

Riešenie 2. zadania

SYNTÉZA KOMBINAČNÝCH LOGICKÝCH OBVODOV

Navrhňte prevodník desiatkových číslíc 0-9, zakódovaných v kóde Gray do kódu BCD2421. Prevodník realizujte s minimálnym počtom členov NAND a NOR. Navrhňte vlastné riešenie a overte ho programovými prostriedkami ESPRESSO a LogiSim (príp. LOG alebo FitBoard).

Úlohy:

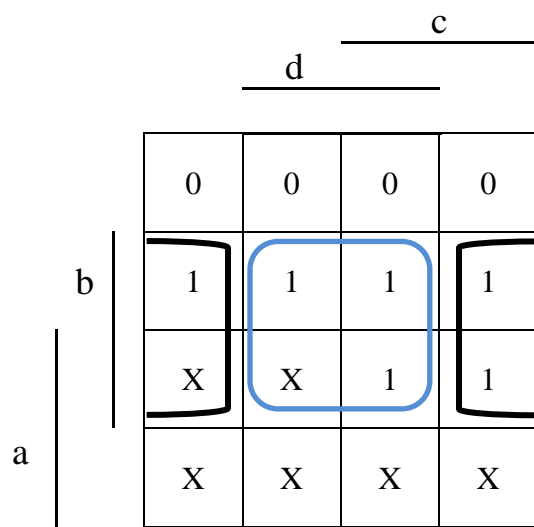
- 1) Navrhňte vlastné riešenie pre skupinovú minimalizáciu a odvodte B-funkcie v tvare MDNF.
- 2) Vytvorte vstupný textový súbor s opisom vstupu pre ESPRESSO.
- 3) Navrhnuté B-funkcie v tvare MDNF overte programom ESPRESSO. Pri návrhu B-funkcií kladte dôraz na skupinovú minimalizáciu funkcií.
- 4) Optimálne riešenie (treba zhodnotiť, ktoré riešenie je lepšie a prečo) vytvorte obvod s členmi NAND (výhradne NAND, t.j. aj negátory nahraďte logickými členmi NAND).
- 5) Z Karnaughovej mapy odvodte B-funkcie v tvare MKNF a vytvorte obvod s členmi NOR (výhradne NOR, t.j. aj negátory nahraďte logickými členmi NOR).
- 6) Výslednú schému nakreslite v simulátore LogiSim (príp. LOG alebo FitBoard) a overte simuláciou.
- 7) Riešenie vyhodnoťte (zhodnotenie zadania, postup riešenia, vyjadrenie sa k počtu logických členov, vstupov obvodu, vhodnosti použitia NAND alebo NOR realizácie).

Riešenie

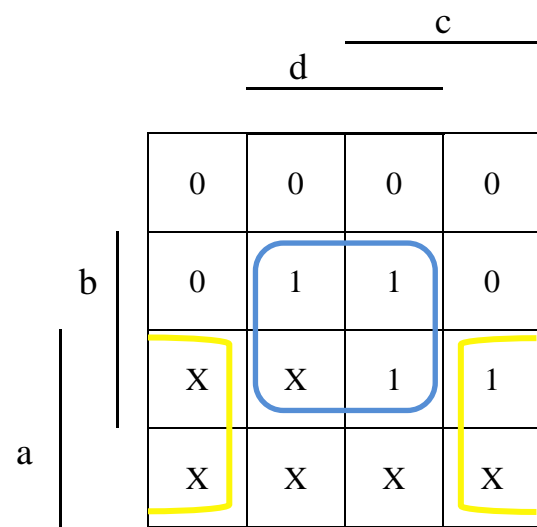
#	Gray				BCD 2421			
	a	b	c	d	A	B	C	D
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	1	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	0	1	1
4	0	1	1	0	1	0	1	0
5	0	1	0	0	1	0	1	1
6	0	1	0	1	1	1	0	0
7	0	1	1	1	1	1	0	1
8	1	1	1	1	1	1	1	0
9	1	1	1	0	1	1	1	1

		c	
		d	
a	b	0000	0001
		0010	0011
		1011	1100
		1101	1010
		1110	1010
		1111	1111
		xxxx	xxxx
		xxxx	xxxx

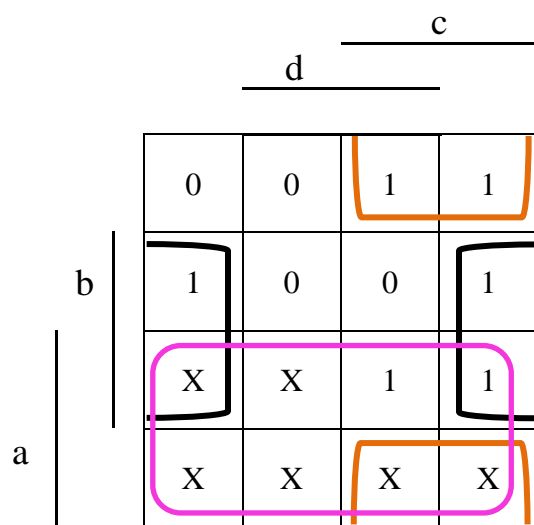
A,B,C,D



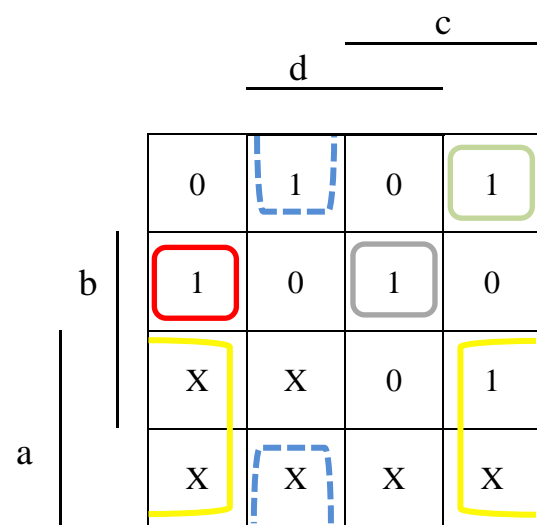
A



B



C



D

MDNF:

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

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

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

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

Obsah vstupného súboru:

```
# prevodník z Gray do BCD 2421
.i 4
.o 4
.ilb a b c d
.ob A B C D
.type fr
.p 10
0000 0000
0001 0001
0011 0010
0010 0011
0110 1010
0100 1011
0101 1100
0111 1101
1111 1110
1110 1111
.e
```

Výstup programu ESPRESSO:

```
# prevodník z Gray do BCD 2421
A = (b&d) | (b&!d);

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

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

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

Riešenia sú totožné.

Vytvorenie Shefferovej funkcie:

$$\begin{aligned} A &= (b \cdot \bar{d}) + (b \cdot d) \\ &= \overline{(b \cdot \bar{d}) + (b \cdot d)} && \text{dvojitá negácia} \\ &= \overline{(b \cdot \bar{d})} \cdot \overline{(b \cdot d)} && \text{de Morganovo pravidlo} \\ &= (b \uparrow (d \uparrow)) \uparrow (b \uparrow d) \end{aligned}$$

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

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

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

Počet logických členov obvodu: 16

Počet vstupov do logických členov obvodu: 41

Kaurngaughove mapy a KNF

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

A

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

B

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

C

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

D

MKNF:

$$A = b$$

$$B = b \cdot (d + a)$$

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

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

Prepis na NOR:

Používame dvojité negácie nad KNF formou a použijeme jedenkrát de Morganovo pravidlo.

$$A = b$$

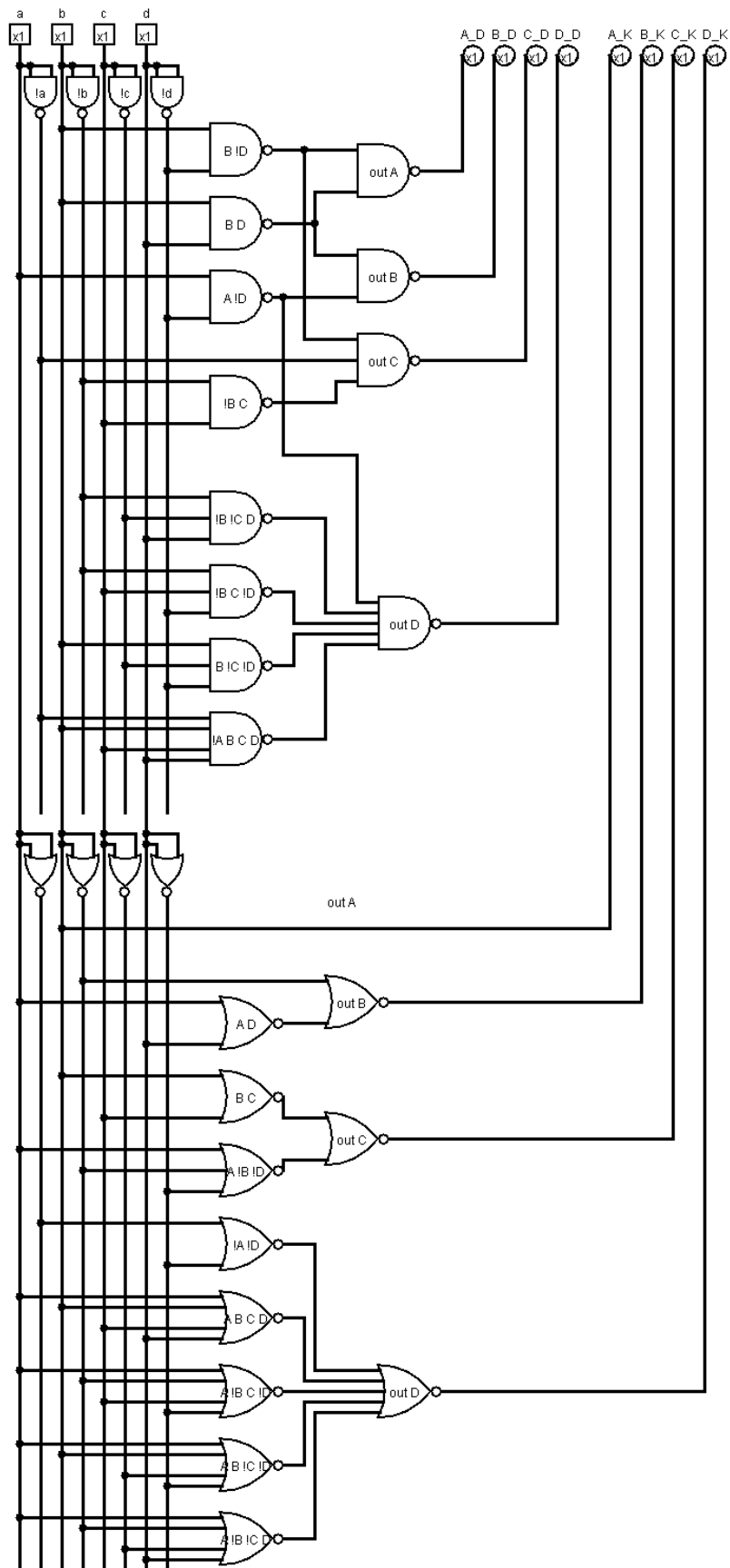
$$B = b \cdot (d+a) = \overline{\overline{b \cdot (d+a)}} = \overline{\overline{b} + \overline{(d+a)}} = (b \downarrow) \downarrow (d \downarrow a)$$

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

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

Počet členov obvodu: 15

Počet vstupov do logických členov obvodu: 42

Schéma:

Zhodnotenie

Zadaním bolo navrhnuť prevodník desiatkových číslíc 0-9, zakódovaných v kóde Gray do kódu BCD2421, s minimálnym počtom členov NAND a NOR.

Začali sme skupinovú minimalizáciu 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 (16 členov 41 vstupov) potrebuje o jeden logický člen viac a o jeden vstup menej ako obvod realizovaný pomocou členov NOR (15 členov 42 vstupov).

Zároveň jednotlivé výstupné funkcie vychádzajú samostatne efektívnejšie realizované cez KNF.