

Vzorové riešenie 2. zadania

SYNTÉZA KOMBINAČNÝCH LOGICKÝCH OBVODOV

Navrhните převodník desítkových čísel 0-9, zakódovaných v kóde Gray do kódu BCD84-2-1. Převodník realizujte s minimálním počtem členů NAND a NOR.

Navrhните vlastní řešení a ověřte ho programovými prostředky ESPRESSO a LogiSim (příp. LOG alebo FitBoard).

Úlohy:

- 1) Navrhните vlastní řešení pro skupinovú minimalizáciu a odvoďte B-funkcie v tvare MDNF.
- 2) Vytvorte vstupný textový súbor s opisom vstupu pre ESPRESSO.
- 3) Navrhnuté B-funkcie v tvare MDNF overte programom ESPRESSO. Pri návrhu B-funkcií klad'te dôraz na skupinovú minimalizáciu funkcií.
- 4) Optimálne riešenie (treba zhodnotiť, ktoré riešenie je lepšie a prečo) vytvorte obvod s členmi NAND (výhradne NAND, t.j. aj negátory nahrad'te logickými členmi NAND).
- 5) Z Karnaughovej mapy odvoďte B-funkcie v tvare MKNF a vytvorte obvod s členmi NOR (výhradne NOR, t.j. aj negátory nahrad'te logickými členmi NOR).
- 6) Výslednú schému nakreslite v simulátore LogiSim (příp. LOG alebo FitBoard) a overte simuláciou.
- 7) Riešenie vyhodno'te (zhodnotenie zadania, postup riešenia, vyjadrenie sa k počtu logických členov, vstupov obvodu, vhodnosti použítie NAND alebo NOR realizácie).

Riešenie

#	Gray				BCD84-2-1			
	a	b	c	d	A	B	C	D
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1	1
2	0	0	1	1	0	1	1	0
3	0	0	1	0	0	1	0	1
4	0	1	1	0	0	1	0	0
5	0	1	0	0	1	0	1	1
6	0	1	0	1	1	0	1	0
7	0	1	1	1	1	0	0	1
8	1	1	1	1	1	0	0	0
9	1	1	1	0	1	1	1	1

		<u>c</u>			
		<u>d</u>			
b	a	0000	0111	0110	0101
		1011	1010	1001	0100
		xxxx	xxxx	1000	1111
		xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
		A,B,C,D			

Kaurngaughove mapy a DNF

	c			
	d			
b	a	0	0	0
		1	1	1
		X	X	1
		X	X	X

	c			
	d			
b	a	0	1	1
		0	0	0
		X	X	0
		X	X	X

	A			
	B			
b	a	0	1	1
		1	1	0
		X	X	0
		X	X	X

	B			
	D			
b	a	0	1	0
		1	0	1
		X	X	0
		X	X	X

MDNF:

$$A = b \bar{c} \bar{d} + bd + a \bar{d}$$

$$B = c \bar{d} + \bar{b} d$$

$$C = b \bar{c} + \bar{b} d + a \bar{d}$$

$$D = \bar{a} b c d + \bar{b} c \bar{d} + \bar{b} \bar{c} d + b \bar{c} \bar{d} + a \bar{d}$$

Obsah vstupného súbora pre ESPRESSO:

```
# prevodník z Gray do kódu BCD84-2-1.
.i 4
.o 4
.ilb a b c d
.ob A B C D
.type fr
.p 10
0000 0000
0001 0111
0011 0110
0010 0101
0110 0100
0100 1011
0101 1010
0111 1001
1111 1000
1110 1111
.e
```

Výstup programu ESPRESSO:

```
A = (b&!c&!d) | (b&d) | (a&!d);

B = (c&!d) | (!b&d);

C = (b&!c) | (!b&d) | (a&!d);

D = (!a&b&c&d) | (!b&c&!d)
| (!b&!c&d) | (b&!c&!d) | (a&!d);
```

Riešenia sú totožné.

Prepis na NAND:

$$\begin{aligned} A &= b \bar{c} \bar{d} + bd + a \bar{d} \\ &= \overline{\overline{b \bar{c} \bar{d} + bd + a \bar{d}}} \\ &= \overline{(b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d}) \cdot (b \cdot d) \cdot (a \cdot \bar{d})} \\ &= ((b \uparrow (c \uparrow)) \uparrow (d \uparrow)) \uparrow (b \uparrow d) \uparrow (a \uparrow (d \uparrow)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= c \bar{d} + \bar{b} d \\ &= \overline{\overline{(c \cdot \bar{d}) + (\bar{b} \cdot d)}} \\ &= \overline{(c \cdot \bar{d}) \cdot (\bar{b} \cdot d)} \\ &= (c \uparrow (d \uparrow)) \uparrow ((b \uparrow) \uparrow d) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= b \bar{c} + \bar{b} d + a \bar{d} \\ &= \overline{\overline{b \bar{c} + \bar{b} d + a \bar{d}}} \\ &= \overline{(b \cdot \bar{c}) \cdot (\bar{b} \cdot d) \cdot (a \cdot \bar{d})} \\ &= (b \uparrow (c \uparrow)) \uparrow ((b \uparrow) \uparrow d) \uparrow (a \uparrow (d \uparrow)). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= \bar{a} b c d + \bar{b} c \bar{d} + \bar{b} \bar{c} d + b \bar{c} \bar{d} + a \bar{d} \\ &= \overline{\overline{\bar{a} b c d + \bar{b} c \bar{d} + \bar{b} \bar{c} d + b \bar{c} \bar{d} + a \bar{d}}} \\ &= \overline{(\bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d) \cdot (\bar{b} \cdot c \cdot \bar{d}) \cdot (\bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d) \cdot (b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d}) \cdot (a \cdot \bar{d})} \\ &= ((a \uparrow) \uparrow b \uparrow c \uparrow d) \uparrow ((b \uparrow) \uparrow c \uparrow (d \uparrow)) \uparrow ((b \uparrow) \uparrow (c \uparrow) \uparrow d) \uparrow (b \uparrow (c \uparrow) \uparrow (d \uparrow)) \uparrow (a \uparrow (d \uparrow)). \end{aligned}$$

\uparrow - Shefferova operácia (NAND)

Počet logických členov obvodu: 17

Počet vstupov do logických členov obvodu: 44

Kaurgnaughove mapy a KNF

		<u>d</u>		<u>c</u>
a	b	0	0	0
		1	1	0
		X	X	1
		X	X	X

A

		<u>d</u>		<u>c</u>
a	b	0	1	1
		0	0	1
		X	X	1
		X	X	X

B

		<u>d</u>		<u>c</u>
a	b	0	1	0
		1	1	0
		X	X	1
		X	X	X

C

		<u>d</u>		<u>c</u>
a	b	0	1	0
		1	0	0
		X	X	1
		X	X	X

D

MKNF:

$$A = (a + b)(b + \bar{d})(a + \bar{c} + d)$$

$$B = (c + d)(\bar{b} + \bar{d})$$

$$C = (b + d + a)(\bar{c} + \bar{b} + a)(\bar{c} + \bar{b} + \bar{d}) + (\bar{c} + d + a)$$

$$D = (\bar{a} + \bar{b} + \bar{d})(\bar{a} + \bar{d} + \bar{c})(b + c + d + a)(b + \bar{d} + \bar{c})(c + \bar{b} + \bar{d})(d + \bar{b} + \bar{c} + a)$$

Prepis na NOR:

$$\begin{aligned} A &= (a + b)(b + \bar{d})(a + \bar{c} + d) \\ &= \overline{\overline{(a + b)(b + \bar{d})(a + \bar{c} + d)}} \\ &= \overline{(a + b) + (b + \bar{d}) + (a + \bar{c} + d)} \\ &= (a \downarrow b) \downarrow (b \downarrow (d \downarrow)) \downarrow (a \downarrow (c \downarrow) \downarrow d) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= (c + d)(\bar{b} + \bar{d}) \\ &= \overline{\overline{(c + d)(\bar{b} + \bar{d})}} \\ &= \overline{(c + d) + (\bar{b} + \bar{d})} \\ &= (c \downarrow d) \downarrow ((b \downarrow) \downarrow (d \downarrow)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= (b + d + a)(\bar{c} + \bar{b} + a)(\bar{c} + \bar{b} + \bar{d}) + (\bar{c} + d + a) \\ &= \overline{\overline{(b + d + a)(\bar{c} + \bar{b} + a)(\bar{c} + \bar{b} + \bar{d}) + (\bar{c} + d + a)}} \\ &= \overline{(b + d + a) + (\bar{c} + \bar{b} + a) + (\bar{c} + \bar{b} + \bar{d}) + (\bar{c} + d + a)} \\ &= (b \downarrow d \downarrow a) \downarrow ((c \downarrow) \downarrow (b \downarrow) \downarrow a) \downarrow ((c \downarrow) \downarrow (b \downarrow) \downarrow (d \downarrow)) \downarrow ((c \downarrow) \downarrow d \downarrow a) \end{aligned}$$

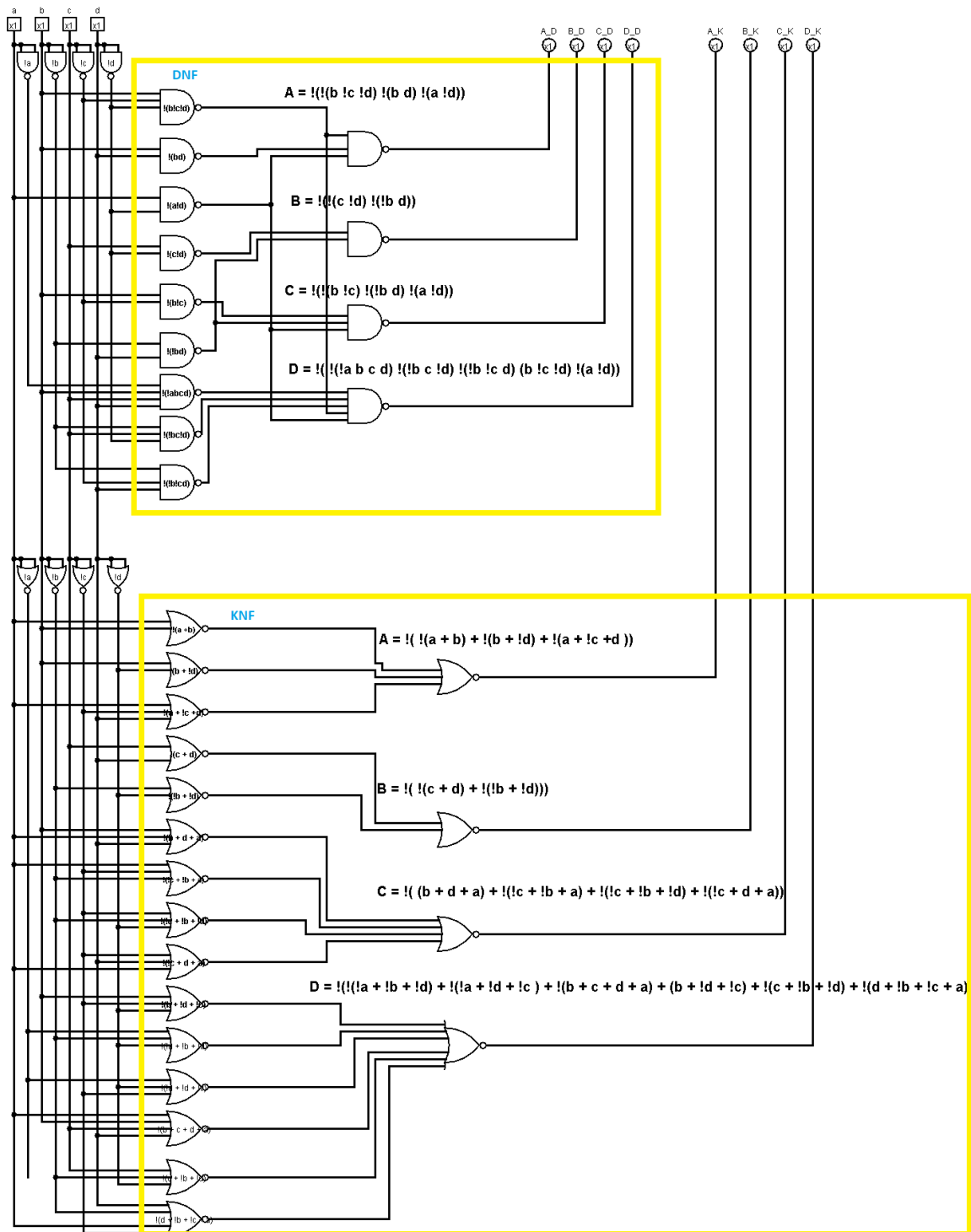
$$\begin{aligned} D &= (\bar{a} + \bar{b} + \bar{d})(\bar{a} + \bar{d} + \bar{c})(b + c + d + a)(b + \bar{d} + \bar{c})(c + \bar{b} + \bar{d})(d + \bar{b} + \bar{c} + a) \\ &= \overline{\overline{(\bar{a} + \bar{b} + \bar{d})(\bar{a} + \bar{d} + \bar{c})(b + c + d + a)(b + \bar{d} + \bar{c})(c + \bar{b} + \bar{d})(d + \bar{b} + \bar{c} + a)}} \\ &= \overline{(\bar{a} + \bar{b} + \bar{d}) + (\bar{a} + \bar{d} + \bar{c}) + (b + c + d + a) + (b + \bar{d} + \bar{c}) + (c + \bar{b} + \bar{d}) + (d + \bar{b} + \bar{c} + a)} \\ &= ((a \downarrow) \downarrow (b \downarrow) \downarrow (d \downarrow)) \downarrow ((a \downarrow) \downarrow (d \downarrow) \downarrow (c \downarrow)) \downarrow (b \downarrow c \downarrow d \downarrow a) \downarrow (b \downarrow (d \downarrow) \downarrow (c \downarrow)) \downarrow \\ &\quad (c \downarrow (b \downarrow) \downarrow (d \downarrow)) \downarrow (d \downarrow (b \downarrow) \downarrow (c \downarrow) \downarrow a). \end{aligned}$$

\downarrow - Peirceova operácia (NOR)

Počet členov obvodu: 23

Počet vstupov do logických členov obvodu: 66

Schéma:



Zhodnotenie

Zadaním bolo navrhnuť prevodník desiatkových číslíc 0-9, zakódovaných v kóde Gray do kódu BCD84-2-1., s minimálnym počtom členov NAND a NOR.

Začali sme skupinovou minimalizáciou a odvodením B-funkcie v tvare MDNF, a tieto B-funkcie sme overili v programe ESPRESSO.

Ďalej sme odvodili B-funkcie v tvare MKNF pomocou Karnaughových máp.

Schémy pre MKNF aj MDNF sme následne realizovali v simulátore LOGISIM a riešenie sme overili simuláciou.

V tomto prípade obvod realizovaný pomocou členov NAND (17 členov 44 vstupov) potrebuje o 6 logických členov viac a o 22 vstupy viac ako obvod realizovaný pomocou členov NOR (23 členov 66 vstupov).

Zároveň jednotlivé výstupné funkcie vychádzajú samostatne efektívnejšie realizované cez DNF.