

Princípy počítačového inžinierstva

Zadanie 1

Meno a Prezvisko: Illia Ponomarov

Group: 84

Mail: xponomarov@stuba.sk

Cvicienie: Utorok 18.00

Zadanie 1

Poznámka:

ANALÝZA KOMBINAČNÝCH OBVODOV

Zadanie:

Urobte analýzu kombinačného logického obvodu, ktorého štruktúra je daná na obrázku.

1. Zo známej štruktúry obvodu:

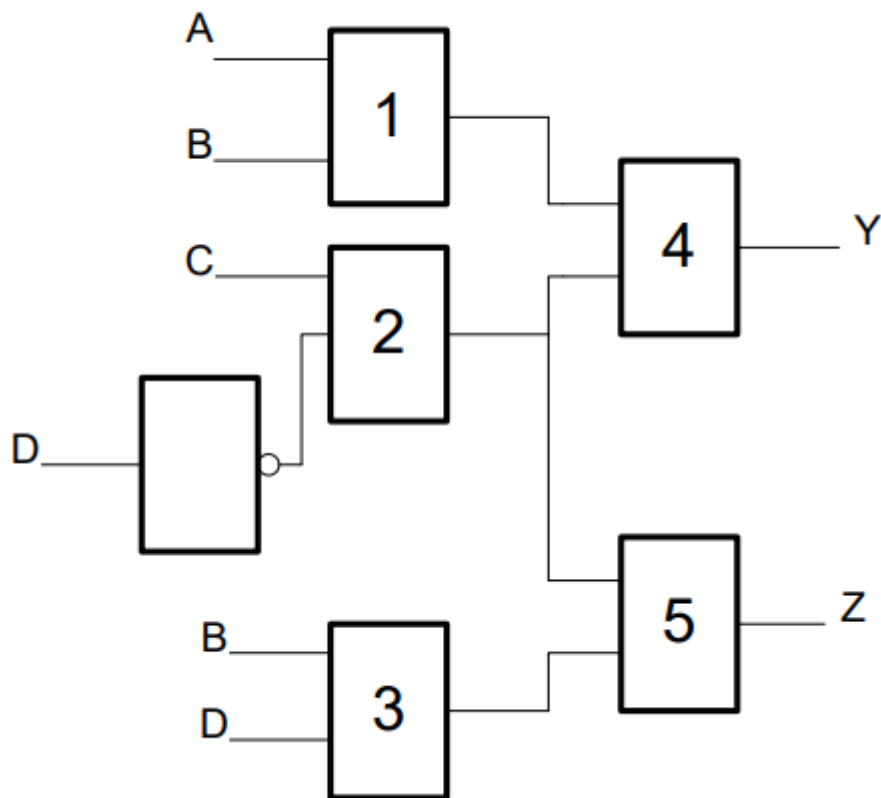
- Odvodte boolovské funkcie zodpovedajúce výstupom Y a Z obvodu,
- Boolovské funkcie s použitím pravidiel boolovskej algebry upravte na minimálnu DNF a zapíšte do Karnaughových máp (najskôr do máp, v ktorých vystupujú všetky vstupné premenné obvodu a potom do najmenších máp),
- Boolovské funkcie s použitím pravidiel boolovskej algebry upravte na minimálnu KNF a zapíšte do Karnaughových máp (najskôr do máp, v ktorých vystupujú všetky vstupné premenné obvodu a potom do najmenších máp).

2. Pomocou systému LOGISIM (príp. LOG/FITBOARD):

- Vytvorte schému zadaného obvodu a simuláciou overte správnosť mapových zápisov boolovských funkcií (pre jednotlivé kombinácie hodnôt na vstupoch porovnajte výstupy s hodnotami v mapách),
- Vytvorte schému obvodu z rovníc, ktoré ste získali pri úprave na DNF formu,
- Vytvorte schému obvodu z rovníc, ktoré ste získali pri úprave na KNF formu,
- Všetky tri vytvorené schémy pripojte na spoločné vstupy a zodpovedajúce si výstupy obvodov umiestnite vedľa seba (viď. obrázok príkladu).

Zadanie 1: NAND, XNOR, XOR, XOR, NOR

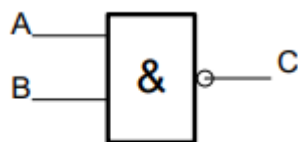
1.Schéma zadaného obvodu



Typy použitých logických členov: NAND, XNOR, XOR, XOR, NOR

NAND Funkcia

$$C = \overline{A \cdot B}$$



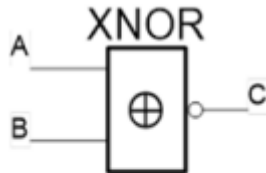
Schéma

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabuľka pravdivostných hodnôt

XNOR Funkcia

$$C = \overline{A \oplus B}$$



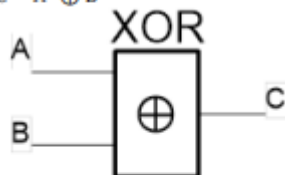
Schema

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabuľka pravdivostných hodnôt

XOR Funkcia

$$C = A \oplus B$$



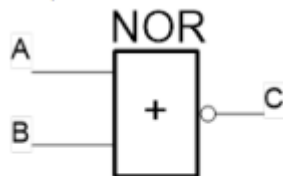
Schema

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabuľka pravdivostných hodnôt

NOR Funkcia

$$C = \overline{A + B}$$



Schema

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tabuľka pravdivostných hodnôt

Odvođenje výrazov pre výstupné funkcie Y a Z

1) Vychádzajúc zo štruktúry zostavíme výrazy zodpovedajúce výstupom Y a Z:

$$Y = (\overline{A * B}) \oplus \overline{(C \oplus D)}$$
$$Z = \overline{(C \oplus D)} + (B \oplus D)$$

Pre ľubovoľné výrazy A,B platí:

- | | |
|--|---|
| 1. $A+B = B+A$
$A.B = B.A$ | <i>Komutatívnosť</i> |
| 2. $A+(B+C) = (A+B)+C$
$A.(B.C) = A.(B.C)$ | <i>Asociatívnosť</i> |
| 3. $A+B.C = (A+B).(A+C)$
$A.(B+C) = A.B+A.C$ | <i>Distributívnosť</i> |
| 4. $A+A+...+A = A$
$A.A....A = A$ | |
| 5. $\overline{A+B} = \bar{A}.\bar{B}$
$\overline{A.B} = \bar{A} + \bar{B}$ | <i>de Morganové pravidlá</i> |
| 6. $\bar{\bar{A}} = A$
$\bar{\bar{\bar{A}}} = \bar{A}$ | <i>Pravidlá o dvojnásobnej a viacnásobnej negácii</i> |
| 7. $A + \bar{A} = 1$
$A.\bar{A} = 0$ | <i>Pravidlá o komplemente</i> |
| 8. $A+1 = 1$
$A.0 = 0$ | <i>Pravidlá o adresívnosti hodnôt 0 a 1</i> |
| 9. $A+0 = A$
$A.1 = A$ | <i>Pravidlá o neutrálnosti hodnôt 0 a 1</i> |
| 10. $(A+B).(\bar{A} + B) = B$
$A.B + \bar{A}.B = B$ | <i>Pravidlá spojovania</i> |
| 11. $A+A.B = A$
$A.(A+B) = A$ | <i>Pravidlá absorpcie</i> |
| 12. $A + \bar{A}.B = A + B$
$A.(\bar{A} + B) = A.B$ | |
| 13. $A.B + \bar{A}.C + B.C = A.B + \bar{A}.C$
$(\bar{A} + \bar{B}).(\bar{B} + \bar{C}).(A + \bar{C}) = (\bar{A} + \bar{B}).(A + \bar{C})$ | <i>Konsenzus teorem</i> |

2) Výrazy prepíšeme na ekvivalentné normálne formy typu DNF

$$Y = \overline{1 \oplus 2}$$

$$\begin{aligned} 1 &= \overline{A \cdot B} = \\ &= \overline{A} + \overline{B} \end{aligned}$$

de Morganové pravidlá

$$\begin{aligned} 2 &= \overline{C \oplus \overline{D}} = \\ &= \overline{(C \cdot \overline{\overline{D}}) + (\overline{C} \cdot \overline{D})} = \\ &= \overline{(C * D) * (\overline{C} * \overline{D})} = \\ &= (\overline{C} + \overline{\overline{D}})(C + D) = \\ &= (C + D)\overline{C} + (C + D)\overline{D} = \\ &= (\overline{C} * D) + (\overline{D} * C) \end{aligned}$$

Pravidlo 6

de Morganové pravidlá

Distributívnosť

$$Y = \overline{1 \oplus 2}$$

$$\begin{aligned} &= \overline{(A * B) \oplus (C \oplus \overline{D})} = \\ &= \overline{A * B(C * \overline{\overline{D}} + \overline{C} * \overline{D}) + \overline{A * B(C * \overline{D}) + (\overline{C} * \overline{D})}} = \text{Pravidlo 6} \\ &= \overline{A * B(C * D + \overline{C} * \overline{D}) + (A * B(C * D) + (\overline{C} * \overline{D}))} = \text{de Morganové pravidlá} \\ &= \overline{A} + \overline{B} (C * D + \overline{C} * \overline{D}) + \overline{A * B(C * D + \overline{C} * \overline{D})} = \text{de Morganové pravidlá + Pravidlo 6} \\ &= (CD + \overline{C}\overline{D})\overline{A} + (CD + \overline{C}\overline{D})\overline{B} + AB(\overline{C} + \overline{D})(C + D) = \text{Distributívnosť} \\ &= \overline{A}CD + \overline{A}\overline{C}\overline{D} + \overline{B}CD + \overline{B}\overline{C}\overline{D} + AB\overline{C}D + AB(C + D)\overline{D} = \text{Distributívnosť} \\ &= \overline{A}CD + \overline{A}\overline{C}\overline{D} + \overline{B}CD + \overline{B}\overline{C}\overline{D} + AB\overline{C}D + AB\overline{C}\overline{D} + AB\overline{D}C = \text{Pravidlo 6} \end{aligned}$$

$$= \overline{A}CD + \overline{A}\overline{C}\overline{D} + \overline{B}CD + \overline{B}\overline{C}\overline{D} + AB\overline{C}\overline{D} + AB\overline{D}C$$

Pravidlo 9

Počet použitých logických členov: 11 (4xNOT, 6xAND, 1xOR)

Počet použitých logických členov: 30 (4 do NOT, 4 do AND, 4 do AND, 3 do AND, 3 do AND, 3 do AND, 3 do AND, 6 do OR)

$$\mathbf{Z} = \overline{1 + 2}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{1} &= \overline{(C \oplus \overline{D})} = \\ &= \overline{C\overline{D} + \overline{C}\overline{D}} = \\ &= \overline{C\overline{D}} + \overline{\overline{C}\overline{D}} \end{aligned}$$

$$\text{Formula } A \oplus B = (A \cdot \overline{B}) + (\overline{A} \cdot B)$$

de Morganové pravidlá

$$\mathbf{2} = (B \oplus D) =$$

$$B \oplus D = (B \cdot \overline{D}) + (\overline{B} \cdot D)$$

$$\text{Formula } A \oplus B = (A \cdot \overline{B}) + (\overline{A} \cdot B)$$

$$\mathbf{Z} = \overline{1 + 2} =$$

$$\begin{aligned} &= \overline{(\overline{C\overline{D} + \overline{C}\overline{D}}) + (B \oplus D)} = \\ &= \overline{(\overline{C\overline{D} + \overline{C}\overline{D}}) + (B\overline{D} + \overline{B}D)} = \\ &= \overline{(C + \overline{C}\overline{D})(\overline{B} + \overline{D})(\overline{B} + D)} = \\ &= (CD + \overline{C}\overline{D})(\overline{B} + \overline{D})(\overline{B} + D) = \\ &= (CD + \overline{C}\overline{D})(\overline{B} + D)(B + \overline{D}) = \\ &= (\overline{B} + D)(B + \overline{D})CD + (\overline{B} + D)(B + \overline{D})\overline{C}\overline{D} = \\ &= (B + \overline{D})CD + (\overline{B} + D)(B + \overline{D})\overline{C}\overline{D} = \\ &= CDB + CD\overline{D} + (\overline{B} + D)(B + \overline{D})\overline{C}\overline{D} = \\ &= CDB + 0 + (B + \overline{D})\overline{C}\overline{D}\overline{B} + (B + \overline{D})\overline{C}\overline{D}D = \\ &= CDB + (B + \overline{D})\overline{C}\overline{D}\overline{B} + 0 = \\ &= CDB + \overline{C}\overline{D}\overline{B}B + \overline{C}\overline{D}B\overline{D} = \\ &= CDB + \overline{C}\overline{D}\overline{B}B + \overline{C}\overline{D}B\overline{D} = \\ &= CDB + 0 + \overline{C}\overline{D}B\overline{D} = \\ &= CDB + \overline{C}\overline{D}B\overline{D} \end{aligned}$$

$$\text{Formula } A \oplus B = (A \cdot \overline{B}) + (\overline{A} \cdot B)$$

de Morganové pravidlá

Pravidlo 6

Pravidlo 6

Distributívnosť

Distributívnosť

Distributívnosť

Distributívnosť

Pravidlo 7+Distributívnosť

Distributívnosť

Pravidlo 4

Formula $A \cdot \overline{A} = 0$

Počet použitých logických členov: 6 (3xNOT, 2xAND, 1xOR)

Počet vstupov pre logickú funkciu: 11 (3 do NOT, 3 do AND, 3 do AND, 2 do OR)

Sumár obvodu:

Počet použitých logických členov: 13 (4xNOT, 7xAND, 2xOR)

Počet vstupov pre logickú funkciu: 26 (4 do NOT, 4 do AND, 4 do AND, 3 do AND, 3 do AND, 3 do AND, 3 do AND, 3 do AND, 6 do OR, 2 do OR)

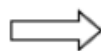
3) Zostavíme mapové zápisy funkcií, ktoré zodpovedajú výrazom Y a Z:

		<u> C </u>	
		<u> D </u>	
<u>A</u>	<u>B</u>	1	0
		1	0
		0	1
		1	0

Y

		<u> C </u>	
		<u> D </u>	
<u>A</u>	<u>B</u>	1	0
		0	0
		0	1
		1	0

Z



		<u> C </u>	
		<u> D </u>	
<u>B</u>		1	0
		0	1

Z

4) Výrazy prepíšeme na ekvivalentné normálne formy typu KNF:

$$\begin{aligned}
 Y &= \overline{A}CD + \overline{A}\overline{C}\overline{D} + \overline{B}CD + \overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}\overline{C}D + A\overline{B}\overline{D}C = \text{Not the equation to cancel the first not} \\
 &= \overline{ABCD + AB\overline{D}C + \overline{C}D\overline{B} + \overline{C}D\overline{A} + \overline{D}C\overline{A} + \overline{D}C\overline{B}} = \text{de Morganové pravidlá} \\
 &= (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D}) (\overline{A} + \overline{B} + \overline{D} + \overline{C}) (\overline{C} + \overline{D} + \overline{B}) (\overline{C} + \overline{D} + \overline{A}) (\overline{D} + \overline{C} + \overline{A}) (\overline{D} + \overline{C} + \overline{B}) = \text{Pravidlo 6} \\
 &= (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D}) (\overline{A} + \overline{B} + D + C) (C + \overline{D} + B) (C + \overline{D} + A) (D + \overline{C} + A) (D + \overline{C} + B)
 \end{aligned}$$

Počet použitých logických členov: 11 (4xNOT, 6xOR, 1xAND)

Počet vstupov pre logickú funkciu: 30 (4xNOT, 4 do OR, 4 do OR, 3 do OR, 3 do OR, 3 do OR, 3 do OR, 6 do AND)

$$\begin{aligned}
 Z &= CDB + \overline{CDB} = \text{Not the equation} \\
 &= \overline{\overline{CDB} + \overline{CDB}} = \text{de Morganové pravidlá} \\
 &= (C + D + B) \overline{C} + (C + D + B) \overline{D} + (C + D + B) \overline{B} = \text{Distributívnosť} \\
 &= \overline{C}C + \overline{C}D + \overline{C}B + \overline{D}C + \overline{D}D + \overline{D}B + \overline{B}C + \overline{B}D + \overline{B}B = \text{Pravidlo 7} \\
 &= 0 + \overline{C}D + \overline{C}B + \overline{D}C + 0 + \overline{D}B + \overline{B}C + \overline{B}D + 0 = \text{Pravidlo 9} \\
 &= \overline{C}D + \overline{C}B + \overline{D}C + \overline{D}B + \overline{B}C + \overline{B}D = \text{Not the equation to cancel the first not + Pravidlo 13} \\
 &= \overline{\overline{C}B + \overline{D}B + \overline{B}C + \overline{B}D} = \text{de Morganové pravidlá} \\
 &= (\overline{\overline{C} + \overline{B}}) (\overline{\overline{D} + \overline{B}}) (\overline{\overline{B} + \overline{C}}) (\overline{\overline{B} + \overline{D}}) = \text{Pravidlo 6} \\
 &= (C + \overline{B}) (D + \overline{B}) (B + \overline{C}) (B + \overline{D})
 \end{aligned}$$

Počet použitých logických členov: 9 (4xNOT, 4xOR, 1xAND)

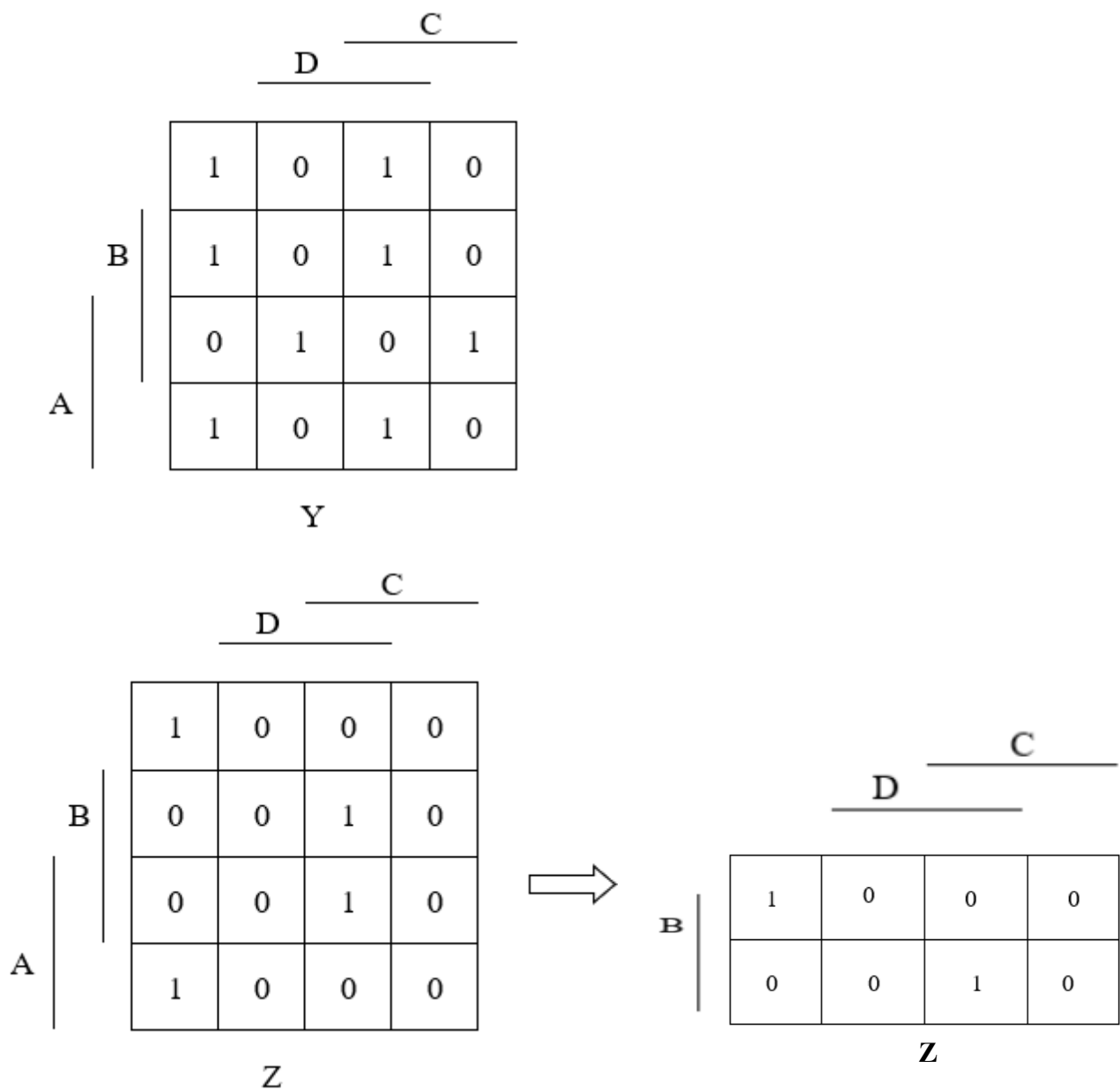
Počet vstupov pre logickú funkciu: 16 (4 do NOT, 2 do OR, 2 do OR, 2 do OR, 2 do OR, 4 do AND)

Sumár obvodu:

Počet použitých logických členov: 16 (4xNOT, 10xOR, 2xAND)

Počet vstupov pre logickú funkciu: 42 (4 do NOT, 4 do OR, 4 do OR, 3 do OR, 3 do OR, 3 do OR, 3 do OR, 2 do OR, 2 do OR, 2 do OR, 2 do OR, 6 do AND, 4 do AND)

5) Zostavíme mapové zápisy funkcií, ktoré zodpovedajú výrazom Y a Z:



Zhodnotenie: Mal som zadany obvod pomocou vzorcou a uprav som ho dostal do finalnej formy a zistil som ze DNF je efektivnejši ako KNF, pretože DNF ma pouzite o 3 logicke clený menej a o 16 logických vstupov menej.