b>	<b>Kompozícia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>p<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub></b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b><math>\bar{D}</math></b>
<b>p<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>1</sub>, S<sub>3</sub></b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b><math>\bar{D}</math></b>
<b>p<sub>3</sub></b>	<b>S<sub>2</sub>, S<sub>1</sub></b>	<b><math>\bar{D}</math></b>	<b>P</b>	<b>D</b>
<b>p<sub>4</sub></b>	<b>S<sub>3</sub>, S<sub>1</sub></b>	<b>P</b>	<b><math>\bar{D}</math></b>	<b>D</b>

Doplňkové kocky dvojvstupového člena NOR

<b>d</b>	<b>Kompozícia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>d<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>1</sub>, S<sub>x</sub></b>	<b><math>\bar{B}</math></b>	<b><math>\bar{B}</math></b>	<b>B</b>
<b>d<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>2</sub>, S<sub>x</sub></b>	<b>B</b>	<b>X</b>	<b><math>\bar{B}</math></b>
<b>d<sub>3</sub></b>	<b>S<sub>3</sub>, S<sub>x</sub></b>	<b>X</b>	<b>B</b>	<b><math>\bar{B}</math></b>
<b>d<sub>4</sub></b>	<b>S<sub>x</sub>, S<sub>1</sub></b>	<b><math>\bar{P}</math></b>	<b><math>\bar{P}</math></b>	<b>P</b>
<b>d<sub>5</sub></b>	<b>S<sub>x</sub>, S<sub>2</sub></b>	<b>P</b>	<b>X</b>	<b><math>\bar{P}</math></b>
<b>d<sub>6</sub></b>	<b>S<sub>x</sub>, S<sub>3</sub></b>	<b>X</b>	<b>P</b>	<b><math>\bar{P}</math></b>

Prenosové kocky dvojvstupového člena NOR

<b>p</b>	<b>Kompozícia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>p<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub></b>	<b><math>\bar{D}</math></b>	<b>B</b>	<b>D</b>
<b>p<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>1</sub>, S<sub>3</sub></b>	<b>B</b>	<b><math>\bar{D}</math></b>	<b>D</b>
<b>p<sub>3</sub></b>	<b>S<sub>2</sub>, S<sub>1</sub></b>	<b>D</b>	<b><math>\bar{P}</math></b>	<b><math>\bar{D}</math></b>
<b>p<sub>4</sub></b>	<b>S<sub>3</sub>, S<sub>1</sub></b>	<b><math>\bar{P}</math></b>	<b>D</b>	<b><math>\bar{D}</math></b>

Obdobou D-prieniku v rozšírenom D-algoritme je operácia R-prieniku.

Výsledkom R-prieniku hodnôt  $\mathbf{h}_i$  a  $\mathbf{h}_j$  je hodnota  $\mathbf{h}_v$ , pre ktorú platí:

$$\begin{aligned}\mathbf{h}_v &= \mathbf{h}_i \underset{R}{\cap} \mathbf{h}_j = (h_{si}, h_{pi}) \underset{R}{\cap} (h_{sj}, h_{pj}) = (\{h_{si} \underset{R}{\cap} h_{sj}\}, \{h_{pi} \underset{R}{\cap} h_{pj}\}) = \\ &= (\{h_{si} \cap h_{sj}\}, \{h_{pi} \cap h_{pj}\}) = (\{h_{sv}\}, \{h_{pv}\}) = (h_{sv}, h_{pv})\end{aligned}$$

Pre operáciu prieniku platí:

$$a \cap a = a;$$

$$a \cap X = X \cap a = a;$$

$$1 \cap 0 = 0 \cap 1 = \emptyset$$

Postup v rozšírenom D-algoritme:

1 Číslovanie vodičov

2 Vodičom s poruchou  $t_1$  ( $t_0$ ) sa priradí hodnota  $P$  ( $\bar{P}$ )

3 Primitívna kocka poruchy, pre ktorú má byť generovaný krok testu

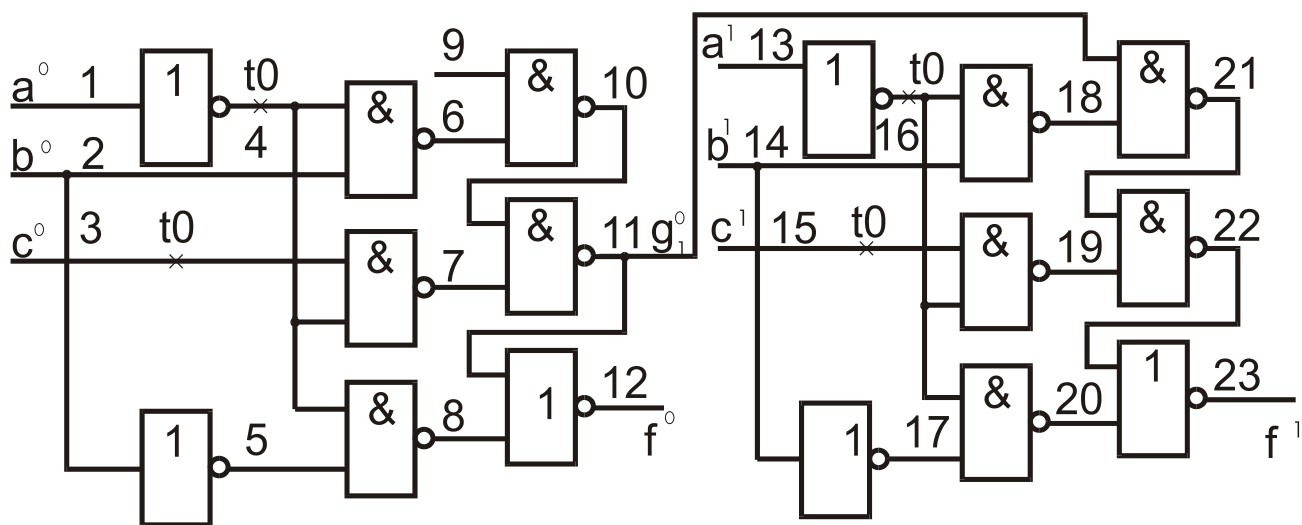
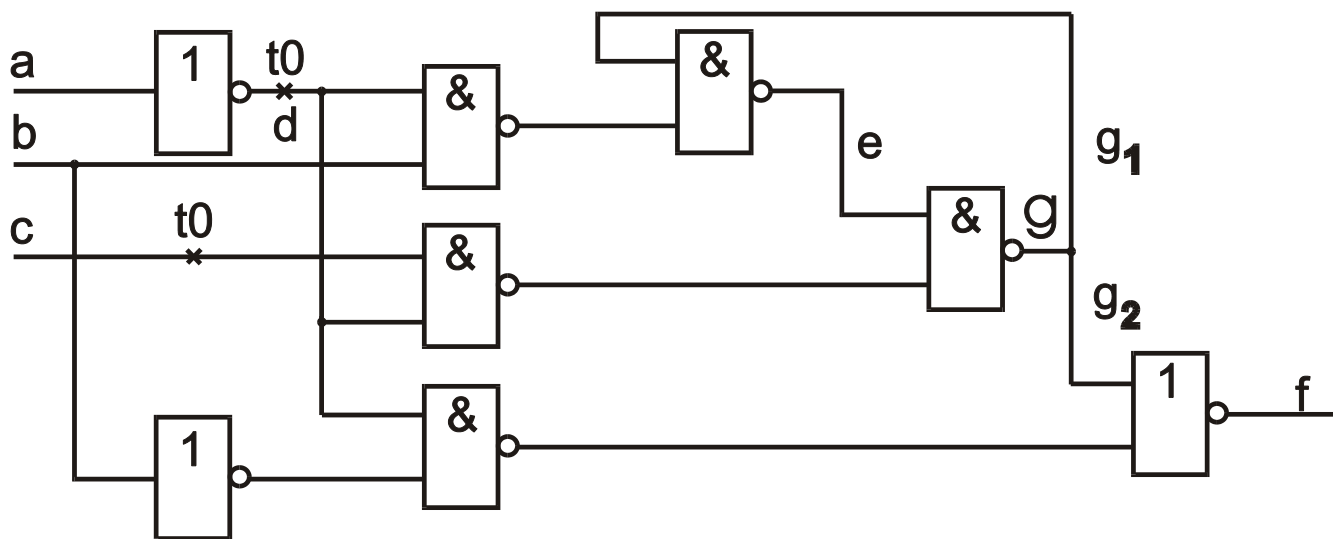
4 R-prienikom vhodných prenosových kociek sa vytvorí citlivá cesta na primárny výstup

5 Konzistencia pre všetky LČ s výstupom 0, 1, B,  $\bar{B}$ , P,  $\bar{P}$

Využívame doplnkové kocky.

Ak vzniknú hodnoty  $D$  resp.  $\bar{D}$  nahradia sa hodnotami  $B$  resp.  $\bar{B}$ .

6 Po skončení konzistencie sa na primárnych vstupoch obvodu nahradia hodnoty  $B$ ,  $P$  hodnotou 1 a hodnoty  $\bar{B}$ ,  $\bar{P}$  hodnotou 0.



tc	Hodnota kociek												Poznámky
	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
a				$\bar{P}$	$\bar{P}$								označenie porúch
b		$\bar{B}$			D								primitívna kocka poruchy
c		$\bar{B}$		$\bar{P}$	D								$c = a \wedge b$ , symbol $\wedge$ nahradzuje $\left(\begin{smallmatrix} \cap \\ R \end{smallmatrix}\right)$
d					D	B			$\bar{D}$				vhodná prenosová kocka
e		$\bar{B}$		$\bar{P}$	D	B			$\bar{D}$				$e = d \wedge c$ , vytváranie cit. cesty
f									$\bar{D}$		$\bar{B}$	D	vhodná prenosová kocka
g		$\bar{B}$		$\bar{P}$	D	B			$\bar{D}$		$\bar{B}$	D	$g = e \wedge f$ , koniec citlivej cesty
h								B		B	$\bar{B}$		Konzistencia: doplnková kocka pre H 22
i		$\bar{B}$		$\bar{P}$	D	B		B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$i = g \wedge h$
j	X						$\bar{B}$			B			doplnková kocka pre H 21
k	X	$\bar{B}$		$\bar{P}$	D	B	$\bar{B}$	B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$k = i \wedge j$
l				$\bar{B}$	X			B					doplnková kocka pre H 19
m	X	$\bar{B}$		0	D	B	$\bar{B}$	B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$m = k \wedge l$
n			B		B		$\bar{B}$						doplnková kocka pre H 18
o	X	$\bar{B}$	B	0	D	B	$\bar{B}$	B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$c = m \wedge n$
p			$\bar{B}$			B							doplnková kocka pre H 17
q	X	$\bar{B}$	$\emptyset$	0	D	B	$\bar{B}$	B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$q = o \wedge p$ , prázdny prienik
r	$\bar{B}$						X			B			doplnková kocka pre H 21
s	$\bar{B}$	$\bar{B}$		$\bar{P}$	D	B	X	B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$s = i \wedge r$
t	$\bar{B}$	$\bar{B}$		0	D	B	X	B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$t = s \wedge l$
u			$\bar{B}$			B							doplnková kocka pre H 17
v	$\bar{B}$	$\bar{B}$	$\bar{B}$	0	D	B	X	B	$\bar{D}$	B	$\bar{B}$	D	$v = t \wedge u$ , koniec
w		0	0	0								1	náhrada hodnôt na vstupoch a výstupe

tc	Hodnota kociek												poznámky
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
a			$\bar{P}$	$\bar{P}$							$\bar{B}$		vstup do operácie konzistencie
b							B			B	$\bar{B}$		doplňková kocka pre H 11
c			$\bar{P}$	$\bar{P}$			B			B	$\bar{B}$		$c = a \wedge b$
d						$\bar{B}$			X	B			doplňková kocka pre H10
e			$\bar{P}$	$\bar{P}$		$\bar{B}$	B		X	B	$\bar{B}$		$e = d \wedge c$
f			$\bar{B}$	X			B						doplňková kocka pre H 7
g			0	$\bar{P}$		$\bar{B}$	B		X	B	$\bar{B}$		$g = e \wedge f$
h		B		B		$\bar{B}$							doplňková kocka pre H 6
i		B	0	D		$\bar{B}$	B		X	B	$\bar{B}$		$i = g \wedge h$
j		B	0	B		$\bar{B}$	B		X	B	$\bar{B}$		náhrada B za D
k	$\bar{B}$			B									doplňková kocka pre H 4
l	$\bar{B}$	B	0	B		$\bar{B}$	B		X	B	$\bar{B}$		$l = j \wedge k$ , koniec
m	0	1	0									X	náhrada hodnôt na vstupoch a výstupe

### Krok testu iteratívneho kombinačného obvodu

k	$a^0$	$b^0$	$c^0$	$a^1$	$b^1$	$c^1$	$f^0$	$f^1$
1	0	1	0	0	0	0	X	1

### Krok testu sekvenčného obvodu

k	a	b	c	f
1	0	1	0	X
2	0	0	0	1