



DIGITÁLIS TECHNIKA

feladatgyűjtemény

Írta:

Dr. Sárosi József

Bálint Ádám János

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar
Műszaki Intézet

Szerkesztette:

Dr. Sárosi József

Lektorálta:

Dr. Gogolák László

Szabadkai Műszaki Szakfőiskola

ISBN 978-963-306-615-7

Szeged
2018

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

TARTALOMJEGYZÉK

<i>1. Számrendszerek</i>	<i>3</i>
<i>2. Logikai függvények algebrai megadása és egyszerűsítése.....</i>	<i>6</i>
<i>3. Logikai függvények igazságtáblázatos megadása</i>	<i>9</i>
<i>4. Logikai függvények grafikus megadása és minimalizálása.....</i>	<i>12</i>
<i>5. Logikai függvények realizálása.....</i>	<i>16</i>
<i>6. Összefoglaló feladatok.....</i>	<i>24</i>
<i>7. Tudásfelmérő: kombinációs hálózatok tervezése</i>	<i>32</i>
<i>8. Hazárdmentesítés.....</i>	<i>33</i>
<i>9. Diódás és tranzisztoros áramkörök.....</i>	<i>42</i>
<i>10. TTL áramkörök</i>	<i>50</i>
<i>11. Dekóderek és multiplexerek</i>	<i>53</i>
<i>12. Tárolók.....</i>	<i>58</i>
<i>13. Sorrendi áramkörök</i>	<i>59</i>
<i>14. Számlálók és regiszterek.....</i>	<i>66</i>
<i>15. Protokollok.....</i>	<i>68</i>

1. Számrendszerek

1.1. Alakítsuk át a megadott számokat a jelölt számrendszer(ek)be:

Sorszám	Számrendszer alapja			
	2	10	16	BCD
1.	10100101			
2.	11100011			
3.	101101110			
4.	111011100			
5.	1000100111			
6.	1011100110			
7.	11010100101			
8.	11110100100			
9.	100001101111			
10.	101110111101			
11.		245		
12.		397		
13.		438		
14.		540		
15.		701		
16.		957		
17.		1001		
18.		1510		
19.		2056		
20.		5222		
21.			18E	
22.			2F3	
23.			ABC	
24.			B5D	
25.			FA4	
26.			20CD	
27.			3BAB	
28.			9C7E	
29.			EDDA	
30.			FA06	
31.				1000111000
32.				1110000001
33.				10010010010
34.				11010011001
35.				100001100001
36.				100100101000
37.				1011110010010
38.				1100101111000
39.				10010100110101
40.				11100100001110

1.1. Kidolgozott feladatok:

1.1.2. feladat:

$$11100011_{(2)} = \begin{array}{cccccccc} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2^7 & 2^6 & 2^5 & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 128 & 64 & 32 & 16 & 8 & 4 & 2 & 1 \end{array} = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$$

$$= 227_{(10)}$$

$$11100011_{(2)} = \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 8 & 4 & 2 & 1 & 8 & 4 & 2 & 1 \end{array} = \begin{array}{cccc|c} 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 & & & & 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \\ 14 & & & & 3 \\ E & & & & \end{array} =$$

$$= E3_{(16)}$$

1.1.12. feladat:

$$397_{(10)} = \begin{array}{cccccccc} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 2^8 & 2^7 & 2^6 & 2^5 & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 256 & 128 & 64 & 32 & 16 & 8 & 4 & 2 & 1 \end{array} = 110001101_{(2)}$$

$$397_{(10)} = \begin{array}{ccc} 1 & 8 & 13 \\ 16^2 & 16^1 & 16^0 \\ 256 & 16 & 1 \end{array} = 18D_{(16)}$$

$$397_{(10)} = \begin{array}{cccc|cccc|cccc} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 8 & 4 & 2 & 1 & 8 & 4 & 2 & 1 & 8 & 4 & 2 & 1 \end{array} = 1110010111_{(BCD)}$$

1.1.22. feladat:

$$2F3_{(16)} = \begin{array}{cccc|cccc|cccc} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 8 & 4 & 2 & 1 & 8 & 4 & 2 & 1 & 8 & 4 & 2 & 1 \end{array} = 1011110011_{(2)}$$

$$2F3_{(16)} = \begin{array}{ccc} 2 & F & 3 \\ 16^2 & 16^1 & 16^0 \\ 256 & 16 & 1 \end{array} = 2 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 755_{(10)}$$

1.1.32. feladat:

$$1110000001_{(BCD)} = \begin{array}{cccc|cccc|cccc} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 8 & 4 & 2 & 1 & 8 & 4 & 2 & 1 & 8 & 4 & 2 & 1 \end{array} = 381_{(10)}$$

Megjegyzés:

A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15.

1. $1011 + 0101$
2. $11001 + 10110$
3. $110011 + 011111$
4. $1011 - 0101$
5. $11001 - 10110$
6. $110011 - 011111$
7. $1011 \cdot 0101$
8. $11001 \cdot 10110$
9. $110011 \cdot 011111$

1.2.2. feladat:

$$\begin{array}{rcccccc} & & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ + & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ \hline & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

$$11001 - 10110$$

$$\begin{array}{rcccccc}
 & & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\
 + & & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\
 \hline
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
 \end{array} + 1$$

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\ - \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{array}$$

$$11001 \cdot 10110$$

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 & & & & & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & . & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 & & & & & \hline
 & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & & \\
 & & & & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & & \\
 & & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & & & & \\
 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & & & & & & \\
 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & & & & & & & \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & & & & & &
 \end{array}$$

2. Logikai függvények algebrai megadása és egyszerűsítése

Alapvető azonosságok és törvények:

$$\begin{array}{lll} \overline{0} = 1 & A + 0 = A & A \cdot 0 = 0 \\ \overline{1} = 0 & A + 1 = 1 & A \cdot 1 = A \\ \overline{\overline{A}} = A & A + A = A & A \cdot A = A \\ & A + \overline{A} = 1 & A \cdot \overline{A} = 0 \end{array}$$

Kommutatív törvények:

$$\begin{array}{l} A \cdot B = B \cdot A \\ A + B = B + A \end{array}$$

Asszociatív törvények:

$$\begin{array}{l} A \cdot B \cdot C = (A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C) \\ A + B + C = (A + B) + C = A + (B + C) \end{array}$$

Disztributív törvények:

$$\begin{array}{l} A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C \\ (A + B) \cdot (A + C) = A + B \cdot C \end{array}$$

Abszorpció törvények:

$$\begin{array}{l} A + A \cdot B = A \\ A + \overline{A} \cdot B = A + B \\ A \cdot (A + B) = A \\ A \cdot (\overline{A} + B) = A \cdot B \end{array}$$

De Morgan-tételek:

$$\begin{array}{l} \overline{A + B + C + \dots + N} = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \dots \cdot \overline{N} \\ \overline{A \cdot B \cdot C \cdot \dots \cdot N} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \dots + \overline{N} \end{array}$$

2.1. Hozzuk egyszerűbb alakra az alábbi kifejezéseket:

1. $\overline{A + B} \cdot \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$
2. $A \cdot B + A \cdot (\overline{B} + \overline{C})$
3. $A \cdot (\overline{A} + C) \cdot (\overline{A} \cdot B + \overline{C})$
4. $\overline{A \cdot B \cdot C} + \overline{A + B + C}$
5. $A \cdot B + A \cdot \overline{B} + A \cdot B \cdot C \cdot \overline{D}$
6. $A \cdot B \cdot (\overline{D} + C \cdot D) + \overline{A} \cdot B + \overline{B} \cdot C \cdot D$
7. $A \cdot B \cdot (\overline{C} + C \cdot \overline{D}) + A \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot C + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D}$
8. $\overline{A \cdot B \cdot C} + (A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B}) \cdot (\overline{C} + C \cdot \overline{D}) + \overline{A} \cdot B \cdot C$
9. $\overline{(A \cdot \overline{C} + B \cdot \overline{D}) \cdot (\overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot D)}$

$$10. A \cdot \bar{B} \cdot (\bar{C} \cdot \bar{D} + C \cdot D \cdot \bar{E}) + A \cdot B \cdot D \cdot (\bar{C} \cdot \bar{E} + C \cdot E) + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{D} \cdot \bar{E} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot (\bar{C} \cdot \bar{D} \cdot E + C \cdot D \cdot \bar{E})$$

2.1. Kidolgozott feladatok:

2.1.1. feladat:

$$\overline{A+B} \cdot \overline{\bar{A} \cdot \bar{B}} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot (\bar{\bar{A}} + \bar{\bar{B}}) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot (A + B) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot A + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot B = \bar{A} \cdot A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot B = 0 + 0 = 0$$

2.1.3. feladat:

$$A \cdot (\bar{A} + C) \cdot (\bar{A} \cdot B + \bar{C}) = (A \cdot \bar{A} + A \cdot C) \cdot (\bar{A} \cdot B + \bar{C}) = (0 + A \cdot C) \cdot (\bar{A} \cdot B + \bar{C}) = A \cdot C \cdot (\bar{A} \cdot B + \bar{C}) = A \cdot C \cdot \bar{A} \cdot B + A \cdot C \cdot \bar{C} = A \cdot \bar{A} \cdot C \cdot B + A \cdot C \cdot \bar{C} = 0 + 0 = 0$$

2.2. Bizonyítsuk be az alábbi azonosságokat:

$$1. (A + B) \cdot (A + C) = A + B \cdot C$$

$$2. (A + B) \cdot (A + \bar{B}) = A$$

$$3. (A + B \cdot \bar{C} + C) \cdot \bar{C} = A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$4. \overline{A \cdot B + B \cdot C + A \cdot C} = \bar{A} \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{C}$$

$$5. A \cdot \bar{B} + B \cdot C + A \cdot C = A \cdot \bar{B} + B \cdot C$$

$$6. A \cdot B + \bar{A} \cdot C = (\bar{A} + B) \cdot (A + C)$$

$$7. (A + \bar{B} \cdot C) \cdot (\bar{A} \cdot B + C) = A \cdot C + \bar{B} \cdot C$$

$$8. ((A \cdot B + B \cdot C + A \cdot C) + A \cdot (A \cdot \bar{B} + B \cdot \bar{C} + A \cdot C)) \cdot \overline{A + B + C} = 0$$

$$9. (A + B) \cdot (\bar{A} + C) \cdot (B + C) = (A + B) \cdot (\bar{A} + C)$$

$$10. \overline{\bar{A} \cdot (B + \bar{C} \cdot (\bar{D} + E \cdot \bar{F}))} = A + \bar{B} \cdot (C + D \cdot (\bar{E} + F))$$

2.2. Kidolgozott feladatok:

2.2.2. feladat:

$$(A + B) \cdot (A + \bar{B}) = A (?)$$

$$A \cdot A + A \cdot \bar{B} + B \cdot A + B \cdot \bar{B} = A (?)$$

$$A + A \cdot \bar{B} + B \cdot A + 0 = A (?)$$

$$A + A \cdot \bar{B} + B \cdot A = A (?)$$

$$A \cdot (1 + \bar{B} + B) = A (?)$$

$$A \cdot 1 = A (?)$$

$$A = A$$

2.2.5. feladat:

$$A \cdot \overline{B} + B \cdot C + A \cdot C = A \cdot \overline{B} + B \cdot C (?)$$

$$A \cdot \overline{B} + B \cdot C + A \cdot C \cdot (B + \overline{B}) = A \cdot \overline{B} + B \cdot C (?)$$

$$A \cdot \overline{B} + B \cdot C + A \cdot C \cdot B + A \cdot C \cdot \overline{B} = A \cdot \overline{B} + B \cdot C (?)$$

$$A \cdot \overline{B} + B \cdot C + A \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot C = A \cdot \overline{B} + B \cdot C (?)$$

$$A \cdot \overline{B} \cdot (1 + C) + B \cdot C \cdot (1 + A) = A \cdot \overline{B} + B \cdot C (?)$$

$$A \cdot \overline{B} \cdot 1 + B \cdot C \cdot 1 = A \cdot \overline{B} + B \cdot C (?)$$

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

3. Logikai függvények igazságtáblázatos megadása

3.1. Készítsük el a következő Boole-függvények igazságtábláját:

1. $Y^2 = (A + B) \cdot \overline{A \cdot B}$

2. $Y^3 = A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{C}$

3. $Y^3 = A \cdot B + B \cdot C + A \cdot C$

4. $Y^3 = A \cdot C + \overline{B} \cdot C$

5. $Y^3 = (\overline{A} + B) \cdot (\overline{B} + C)$

6. $Y^3 = \overline{A \cdot B \cdot C} \cdot \overline{A + B + C}$

7. $Y^4 = A \cdot \overline{B} \cdot C + B \cdot \overline{C} \cdot D$

8. $Y^4 = (A + \overline{B}) \cdot \overline{C} \cdot D$

9. $Y^4 = \overline{A} \cdot B + B \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} + A \cdot C \cdot D$

10. $Y^4 = \overline{A \cdot B \cdot D} \cdot (A \cdot \overline{C} + B \cdot C)$

3.1. Kidolgozott feladatok:

3.1.1. feladat:

$$Y^2 = (A + B) \cdot \overline{A \cdot B} = (A + B) \cdot (\overline{A} + \overline{B}) = A \cdot \overline{A} + A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{A} + B \cdot \overline{B} = 0 + A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{A} + 0 = A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{A} = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B$$

2^1	2^0	
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3.1.2. feladat:

$$Y^3 = A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{C}$$

2^2	2^1	2^0	
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

3.1.7. feladat:

$$Y^4 = A \cdot \overline{B} \cdot C + B \cdot \overline{C} \cdot D$$

2^3	2^2	2^1	2^0	
A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

3.2. A következő igazságtáblázatok alapján adjuk meg a függvények teljes diszjunktív és konjunktív normál alakját:

A	B	C	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
0	0	0	0	1	1	0	1
0	0	1	0	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1	0

A	B	C	D	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}
0	0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	1	1	0	1	0	0	1

3.2. Kidolgozott feladatok:

3.2.1. (Y_1) feladat:

A	B	C	Y_1
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

$$Y_d = \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$Y_k = (A + B + C) \cdot (A + B + \bar{C}) \cdot (A + \bar{B} + C) \cdot (\bar{A} + B + C) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$$

3.2.6. (Y_6) feladat:

A	B	C	D	Y_6
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$$Y_d = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + \\ + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D$$

$$Y_k = (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + \bar{D}) \cdot (A + B + \bar{C} + D) \cdot (A + \bar{B} + C + D) \cdot (\bar{A} + B + C + \bar{D}) \cdot \\ \cdot (\bar{A} + B + \bar{C} + \bar{D}) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + D) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D})$$

4. Logikai függvények grafikus megadása és minimalizálása

4.1. Ábrázoljuk az alábbi függvényeket Karnaugh-táblán:

1. $Y^2 = (A + B) \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}$

2. $Y^2 = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$

3. $Y^3 = A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{C}$

4. $Y^3 = (\overline{A} + B) \cdot (\overline{B} + C)$

5. $Y^3 = \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{A + B + C}$

6. $Y^4 = \overline{A} \cdot B + B \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} + A \cdot C \cdot D$

7. $Y^4 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} \cdot (A \cdot \overline{C} + B \cdot C)$

8. $Y^4 = C \cdot (B \cdot D + A \cdot \overline{B}) + \overline{C} \cdot (\overline{A} \cdot B \cdot D + A \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D})$

9. $Y^4 = \overline{\overline{B + C + D + A + C}}$

10. $Y^4 = \overline{\overline{B + D + A + C} + \overline{B + D + A + C}}$

4.1. Kidolgozott feladatok:

4.1.1. feladat:

$$Y^2 = (A + B) \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}$$

		B	
		0	1
A		1	0

4.1.3. feladat:

$$Y^3 = A \cdot \overline{B} + B \cdot \overline{C}$$

				B	
				0	0
				0	1
A		1	1	0	1
				C	

4.1.7. feladat:

$$\begin{aligned}
 Y^4 &= \overline{A \cdot B \cdot D} \cdot (A \cdot \overline{C} + B \cdot C) = (\overline{A} + \overline{B} + \overline{D}) \cdot (A \cdot \overline{C} + B \cdot C) = \\
 &= \overline{A} \cdot A \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot C + \overline{B} \cdot A \cdot \overline{C} + \overline{B} \cdot B \cdot C + \overline{D} \cdot A \cdot \overline{C} + \overline{D} \cdot B \cdot C = \\
 &= 0 + \overline{A} \cdot B \cdot C + \overline{B} \cdot A \cdot \overline{C} + 0 + \overline{D} \cdot A \cdot \overline{C} + \overline{D} \cdot B \cdot C = \\
 &= \overline{A} \cdot B \cdot C + \overline{B} \cdot A \cdot \overline{C} + \overline{D} \cdot A \cdot \overline{C} + \overline{D} \cdot B \cdot C = \\
 &= \overline{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + B \cdot C \cdot \overline{D}
 \end{aligned}$$

		C			
A		0	0	0	0
		0	0	1	1
		1	0	0	1
		1	1	0	0
		D			

4.2. Karnaugh-tábla segítségével végezzük el az alábbi függvények egyszerűsítését:

1. $Y^3 = \sum(0, 4, 5, 6, 7)$
2. $Y^3 = \sum(0, 1, 2, 3, 4, 6)$
3. $Y^3 = \sum(1, 2, 3, 4, 5, 7)$
4. $Y^4 = \sum(1, 3, 5, 7, 8, 10, 13, 14, 15)$
5. $Y^4 = \sum(0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12)$
6. $Y^4 = \sum(0, 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 15)$
7. $Y^4 = \sum(0, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13)$
8. $Y^3 = \pi(0, 2, 6, 7)$
9. $Y^3 = \pi(1, 2, 3, 6)$
10. $Y^3 = \pi(1, 3, 4, 5, 7)$
11. $Y^3 = \sum(0, 1, 7) + \sum_x(3, 4, 6)$
12. $Y^3 = \sum(1, 2, 4) + \sum_x(3, 5, 7)$
13. $Y^3 = \sum(0, 5, 6) + \sum_x(3, 7)$
14. $Y^3 = \sum(1, 4, 6, 7) + \sum_x(0)$
15. $Y^4 = \sum(1, 3, 6, 8) + \sum_x(7, 9, 11)$
16. $Y^4 = \sum(0, 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9) + \sum_x(2, 13)$
17. $Y^4 = \sum(1, 6, 10, 12, 14, 15) + \sum_x(0, 9, 13)$
18. $Y^4 = \sum(2, 5, 6, 12, 15) + \sum_x(1, 7, 8, 11, 14)$
19. $Y^4 = \sum(7, 8, 9, 10, 12, 15) + \sum_x(1, 6, 13)$
20. $Y^4 = \sum(0, 5, 6, 8, 9, 12, 13) + \sum_x(3, 7, 11, 14)$

Készítsük el a függvények igazságtábláját is!

4.2. Kidolgozott feladatok:

4.2.1. feladat:

$$Y^3 = \sum(0, 4, 5, 6, 7)$$

		<u>B</u>			
A		1^0	0^1	0^3	0^2
		1^4	1^5	1^7	1^6
		<u>C</u>			

$$Y = A + \bar{B} \cdot \bar{C}$$

	A	B	C	Y
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

4.2.4. feladat:

$$Y^4 = \sum(1, 3, 5, 7, 8, 10, 13, 14, 15)$$

		<u>C</u>			
A		0^0	1^1	1^3	0^2
		0^4	1^5	1^7	0^6
		0^{12}	1^{13}	1^{15}	1^{14}
		1^8	0^9	0^{11}	1^{10}
		<u>D</u>			

$$Y = \bar{A} \cdot D + B \cdot D + A \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{D}$$

	A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	1
11	1	0	1	1	0
12	1	1	0	0	0
13	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1

4.2.8. feladat:

$$Y^3 = \pi(0, 2, 6, 7)$$

B				
A	1^7	1^6	0^4	0^5
	0^3	1^2	1^0	0^1
C			C	

$$Y = (A + B) \cdot (\bar{A} + \bar{C})$$

4.2.15. feladat:

$$Y^4 = \sum(1, 3, 6, 8) + \sum_x(7, 9, 11)$$

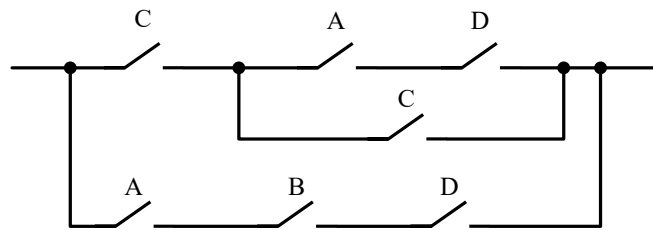
C				
A	0^0	1^1	1^3	0^2
	0^4	0^5	X^7	1^6
	0^{12}	0^{13}	0^{15}	0^{14}
	1^8	X^9	X^{11}	0^{10}
D			B	

$$Y = \bar{B} \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C$$

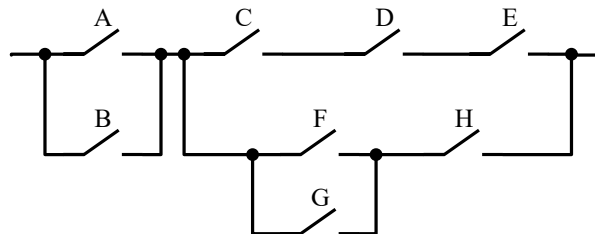
5. Logikai függvények realizálása

5.1. Írjuk fel az alábbi érintkezős hálózatok állapotát megadó függvények algebrai alakját:

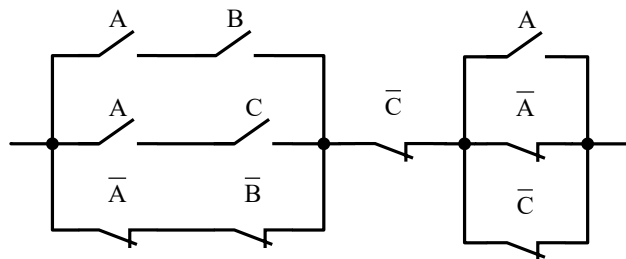
1.



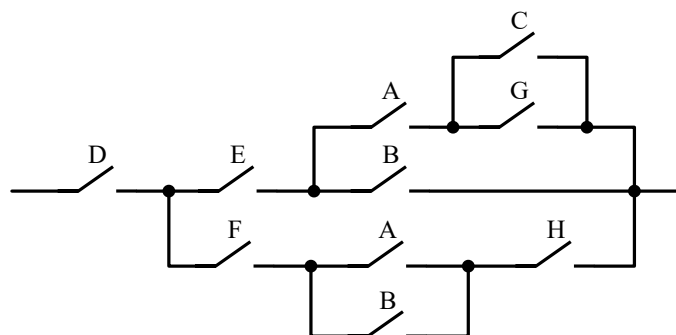
2.



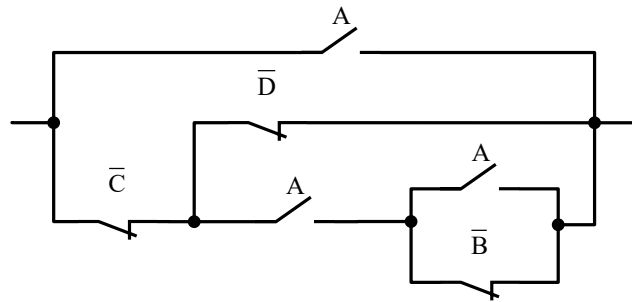
3.



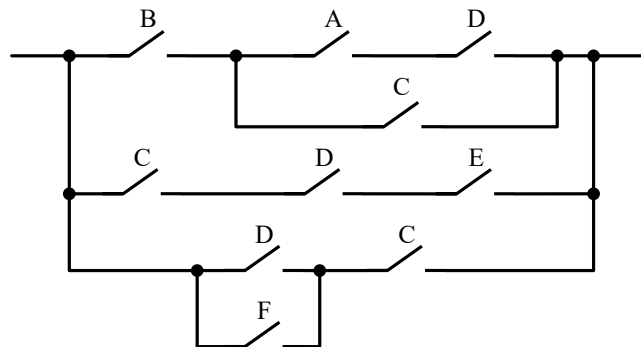
4.



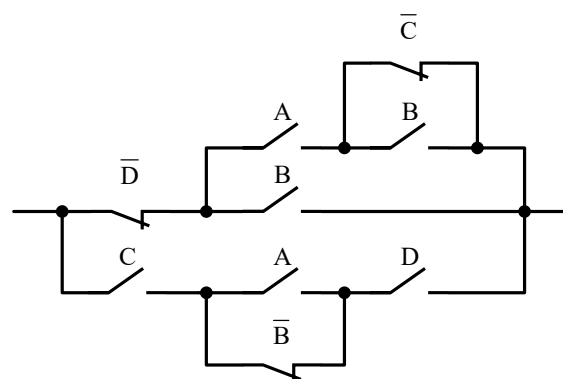
5.



6.

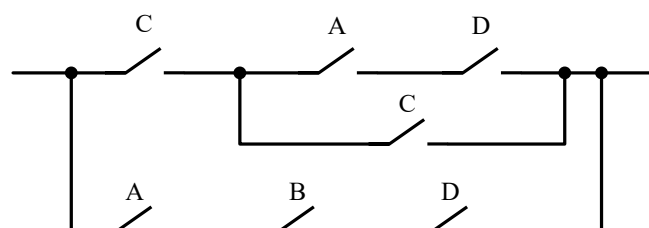


7.



5.1. Kidolgozott feladat:

5.1.1. feladat:



$$Y = C \cdot (A \cdot D + C) + A \cdot B \cdot D = C \cdot A \cdot D + C \cdot C + A \cdot B \cdot D = C \cdot A \cdot D + C + A \cdot B \cdot D = \\ = C \cdot (A \cdot D + 1) + A \cdot B \cdot D = C \cdot 1 + A \cdot B \cdot D = C + A \cdot B \cdot D$$

5.2. Végezzük el a következő függvények Karnaugh-táblás egyszerűsítését és készítsük el az AND/OR és NAND/NAND, valamint az OR/AND és NOR/NOR realizációját:

$$1. Y^3 = A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C$$

$$2. Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C$$

$$3. Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$4. Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$5. Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$6. Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$$

$$7. Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$$

$$8. Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D$$

$$9. Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + A \cdot B \cdot C \cdot D$$

$$10. Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot B \cdot C \cdot \bar{D} + \\ A \cdot B \cdot C \cdot D$$

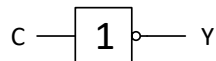
5.2. Kidolgozott feladatok:

5.2.3. feladat:

$$Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

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

$$Y = \bar{C}$$



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

$$Y = \bar{C}$$

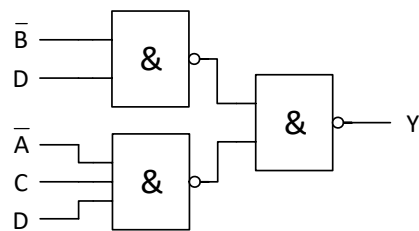
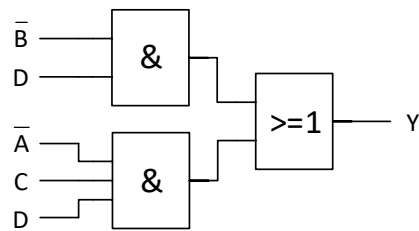
Kapuáramkörrel történő megvalósítása megegyezik az előbbivel. A kiolvasott függvény egyszerűsége miatt az AND/OR és NAND/NAND, valamint az OR/AND és NOR/NOR realizáció elkészítésétől eltekinthetünk.

5.2.8. feladat:

$$Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D$$

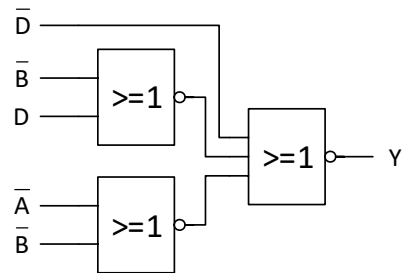
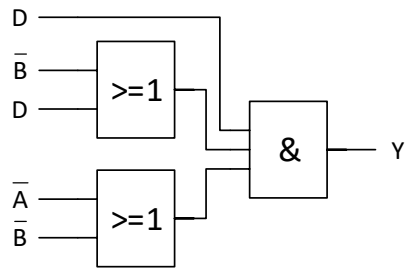
		C					
		0	1	1	0		
A	0	0	0	1	0	B	
	0	0	0	0	0		
	0	1	1	1	0		
	0	1	1	0	0		
		D					

$$Y = \bar{B} \cdot D + \bar{A} \cdot C \cdot D$$



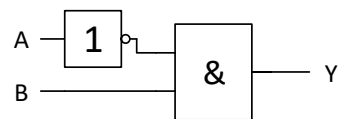
		C					
		1	0	0	1		
A	1	1	1	0	1	B	
	1	1	1	1	1		
	1	0	0	0	1		
	1	0	0	1	1		
		D					

$$Y = D \cdot (\bar{B} + C) \cdot (\bar{A} + \bar{B})$$

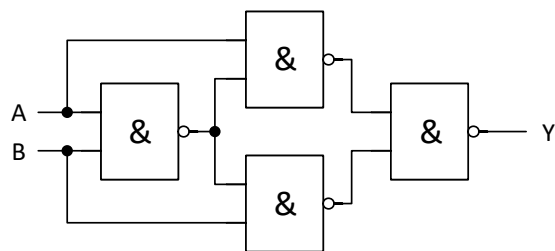


5.3. Adjuk meg a következő ábrák alapján a kimeneti függvényt és katalógus alapján a szükséges elemek típusát és a kihasználtságot, ha a bemeneti változók negáltjai nem állnak rendelkezésre:

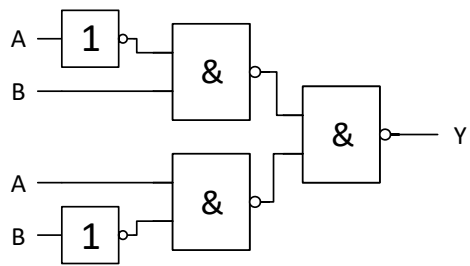
1.



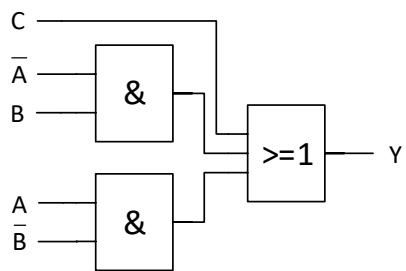
2.



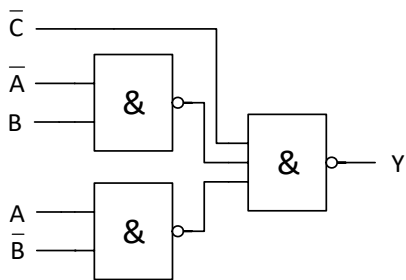
3.



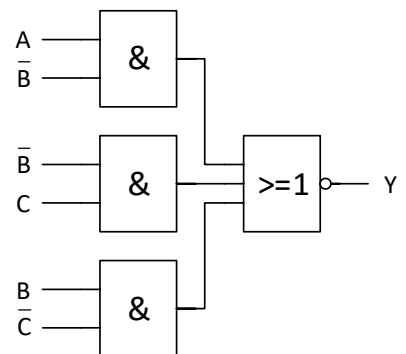
4.



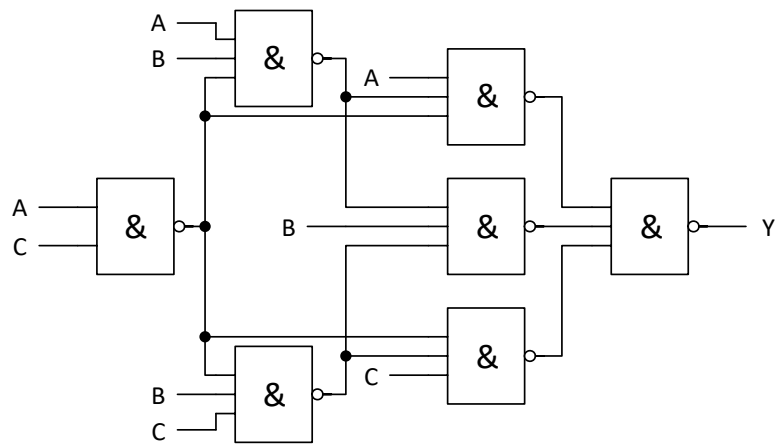
5.



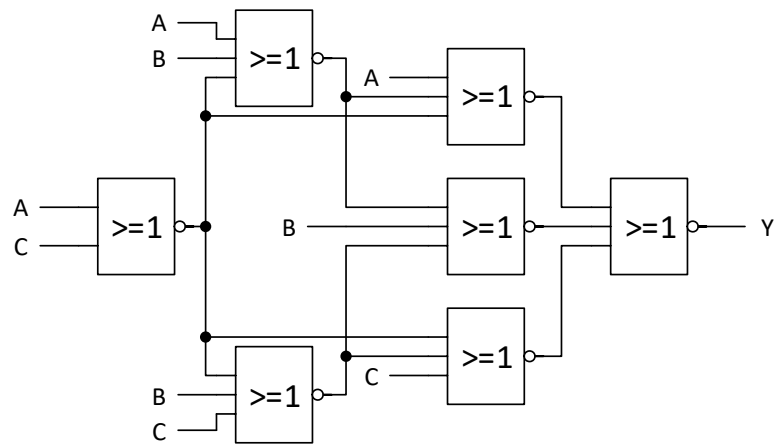
6.



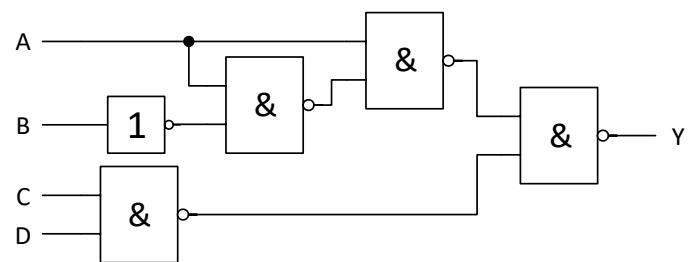
7.



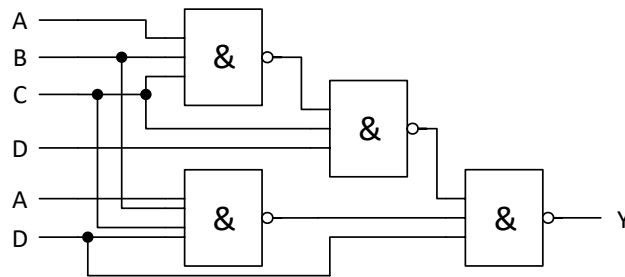
8.



9.

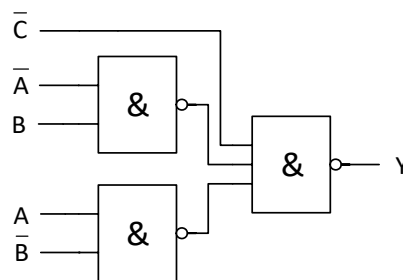


10.



5.3. Kidolgozott feladat:

5.3.5. feladat:



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

A szükséges elemek típusa:

3 db inverter → 1 db 7404 (3 db kaput használunk fel az IC-ben lévő 6-ból)

2 db kétbemenetű NAND → 1 db 7400 (2 db kaput használunk fel az IC-ben lévő 4-ből)

1 db hárombemenetű NAND → 1 db 7410 (1 db kaput használunk fel az IC-ben lévő 3-ból)

Kihasználtság: $6/13 = 46,15\%$.

Ha az A és B változók negáltjait kétbemenetű NAND kapukkal, míg a C változó negáltját hárombemenetű NAND kapuval valósítjuk meg, akkor a szükséges elemek típusa:

4 db kétbemenetű NAND → 1 db 7400 (4 db kaput használunk fel az IC-ben lévő 4-ből)

2 db hárombemenetű NAND → 1 db 7410 (2 db kaput használunk fel az IC-ben lévő 3-ból)

Kihasználtság: $6/7 = 85,71\%$.

6. Összefoglaló feladatok

6.1. Adjuk meg a következő Karnaugh-táblák alapján a függvények:

- ✓ teljes diszjunktív normál alakját,
- ✓ teljes konjunktív normál alakját,
- ✓ igazságtábláját,
- ✓ grafikusan egyszerűsített alakjait,
- ✓ AND/OR és NAND/NAND realizációját,
- ✓ OR/AND és NOR/NOR realizációját.

1.

		B			
		0	1	1	0
A		1	0	1	1
		C			

2.

		B			
		1	1	0	1
A		1	0	1	1
		C			

3.

		B			
		0	1	0	1
A		1	1	1	1
		C			

4.

$$A \left| \begin{array}{cccc} & & \text{B} & \\ \hline 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline & & \text{C} & \end{array} \right.$$

5.

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

6.

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

7.

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

8.

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

9.

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

10.

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

6.1. Kidolgozott feladatok:

6.1.1. feladat:

		<u>B</u>	
A		0^0	1^1
		1^4	0^5
		1^3	0^2
		1^7	1^6
		<u>C</u>	

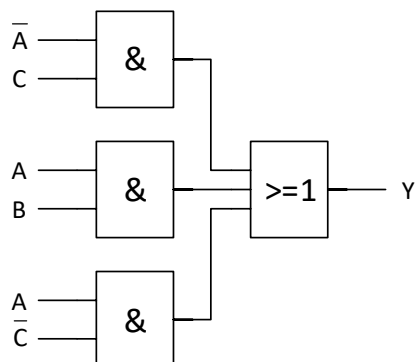
$$Y_d = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

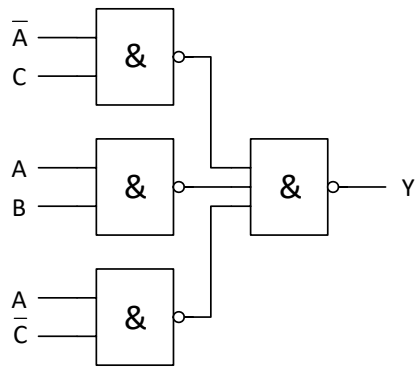
$$Y_k = (A + B + C) \cdot (A + \bar{B} + C) \cdot (\bar{A} + B + \bar{C})$$

	A	B	C	Y
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

		B	
A		0	1
		1	0
		1	1
		0	1
		C	

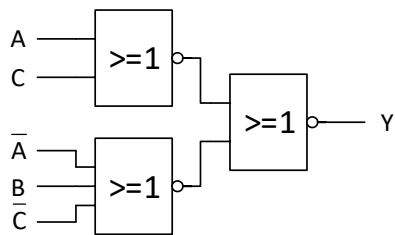
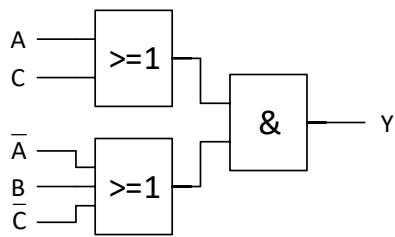
$$Y = \bar{A} \cdot C + A \cdot B + A \cdot \bar{C}$$





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

$$Y = (A + C) \cdot (\bar{A} + B + \bar{C})$$



6.1.6. feladat:

		C			
		0^0	0^1	0^3	0^2
		1^4	1^5	1^7	1^6
A		0^{12}	1^{13}	1^{15}	0^{14}
		1^8	0^9	1^{11}	1^{10}
		D			

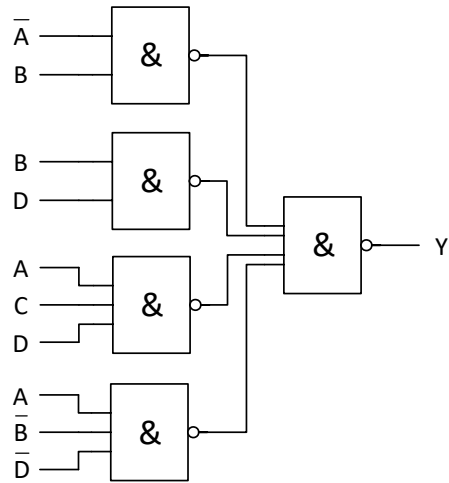
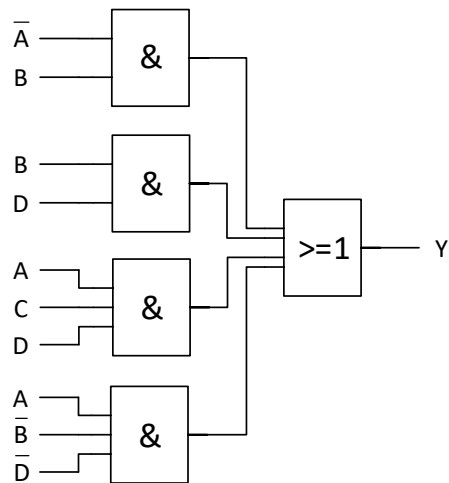
$$Y_d = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$$

$$Y_k = (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + \bar{D}) \cdot (A + B + \bar{C} + D) \cdot (A + B + \bar{C} + \bar{D}) \cdot (\bar{A} + B + C + \bar{D}) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + C + D) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + D)$$

	A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	1
11	1	0	1	1	1
12	1	1	0	0	0
13	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	0
15	1	1	1	1	1

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

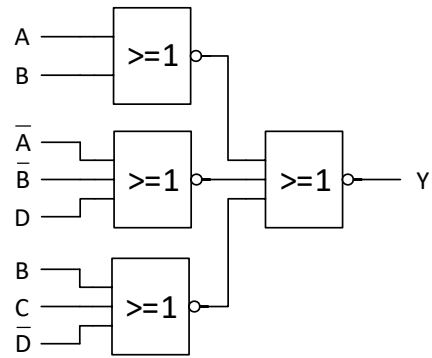
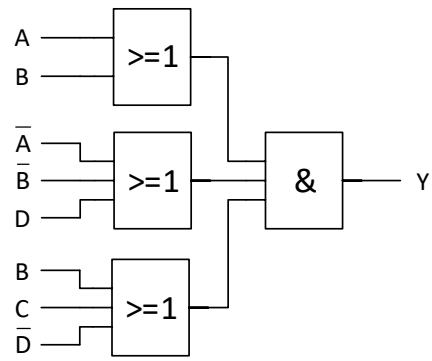
$$Y = \bar{A} \cdot B + B \cdot D + A \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{D}$$



C

A		1	1	1	1	
		0	0	0	0	
		1	0	0	1	
		0	1	0	0	
		D		D		
			C			
				D		

$$Y = (A + B) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + D) \cdot (B + C + \bar{D})$$



7. Tudásfelmérő: kombinációs hálózatok tervezése

Egy üzemcsarnokban három gépsor (A, B, C) üzemel. Az egyes gépsorokon üzemelő gépek száma:

Gépsor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
B	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
C	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3

Az „A” és „C” gépsor egyidejűleg nem kapcsolható, ezek reteszelése megoldottnak tekinthető.

Tervezzük meg azt a kombinációs hálózatot, amely egy hétszegmenses kijelző segítségével jelzi a csarnokban üzemelő motorok számát. A feladat megoldását az alábbi lépésekben végezzük:

a, Rajzoljuk meg a tervezendő hálózat sémáját! Tüntessük fel az érzékelőket, a logikai hálózatot és a kijelzőt! Rajzoljuk le a kijelző bekötését!

b, Készítsük el az igazságtáblázatot!

c, Adjuk meg a függvények teljes diszjunktív és konjunktív normál alakját!

d, Készítsük el a Karnaugh-táblákat! Egyszerűsítsük a függvényeket!

e, Rajzoljuk meg az érintkezős realizációt!

f, Rajzoljuk meg az AND/OR, a NAND/NAND, az OR/AND és a NOR/NOR realizációkat!

g, Katalógus alapján adjuk meg a felhasznált elemek típusát!

8. Hazárdmentesítés

8.1. Olvassuk ki a Karnaugh-táblák alapján a függvények hazárdmentes alakját, valamint rajzoljuk meg az AND/OR és a NAND/NAND realizációkat:

1.

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

2.

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

3.

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

4.

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

5.

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

6.

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

7.

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

8.

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

9.

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

10.

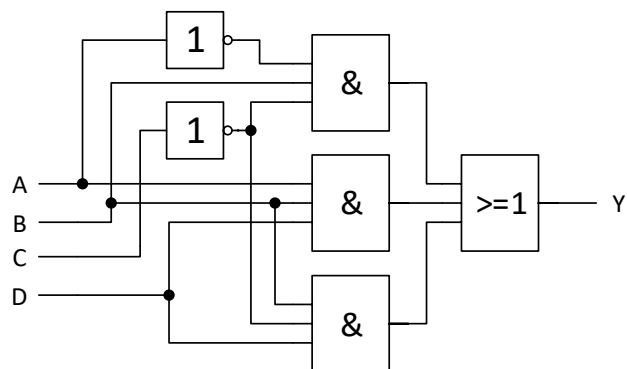
		<u>C</u>				
		1	1	0	1	
		0	0	0	0	
		1	0	1	0	
		1	1	1	1	
		<u>D</u>				
A						B

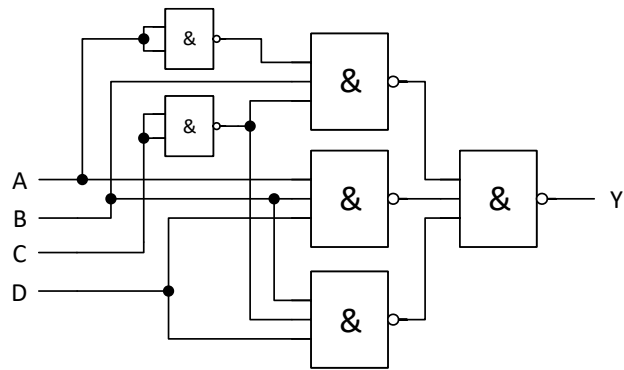
8.1. Kidolgozott feladatok:

8.1.1. feladat:

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

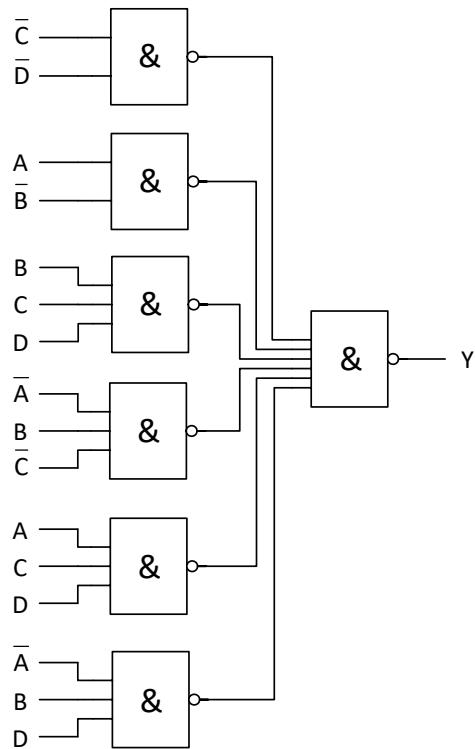
$$Y = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot D + B \cdot \bar{C} \cdot D$$





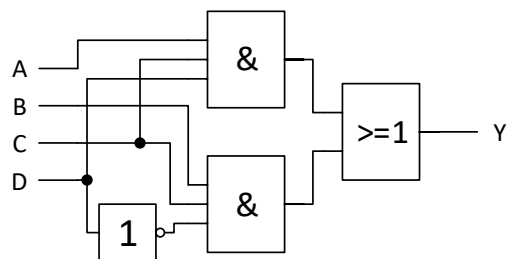
8.1.8. feladat:

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

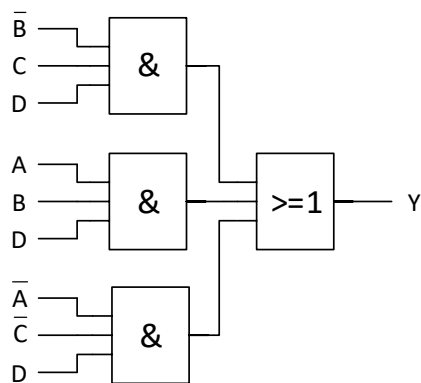


8.2. A megadott kombinációs hálózatokat hozzuk hazardmentes alakra és rajzoljuk meg az AND/OR és a NAND/NAND realizációkat:

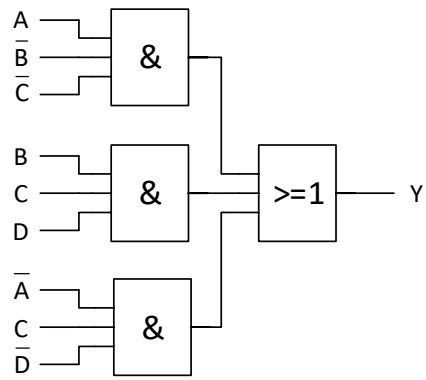
1.



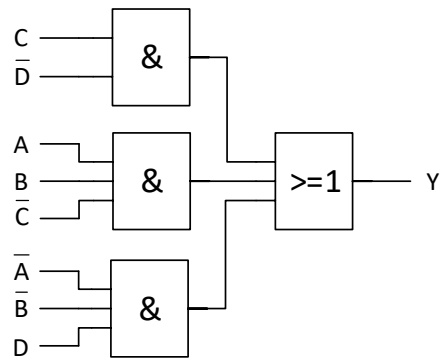
2.



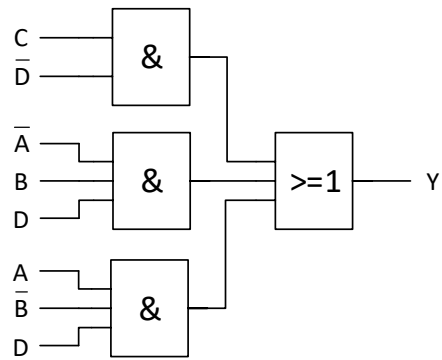
3.



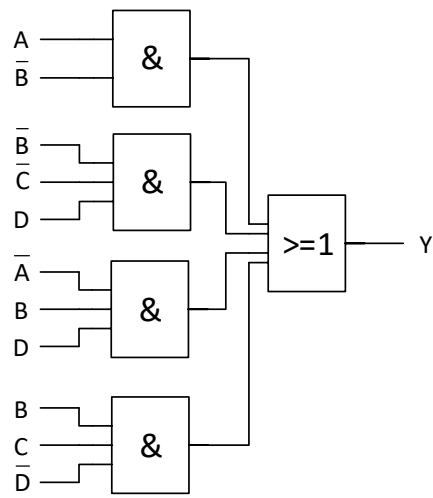
4.



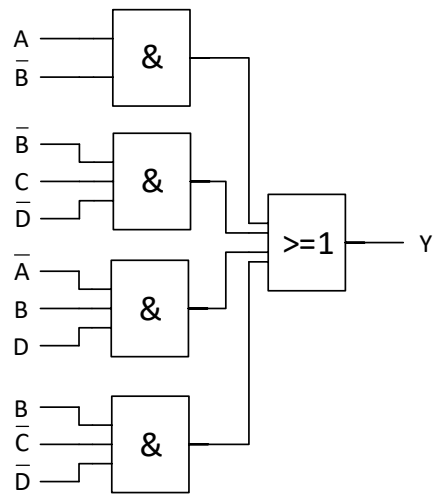
5.



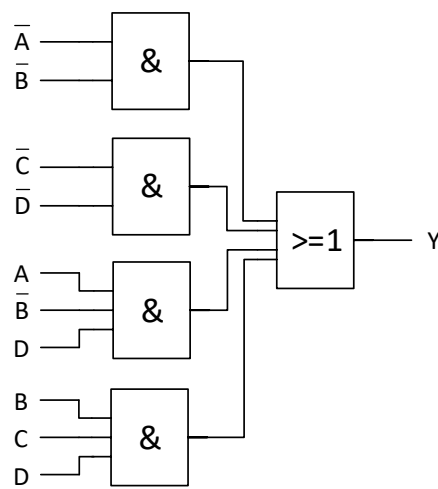
6.



7.

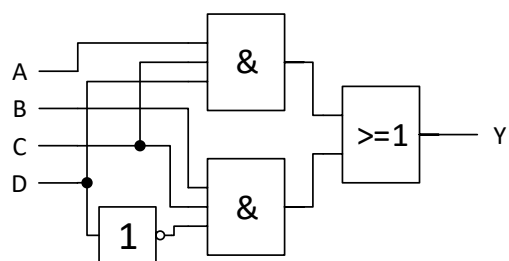


8.

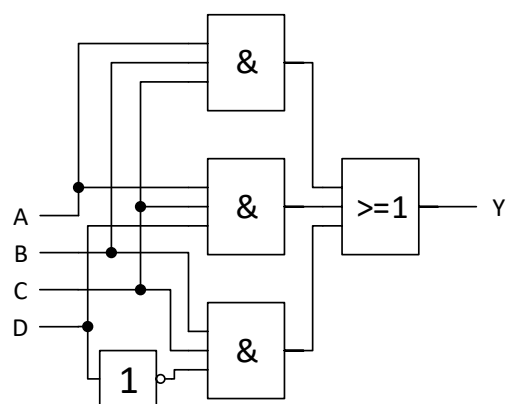


8.2. Kidolgozott feladat:

8.2.1. feladat:



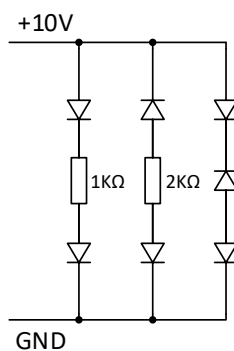
		<u>C</u>				
		0	0	0	0	
		0	0	0	1	
		0	0	1	1	
		0	0	1	0	
		<u>D</u>				
A						B



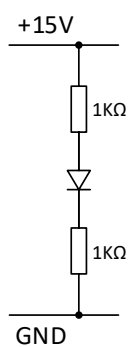
9. Diódás és tranzisztoros áramkörök

9.1. Számoljuk ki, hogy az egyes alkatrészekben mekkora áram folyik és mekkora feszültség esik:

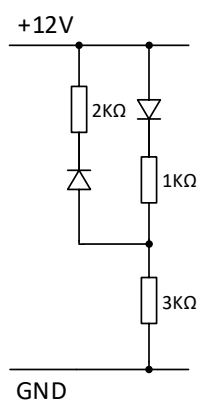
1.



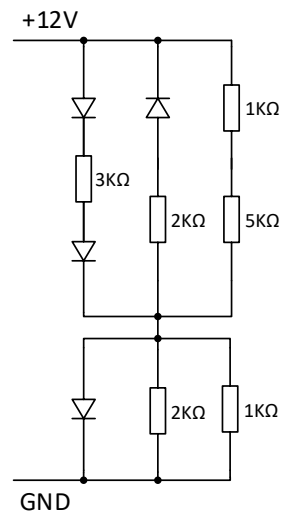
2.



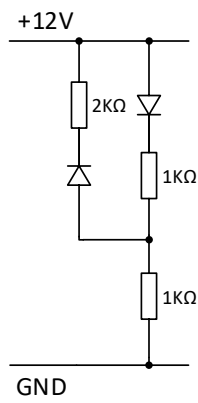
3.



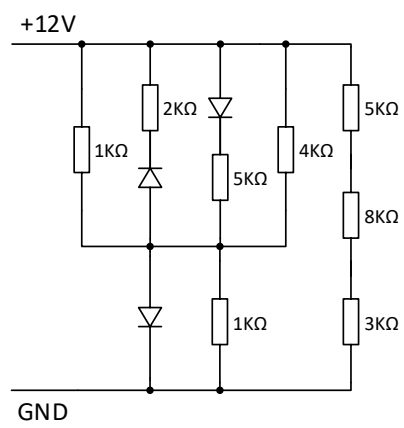
4.



5.

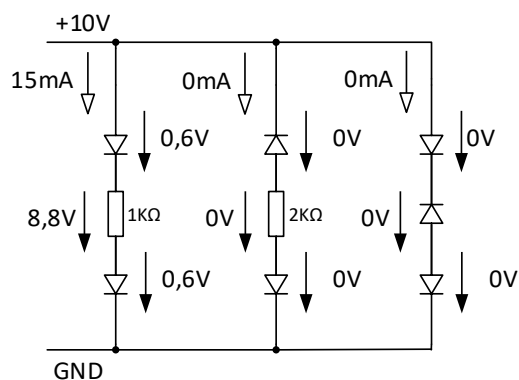


6.



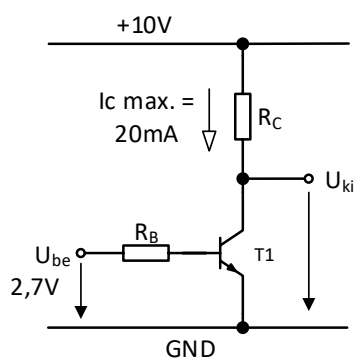
9.1. Kidolgozott feladat:

9.1.1. feladat:



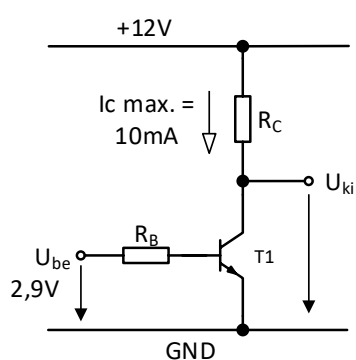
9.2. Számoljuk ki az R_B és R_C értékét az ábrán jelölt paraméterek segítségével ($\beta = 200$), majd ez alapján töltsük ki a táblázatot:

1.



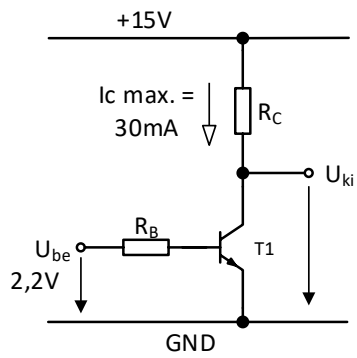
U_{be}	I_B	I_C	U_{ki}
0,4 V			
0,6 V			
0,8 V			
1,2 V			
3 V			

2.



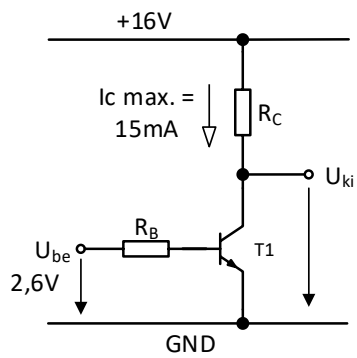
U_{be}	I_B	I_C	U_{ki}
0,4 V			
0,6 V			
1 V			
1,4 V			
3,2 V			

3.



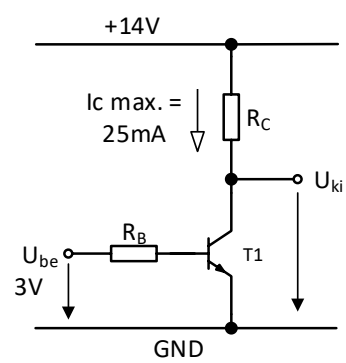
U_{be}	I_B	I_C	U_{ki}
0,4 V			
0,8 V			
1 V			
1,2 V			
2,9 V			

4.



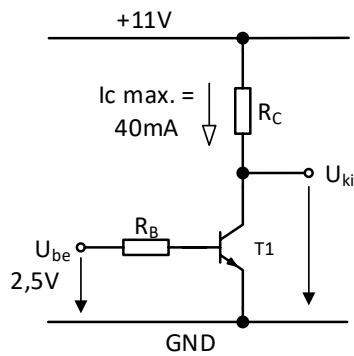
U_{be}	I_B	I_C	U_{ki}
0,4 V			
0,8 V			
1,1 V			
1,6 V			
3 V			

5.



U_{be}	I_B	I_C	U_{ki}
0,5 V			
1 V			
1,4 V			
2 V			
3,2 V			

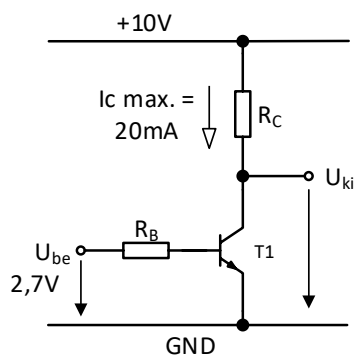
6.



U_{be}	I_B	I_C	U_{ki}
0,7 V			
1,1 V			
1,8 V			
2,2 V			
3,1 V			

9.2. Kidolgozott feladat:

9.2.1. feladat:



U_{be}	I_B	I_C	U_{ki}
0,4 V	0 mA	0 mA	10 V
0,6 V	0 mA	0 mA	10 V
0,8 V	0,0095 mA	1,904 mA	9,04 V
1,2 V	0,0285 mA	5,714 mA	7,14 V
3 V	0,1142 mA	20 mA	0 V

Munkapont meghatározása:

$$R_C = \frac{U_t}{I_{C_{max}}} = \frac{10 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} = 500 \Omega$$

$$R_B = \frac{U_{be} - U_{BE}}{\frac{I_{C_{max}}}{\beta}} = \frac{2,7 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{\frac{0,02 \text{ A}}{200}} = 21 \text{ k}\Omega$$

$U_{be} = 0,4 \text{ V}$:

Mivel az U_{be} kisebb, mint az U_{BE} , ezért $I_B = 0 \text{ A}$.

$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 0 \text{ A} = 0 \text{ A}$$

$$U_{ki} = U_t - R_C \cdot I_C = 10 \text{ V} - 500 \Omega \cdot 0 \text{ A} = 10 \text{ V}$$

$$U_{be} = 0,6 \text{ V:}$$

$$I_B = \frac{U_{be} - U_{BE}}{R_B} = \frac{0,6 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{21000 \Omega} = 0 \text{ A}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 0 \text{ A} = 0 \text{ A}$$

$$U_{ki} = U_t - R_C \cdot I_C = 10 \text{ V} - 500 \Omega \cdot 0 \text{ A} = 10 \text{ V}$$

$$U_{be} = 0,8 \text{ V:}$$

$$I_B = \frac{U_{be} - U_{BE}}{R_B} = \frac{0,8 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{21000 \Omega} = 0,0095 \text{ mA}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 0,0095 \text{ mA} = 1,904 \text{ mA}$$

$$U_{ki} = U_t - R_C \cdot I_C = 10 \text{ V} - 500 \Omega \cdot 1,904 \text{ mA} = 9,04 \text{ V}$$

$$U_{be} = 1,2 \text{ V:}$$

$$I_B = \frac{U_{be} - U_{BE}}{R_B} = \frac{1,2 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{21000 \Omega} = 0,0285 \text{ mA}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 0,0285 \text{ mA} = 5,714 \text{ mA}$$

$$U_{ki} = U_t - R_C \cdot I_C = 10 \text{ V} - 500 \Omega \cdot 5,714 \text{ mA} = 7,14 \text{ V}$$

$$U_{be} = 3 \text{ V:}$$

$$I_B = \frac{U_{be} - U_{BE}}{R_B} = \frac{3 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{21000 \Omega} = 0,1142 \text{ mA}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 200 \cdot 0,1142 \text{ mA} = 22,856 \text{ mA}$$

Mivel az I_C nagyobb, mint az $I_{C_{\max}}$, ezért az $I_{C_{\max}}$ árammal számolunk tovább:

$$U_{ki} = U_t - R_C \cdot I_C = 10 \text{ V} - 500 \Omega \cdot 20 \text{ mA} = 0 \text{ V}$$

9.3. Valósítsuk meg a következő logikai függvényeket diódákkal és tranzisztorokkal:

1.

$$Y = A \cdot B + B \cdot C$$

2.

$$Y = \overline{A \cdot B} + C \cdot D + A \cdot C$$

3.

$$Y = A \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{D}$$

4.

$$Y = \bar{A} \cdot B + B \cdot D + B \cdot C \cdot D$$

5.

$$Y = \overline{B \cdot C + A \cdot D}$$

6.

$$Y = B \cdot C + A \cdot B \cdot D + \overline{A \cdot C \cdot D}$$

7.

$$Y = \overline{\overline{A \cdot B} + \overline{B \cdot D}}$$

8.

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

9.

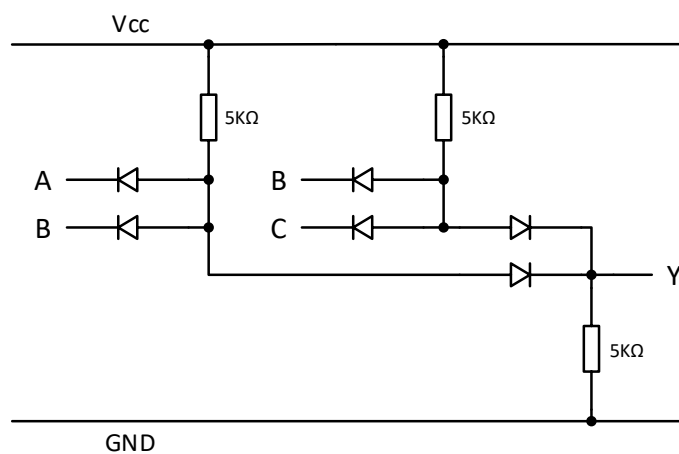
$$Y = \overline{\overline{A \cdot B} \cdot \overline{B \cdot C} \cdot \overline{C \cdot B}}$$

10.

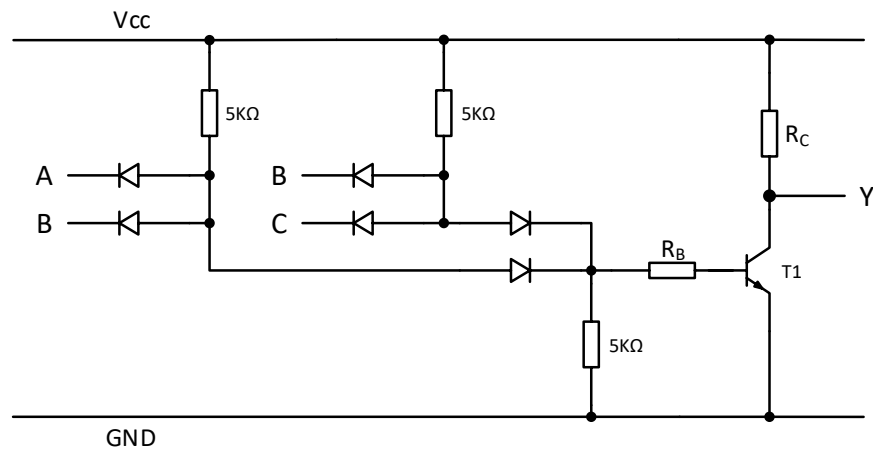
$$Y = \overline{\overline{A \cdot B}} + B \cdot D + \overline{A \cdot B \cdot D} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{D}$$

9.3. Kidolgozott feladatok:

9.3.1. feladat:



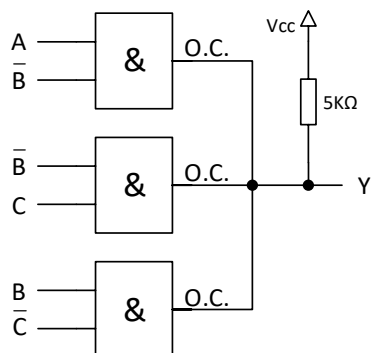
9.3.5. feladat:



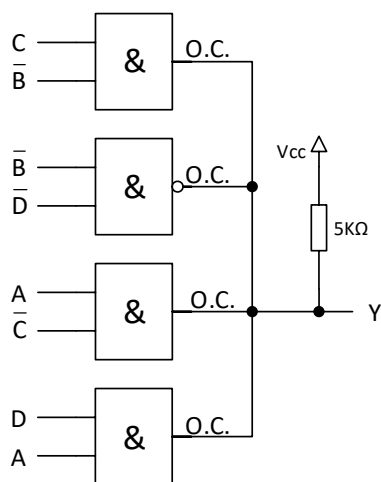
10. TTL áramkörök

10.1. Adjuk meg a következő ábrák alapján a kimeneti függvényt:

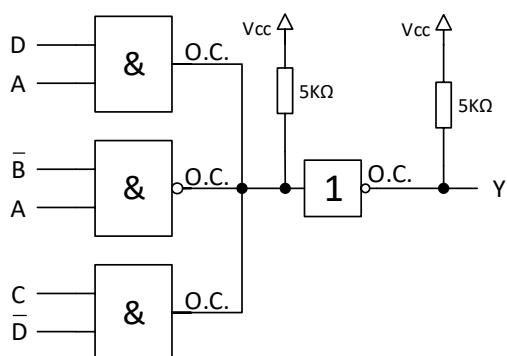
1.



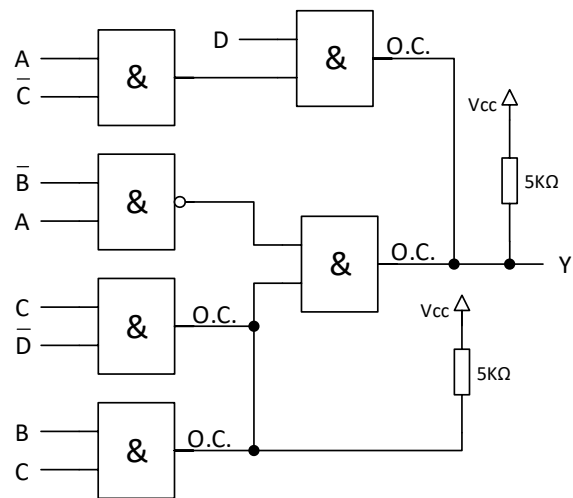
2.



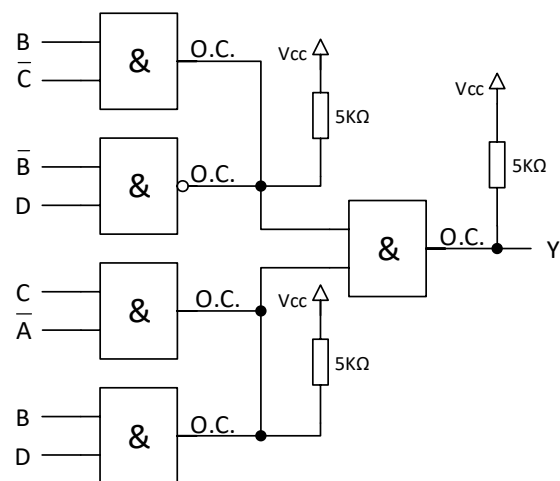
3.



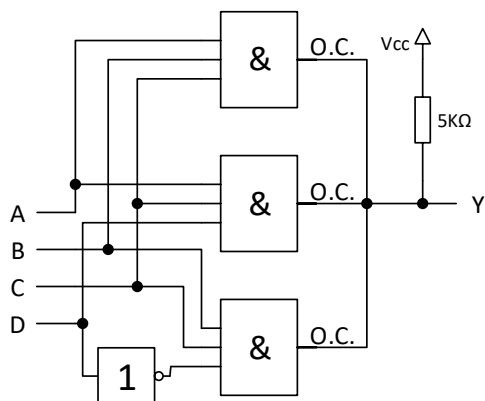
4.



5.



6.



10.1. Kidolgozott feladat:

10.1.1. feladat:

$$Y^3 = A \cdot \overline{B} + \overline{B} \cdot C + B \cdot \overline{C}$$

11. Dekóderek és multiplexerek

11.1. Készítsünk egy BCD/7 szegmenses kijelző dekóder felhasználásával egy olyan kapcsolást, amely egy számjegy megjelenítésére alkalmas.

11.2. Kapuáramkörök felhasználásával rajzoljunk fel egy 4 bemenetű multiplexert.

11.3. Kapuáramkörök felhasználásával rajzoljunk fel egy 4 bemenetű demultiplexert.

11.4. Rajzoljuk fel a címdekóder igazságtábláját és valósítsuk meg kapuáramkörök segítségével.

11.5. Rajzoljuk fel a BCD/7 szegmenses kijelző dekóder igazságtábláját és egyszerűsítsük úgy, hogy csak 0-tól 9-ig jelenítsen meg értéket a kijelzőn.

11.6. Multiplexer segítségével valósítsuk meg a következő függvényeket:

1. $Y^3 = A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C$

2. $Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C$

3. $Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C}$

4. $Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$

5. $Y^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$

6. $Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$

7. $Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D}$

8. $Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D$

9. $Y^4 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D + A \cdot B \cdot C \cdot D$

10. $Y^3 = \Sigma(0, 4, 5, 6, 7)$

11. $Y^3 = \Sigma(0, 1, 2, 3, 4, 6)$

12. $Y^3 = \Sigma(1, 2, 3, 4, 5, 7)$

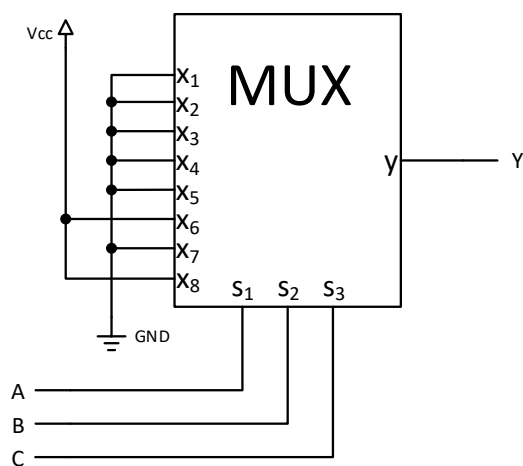
13. $Y^4 = \Sigma(0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12)$

14. $Y^4 = \Sigma(0, 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 15)$

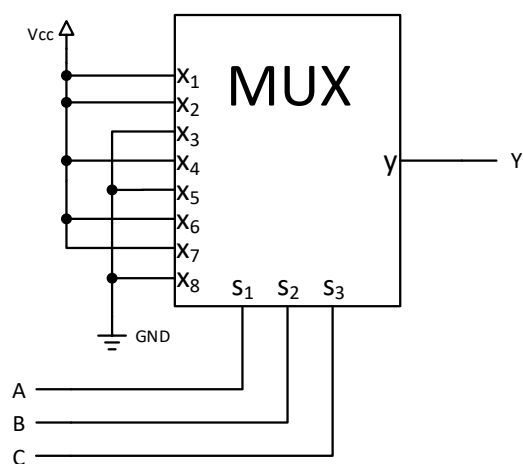
15. $Y^4 = \Sigma(0, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13)$

11.6. Kidolgozott feladatok:

11.6.1. feladat:

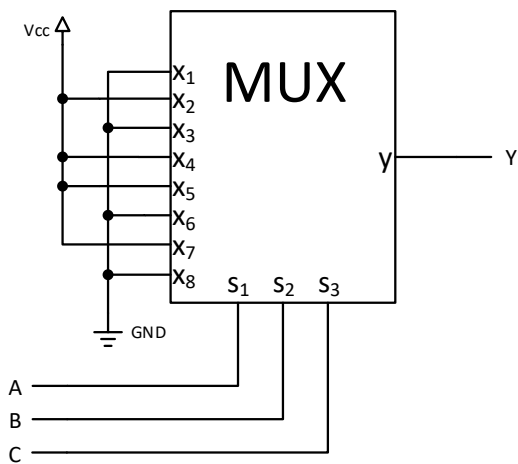


11.6.4. feladat:

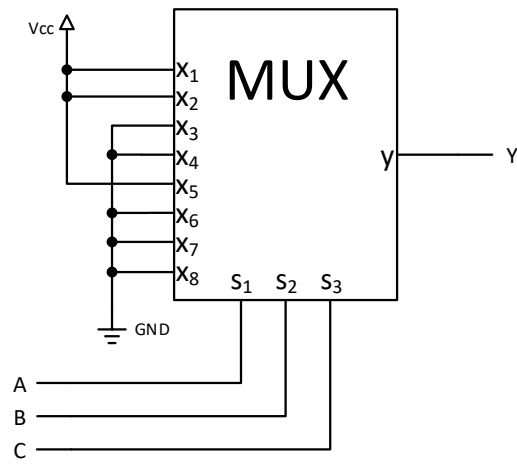


11.7. Az ábra alapján határozzuk meg a kimeneti logikai függvényt:

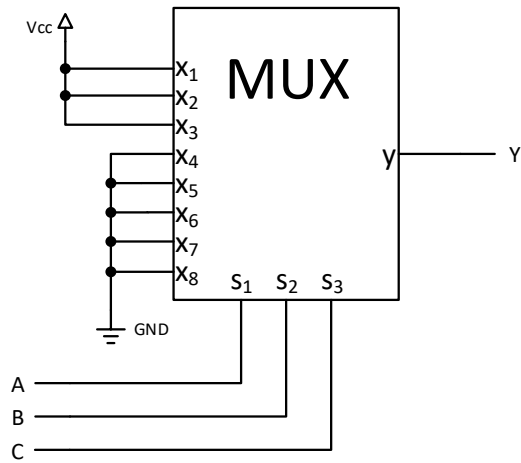
1.



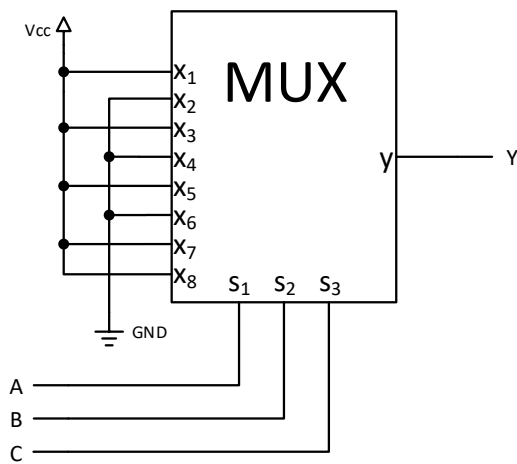
2.



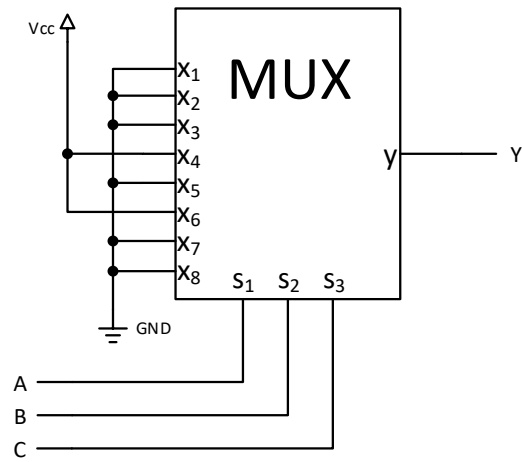
3.



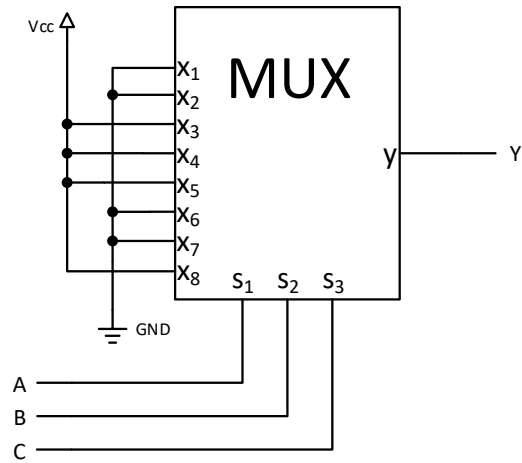
4.



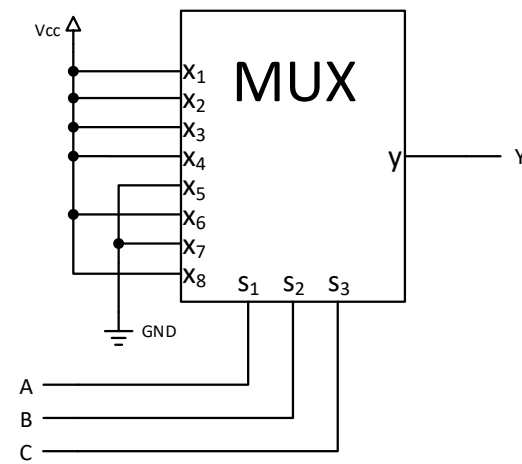
5.



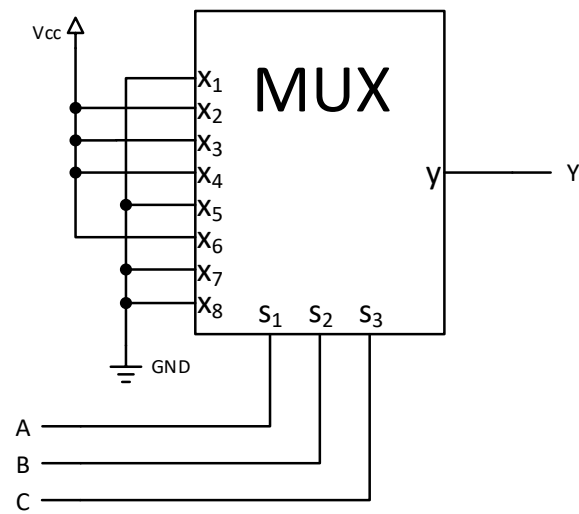
6.



7.



8.



11.7. Kidolgozott feladat:

11.7.6. feladat:

$$Y^3 = A \cdot B + B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$$

12. Tárolók

12.1. Rajzoljuk fel a megadott tárolókat kapuáramkörök segítségével, majd írjuk fel az igazságtáblázatukat:

1. R-S tároló NAND és NOR kapuk felhasználásával
2. D tároló NAND kapuk felhasználásával

12.2. Tárolók segítségével valósítsunk meg órajel osztást.

12.3. Írjuk fel az igazságtáblázatát az alábbiaknak:

1. J-K tároló
2. T tároló
3. R-S flip-flop
4. D flip-flop
5. J-K flip-flop
6. T flip-flop

12.3. Kidolgozott feladat:

12.3.3. feladat:

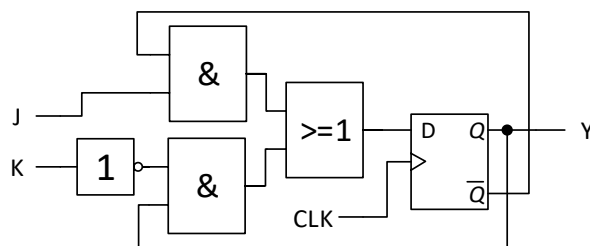
CLK	S	R	Q
x	0	0	Q
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	Tiltott

12.4. A megadott tárolóból hozzunk létre egy másikat:

1. J-K flip-flop-ból T flip-flop-ot
2. D flip-flop-ból T flip-flop-ot
3. D flip-flop-ból J-K flip-flop-ot
4. R-S flip-flop-ból J-K flip-flop-ot

12.4. Kidolgozott feladat:

12.4.3. feladat:



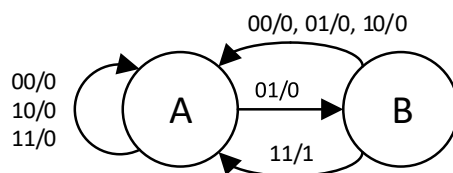
13. Sorrendi áramkörök

13.1. Rajzoljuk fel az alábbi feladatok Mealy modellnek megfelelő állapotgráfját és kimeneti táblázatát. Írjuk fel a gerjesztési és kimeneti egyenleteket, majd rajzoljuk fel a hálózatot:

1. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző két órajel ciklusban az A és B bemeneteken 00, majd 11 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
2. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző két órajel ciklusban az A és B bemeneteken 01, majd 10 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
3. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző két órajel ciklusban az A és B bemeneteken 11, majd 10 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
4. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző két órajel ciklusban az A és B bemeneteken 01, majd 11 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
5. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző két órajel ciklusban az A és B bemeneteken 11, majd 00 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
6. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző három órajel ciklusban az A és B bemeneteken 11, majd 01 és végül 00 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
7. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző három órajel ciklusban az A és B bemeneteken 01, majd 11 és végül 10 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
8. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző három órajel ciklusban az A és B bemeneteken 00, majd 01 és végül 11 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
9. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző három órajel ciklusban az A és B bemeneteken 01, majd 10 és végül 11 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.
10. Akkor ad az Y kimeneten logikai egyest, ha az előző három órajel ciklusban az A és B bemeneteken 01, majd 10 és végül 11 kombináció jelent meg, minden más esetben a kimenet logikai nulla legyen.

13.1. Kidolgozott feladatok:

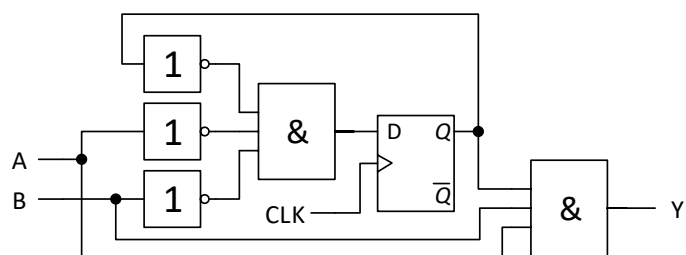
13.1.4. feladat:



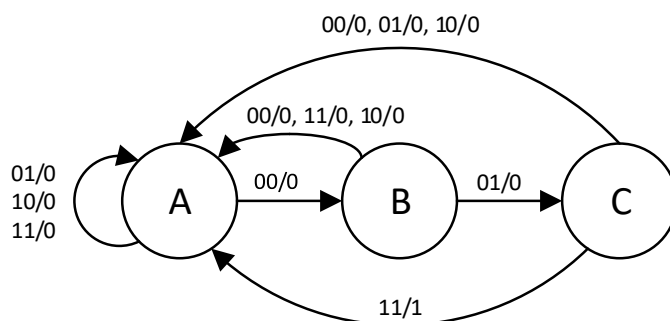
Q_n	AB	$Q_{n+1} = D$	Y
0	00	0	0
	01	1	0
	10	0	0
	11	0	0
1	00	0	0
	01	0	0
	10	0	0
	11	0	1

$$D = \overline{Q} \cdot \overline{A} \cdot B$$

$$Y = Q \cdot A \cdot B$$



13.1.8. feladat:

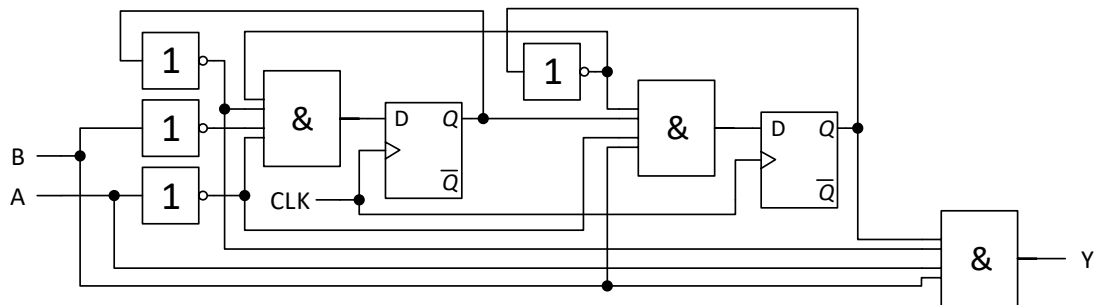


Q_{2n}	Q_{1n}	AB	$Q_{1n+1} = D_1$	$Q_{2n+1} = D_2$	Y
0	0	00	1	0	0
		01	0	0	0
		10	0	0	0
		11	0	0	0
0	1	00	0	0	0
		01	0	1	0
		10	0	0	0
		11	0	0	0
1	0	00	0	0	0
		01	0	0	0
		10	0	0	0
		11	0	0	1

$$D1 = \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}$$

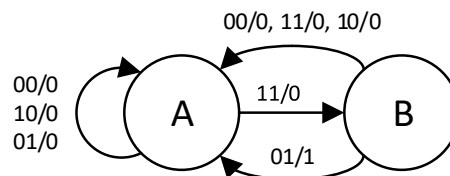
$$D2 = Q_1 \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{A} \cdot B$$

$$Y = \overline{Q_1} \cdot Q_2 \cdot A \cdot B$$

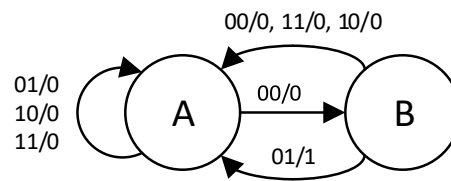


13.2. A megadott állapotgráf alapján határozzuk meg a kimeneti táblázatot és ennek segítségével írjuk fel a gerjesztési és kimeneti egyenleteket:

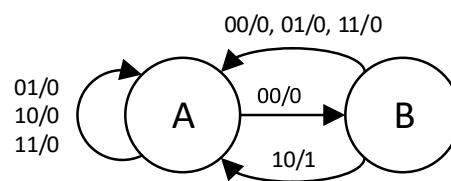
1.



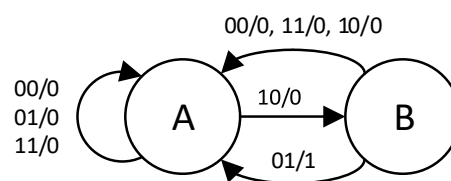
2.



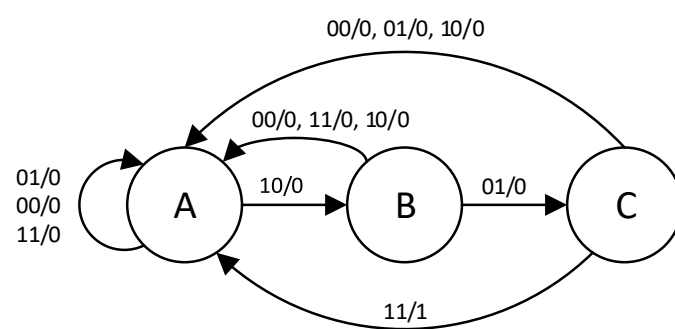
3.



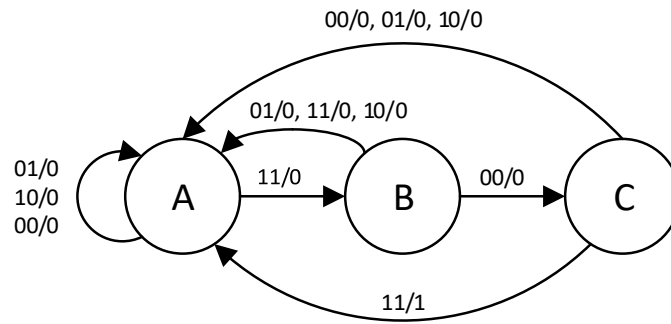
4.



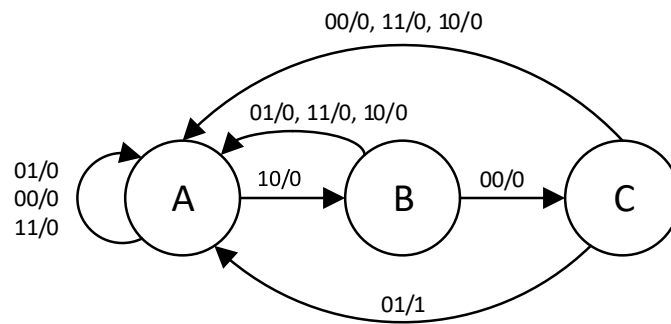
5.



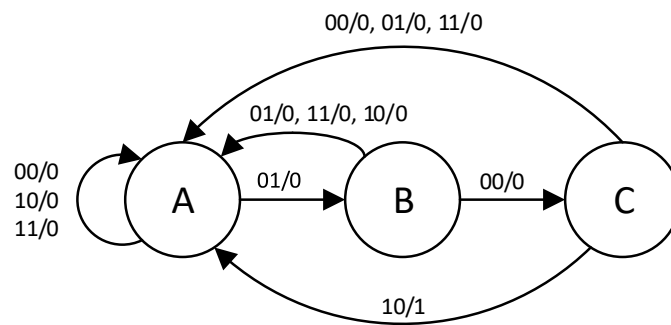
6.



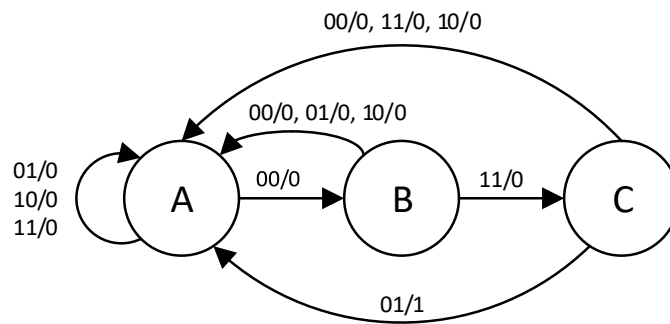
7.



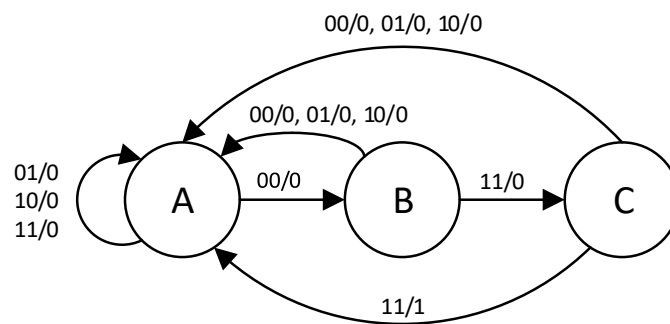
8.



9.



10.



13.2. Kidolgozott feladatok:

13.2.3. feladat:

Q_n	AB	$Q_{n+1} = D$	Y
0	00	1	0
	01	0	0
	10	0	0
	11	0	0
1	00	0	0
	01	0	0
	10	0	1
	11	0	0

$$D = \bar{Q} \cdot \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$Y = Q \cdot A \cdot \bar{B}$$

13.2.6. feladat:

Q_{2n}	Q_{1n}	AB	$Q_{1n+1} = D_1$	$Q_{2n+1} = D_2$	Y
0	0	00	0	0	0
		01	0	0	0
		10	0	0	0
		11	1	0	0
0	1	00	0	1	0
		01	0	0	0
		10	0	0	0
		11	0	0	0
1	0	00	0	0	0
		01	0	0	0
		10	0	0	0
		11	0	0	1

$$D1 = \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_2} \cdot A \cdot B$$

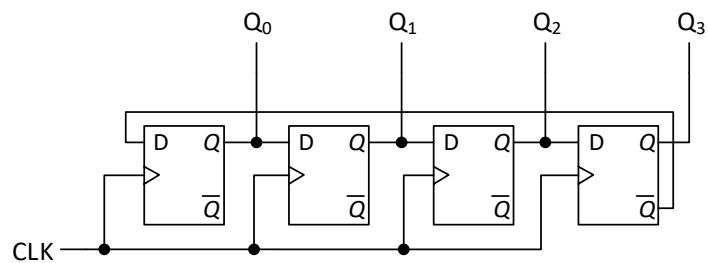
$$D2 = Q_1 \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}$$

$$Y = \overline{Q_1} \cdot Q_2 \cdot A \cdot B$$

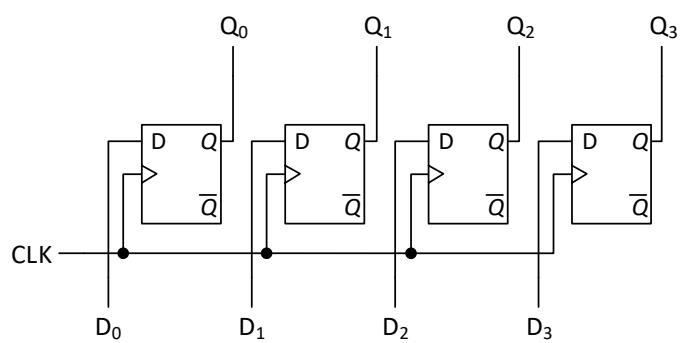
14. Számlálók és regiszterek

14.1. Az alábbi ábrák alapján ismerjük fel a kapcsolást:

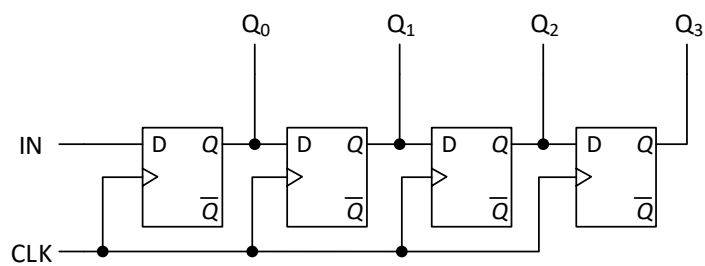
1.



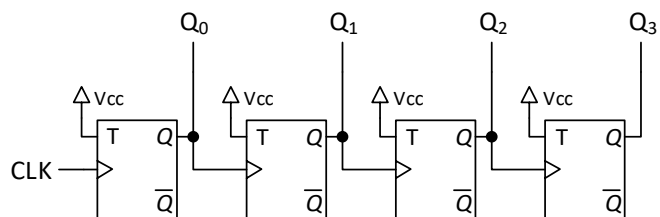
2.



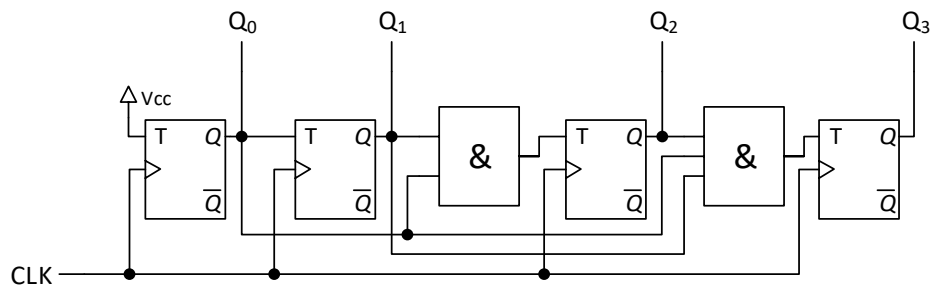
3.



4.



5.



14.1. Kidolgozott feladat:

14.1.2. feladat:

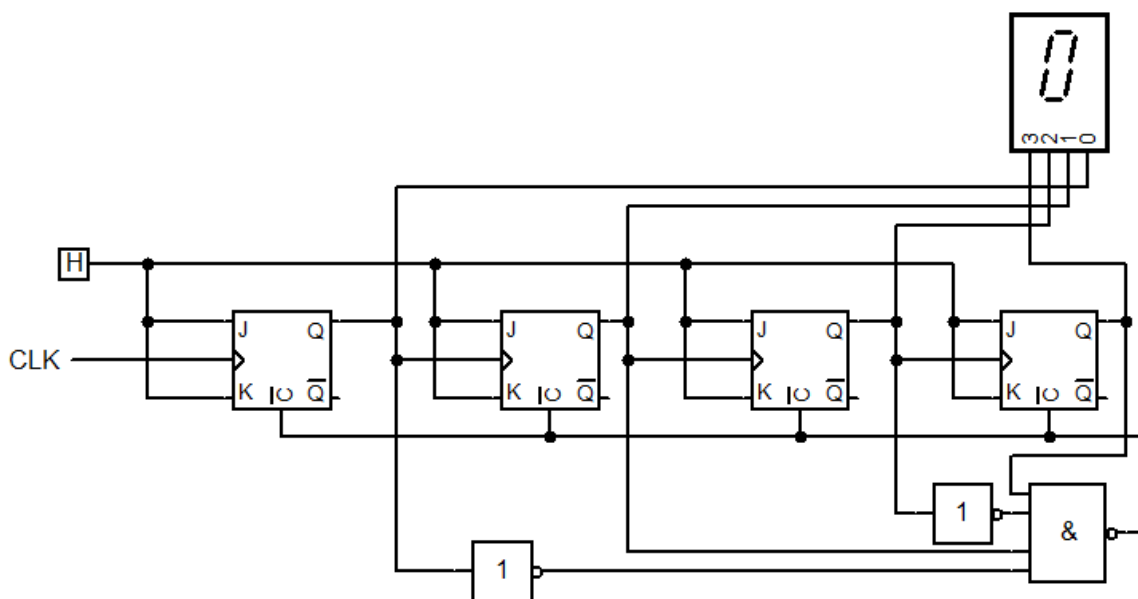
Közönséges regiszter (párhuzamos bemenetű, párhuzamos kimenetű)

14.2. Rajzoljunk fel olyan számláló áramkört, amely:

1. 0-tól 9-ig tud számlálni decimálisan
2. 0-tól 8-ig tud számlálni binárisan
3. 0-tól 9-ig tud számlálni és egy 7 szegmenses kijelzőn megjeleníti
4. 0-tól 12-ig tud számlálni binárisan
5. 0-tól 7-ig tud számlálni decimálisan
6. 4-től 7-ig tud számlálni binárisan
7. 2-től 6-ig tud számlálni binárisan
8. 0-tól 50-ig tud számlálni és 7 szegmenses kijelzőn megjeleníti

14.2. Kidolgozott feladat:

14.2.3. feladat:



15. Protokollok

15.1. Határozzuk meg, hogy az RS232C szabvány alapján mit jelentnek a következő paraméterek és mennyi időbe telik átküldeni a megadott karaktereket:

1. 9600 8n2, „HELLO” karakter sorozat
2. 4800 8n1, „Teszt” karakter sorozat
4. 19200 8p2, „SZTE MK” karakter sorozat
5. 2400 8n1, „Feladat” karakter sorozat
6. 38400 8o1,5, „Hello World” karakter sorozat
7. 115200 7n2, „Demo” karakter sorozat
8. 57600 9p1, „Teszt Elek” karakter sorozat
9. 250000 7o1, „HELLO” karakter sorozat
10. 10000 9o1,5, „SZTE MK” karakter sorozat

15.1. Kidolgozott feladat:

15.1.1. feladat:

9600 bit/s az átviteli sebesség, 8 bit egy adatcsomag, nincs paritás bit és két stopbitet küld.

1 bit küldési ideje: $1/9600 \text{ bit/s} = 0,0001 \text{ s}$.

1 karakter küldési ideje: $0,0001 \cdot (8+2) = 0,001 \text{ s}$.

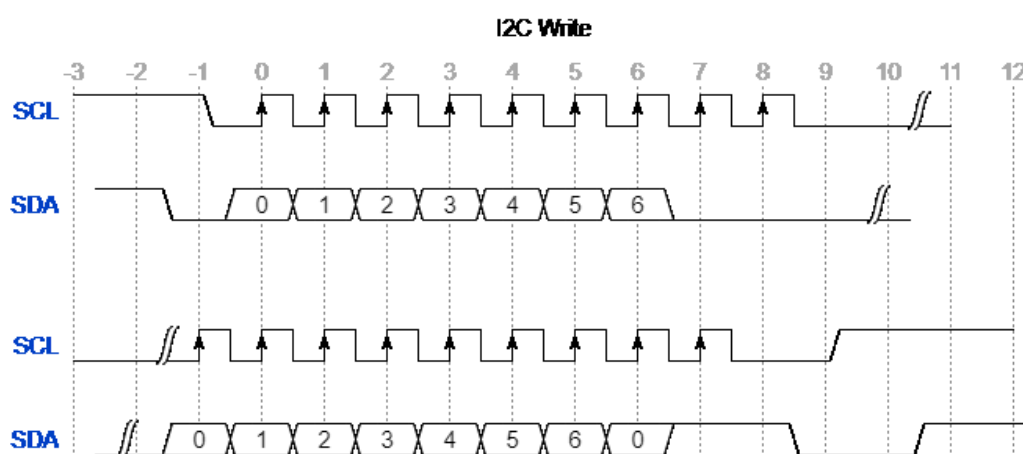
A „HELLO” karakter sorozat küldési ideje: $0,001 \cdot 5 = 0,005 \text{ s} = 5 \text{ ms}$.

15.2. Rajzoljuk fel a következő idődiagramokat tetszőleges adat küldése esetén:

1. UART: 9600 8n2
2. UART: 38400 8o1,5
3. UART: 250000 7p1
4. UART: 2400 8n1
5. I2C: 1 bájtot ír
6. SPI: 3vezetékes mód 1 bájtot olvas
7. I2C: 1 bájtot ír majd 1 bájtot olvas
8. SPI: 4vezetékes mód 1 bájtot ír
9. I2C: 3 bájtot olvas

15.2. Kidolgozott feladatok:

15.2.5. feladat:



15.2.8. feladat:

