

Digitális technika 2.

BMEVIIIAA02

előadás

2020/21 tavaszi félév

Feladatok: számláló, aritmetika



Miről volt szó

Szinkron számlálók

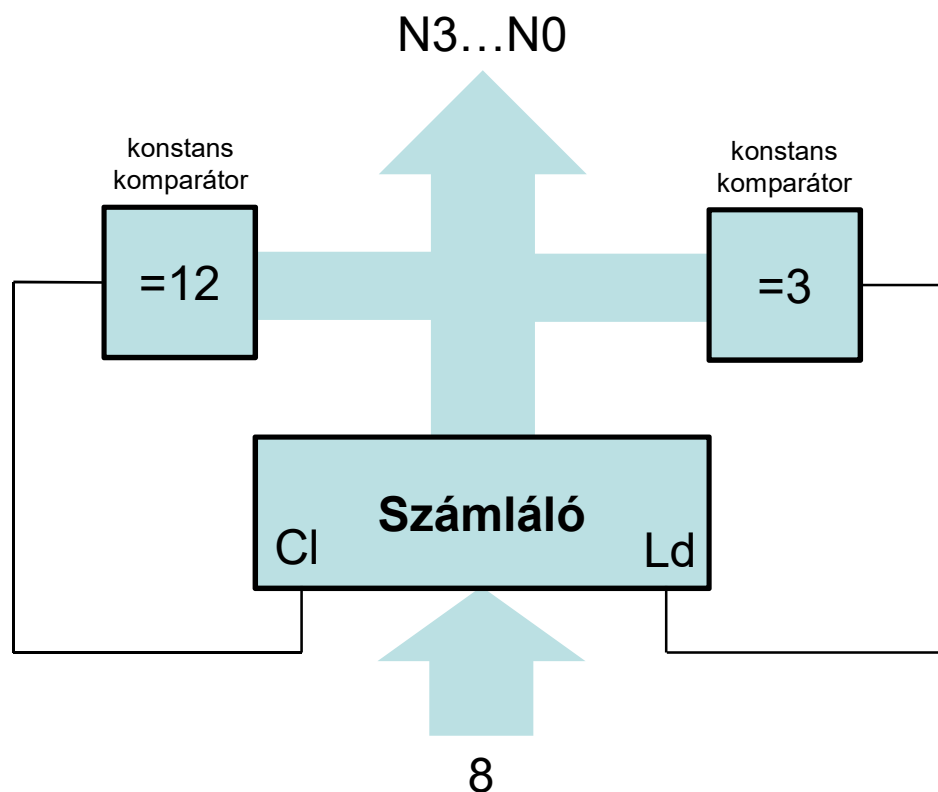
- Számlálási ciklus módosítása

Aritmetika

- Összeadás
- Kivonás
- Aritmetikai túlcsordulás
- Szorzás
 - Kombinációs hálózattal
 - Sorrendi hálózattal

Készítsünk számlálót, amely a 0...3,8...12 értékeken számlál ciklikusan

Blokk vázlat



Példa - 1

Készítsünk számlálót, amely a 0...3,8...12 értékeken számlál ciklikusan

	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0

4 bites szinkron számláló kell

Beavatkozás:

szinkron töltés: számláló értéke 3, töltés: 8

szinkron törlés: számláló értéke 12

Konstans komparátorok

$$Ld = Q_A \cdot Q_B \cdot \overline{Q_C} \cdot \overline{Q_D}$$

$$Cl = \overline{Q_A} \cdot \overline{Q_B} \cdot Q_C \cdot Q_D$$

Lehetne egyszerűbb?

Ld

		Q_B		
	0	0	1	0
	-	-	-	-
Q_D	0	-	-	-
	0	0	0	0
	Q_A		Q_C	

$$Ld = Q_A \cdot Q_B \cdot \overline{Q_D}$$

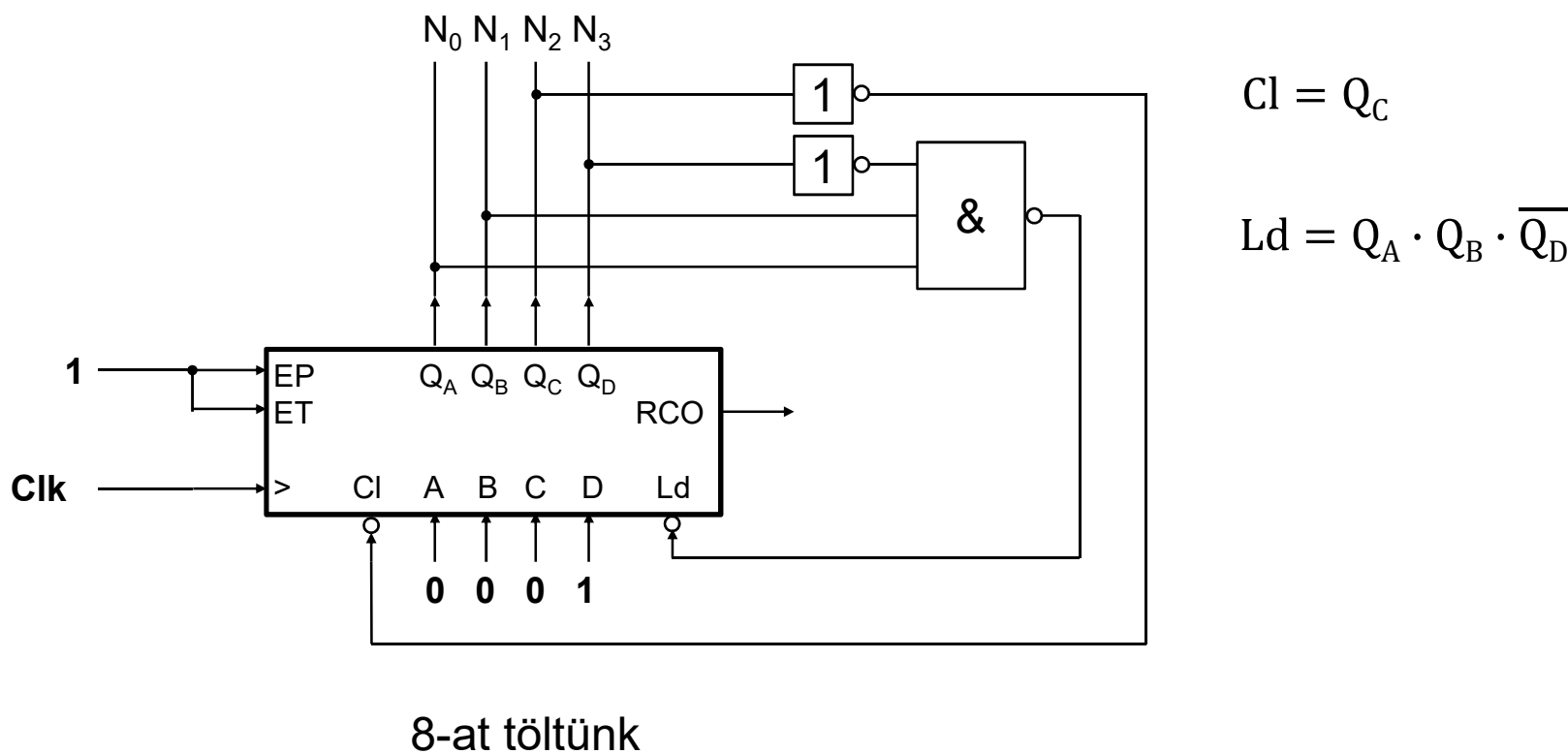
Cl

		Q_B		
	0	0	0	0
	-	-	-	-
Q_D	1	-	-	-
	0	0	0	0
	Q_A		Q_C	

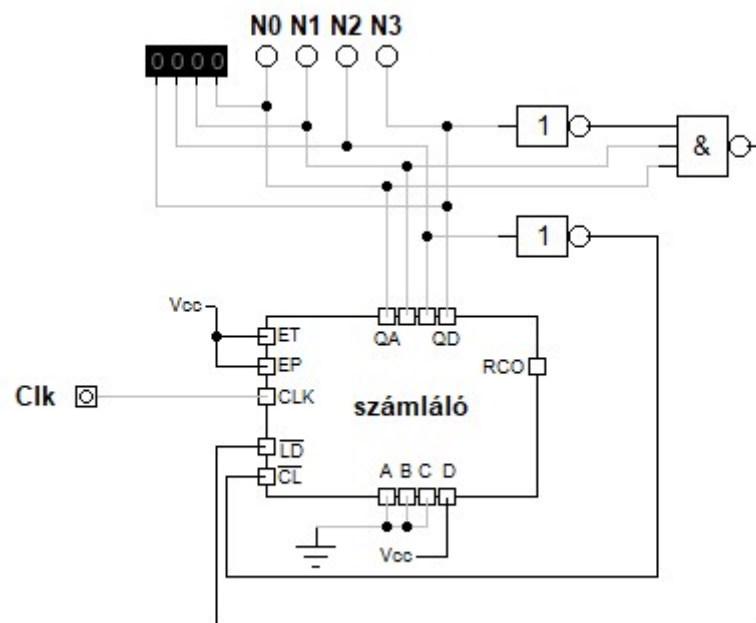
$$Cl = Q_C$$

Példa - 1

Készítsünk számlálót, amely a 0...3,8...12 értékeken számlál ciklikusan



Megvalósítás a szimulátorban



Példa - 1

Készítsünk számlálót, amely a 0...3,8...12 értékeken számlál ciklikusan

	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Mi lesz a számláló kezdeti értéke?

→ nem tudjuk

Hogyan működik a hálózat, ha a számláló 4,5,6,7 vagy 13,14,15 értékről indul?

$$Cl = Q_C$$

A hálózat a következő órajelre 0 értéket vesz fel

Általában:

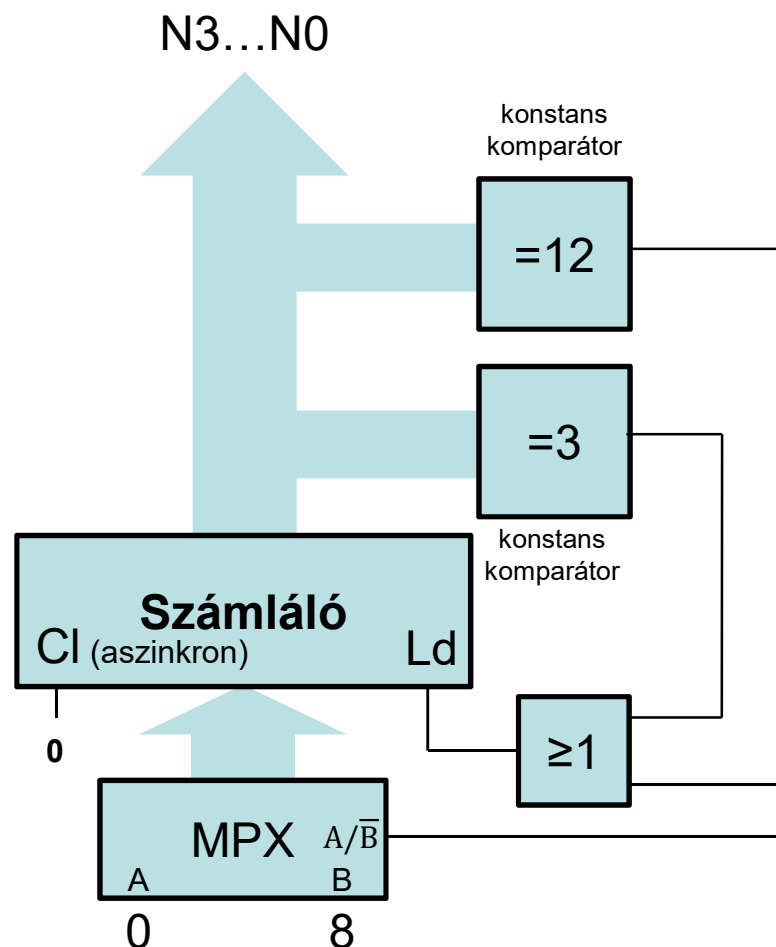
- Néhány periódusban előfordulhatnak az előírt értékektől eltérő értékek is. Ha beléptünk a specifikált tartományba a hálózat a továbbiakban helyesen működik
- Külső jellel biztosítjuk az alaphelyzetbe állást
 - Beavatkozás a Cl vagy Ld jelbe

Példa – 1b

Készítsünk számlálót, amely a 0...3,8...12 értékeken számlál ciklikusan

Számláló – aszinkron CI bemenet

Blokk vázlat



Példa – 1b

Készítsünk számlálót, amely a 0...3,8...12 értékeken számlál ciklikusan

Számláló – aszinkron CI bemenet

	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0

$$Ld1 = Q_A \cdot Q_B \cdot \overline{Q_D}$$

$$Ld2 = Q_C$$

	számláló értéke					betöltendő érték				
	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A		D	C	B	A	
3	0	0	1	1	→	1	0	0	0	8
12	1	1	0	0	→	0	0	0	0	0

$$C = 0$$

$$B = 0$$

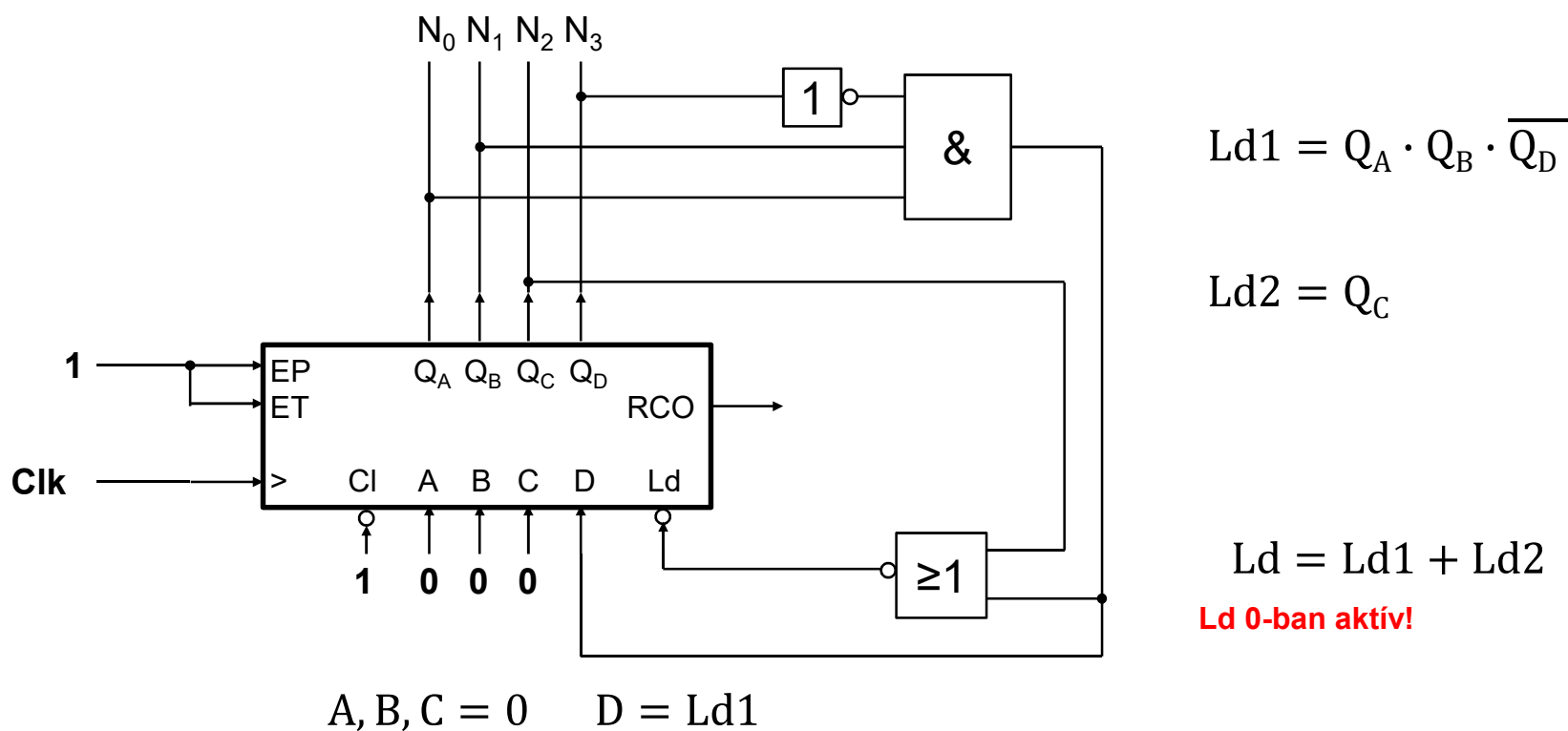
$$A = 0$$

$$D = Ld1$$

Példa – 1b

Készítsünk számlálót, amely a 0...3,8...12 értékeken számlál ciklikusan

Számláló – aszinkron CI bemenet



Példa - 2

Készítsünk számlálót, amely az 1,2,3,4,5,4,3,2 értékeken számlál ciklikusan

	N ₂	N ₁	N ₀
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
4	1	0	0
3	0	1	1
2	0	1	0

számlálási irány megfordul

3 bites szinkron számláló kell

Beavatkozás:

számláló értéke 5: számlálás lefelé

számláló értéke 1: számlálás felfelé

Számlálás irányának megváltoztatása
kimenet invertálásával

	N ₂	N ₁	N ₀
4	1	0	0
3	0	1	1
2	0	1	0

→

Q _C	Q _B	Q _A	
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5

felfelé számlál

3,4,5 az első tartományban már szerepel ☹

→ használjunk 4 bites számlálót

Példa - 2

Készítsünk számlálót, amely az 1,2,3,4,5,4,3,2 értékeken számlál ciklikusan

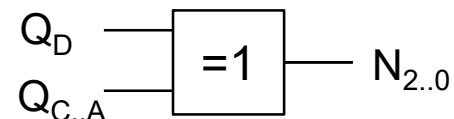
4 bites számláló

N ₂	N ₁	N ₀		Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	0	1	1	0	0	0	1
0	1	0	2	0	0	1	0
0	1	1	3	0	0	1	1
1	0	0	4	0	1	0	0
1	0	1	5	0	1	0	1
1	0	0	11	1	0	1	1
0	1	1	12	1	1	0	0
0	1	0	13	1	1	0	1

Számlálási tartomány: 1..5,11..13

ha $Q_D = 0$ $N_{2..0} = Q_{C..A}$

ha $Q_D = 1$ $N_{2..0} = \overline{Q_{C..A}}$



	számláló értéke					betöltendő érték				
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A		D	C	B	A	
5	0	1	0	1	→	1	0	1	1	11
13	1	1	0	1	→	0	0	0	1	1

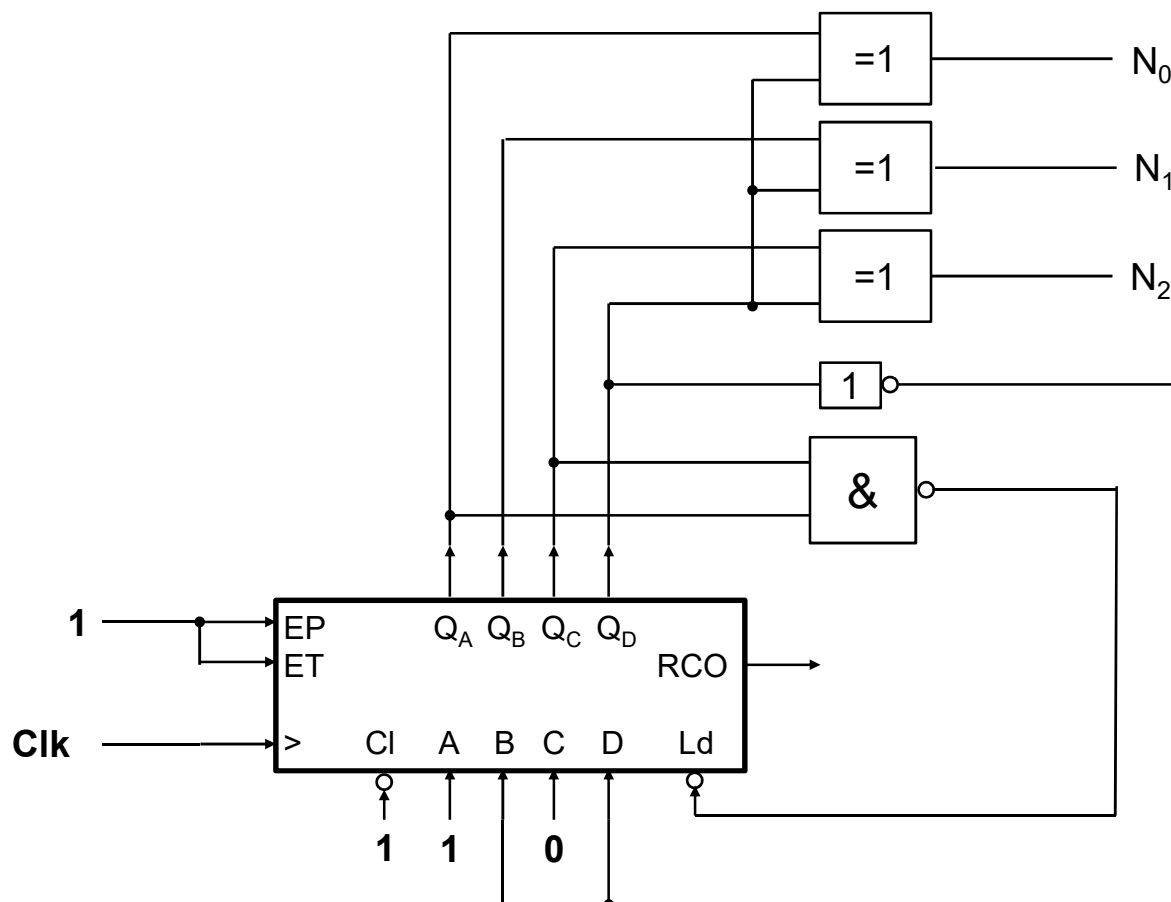
$$Ld = Q_A \cdot Q_C$$

$$C = 0 \quad A = 1$$

$$D = \overline{Q_D} \quad B = \overline{Q_D}$$

Példa - 2

Készítsünk számlálót, amely az 1,2,3,4,5,4,3,2 értékeken számlál ciklikusan



$$N_0 = Q_D \oplus Q_A$$

$$N_1 = Q_D \oplus Q_B$$

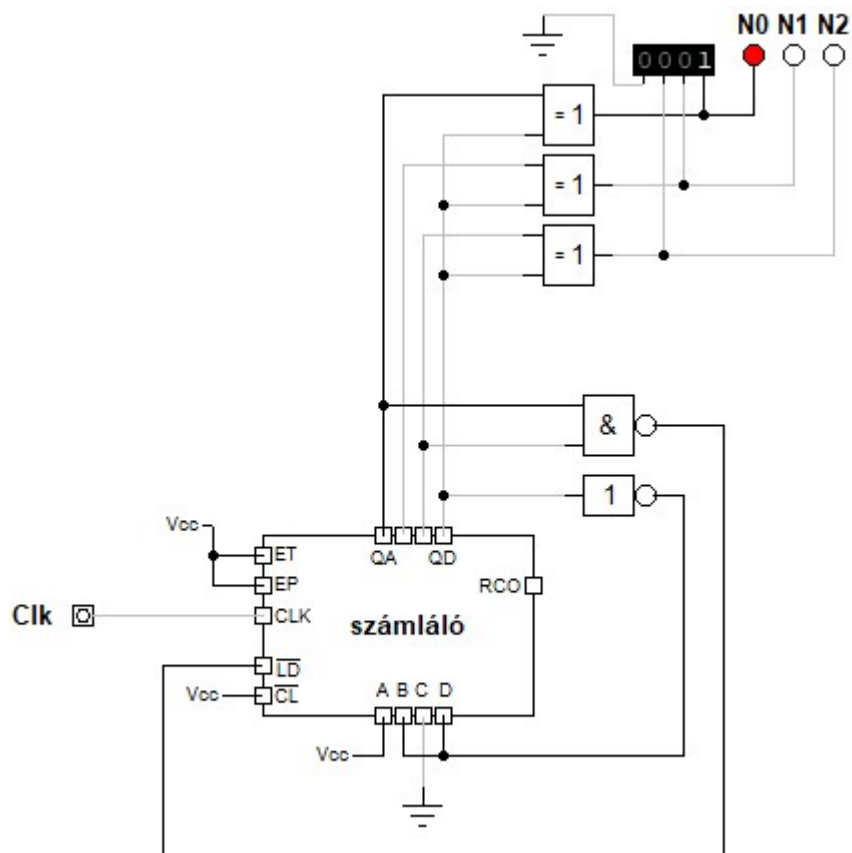
$$N_2 = Q_D \oplus Q_C$$

$$Ld = Q_A \cdot Q_C$$

$$A = 1 \quad C = 0$$

$$B = \overline{Q_D} \quad D = \overline{Q_D}$$

Megvalósítás a szimulátorban



Példa - 3

Készítsünk számlálót, amely a 0,1,2,3,4,5,7,9,11,13,15 értékeken számlál ciklikusan

	N ₃	N ₂	N ₁	N ₀
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
7	0	1	1	1
9	1	0	0	1
11	1	0	1	1
13	1	1	0	1
15	1	1	1	1




Páratlan számokon számlálás:

A legalacsonyabb helyi értékű bit 1-es

A további helyiértékeken egyesével számol

	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A	
11	1	0	1	1	1
12	1	1	0	0	1
13	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1

N₃ N₂ N₁ N₀



Számlálás: 0,1,2,3,4,5,11,12,13,14,15

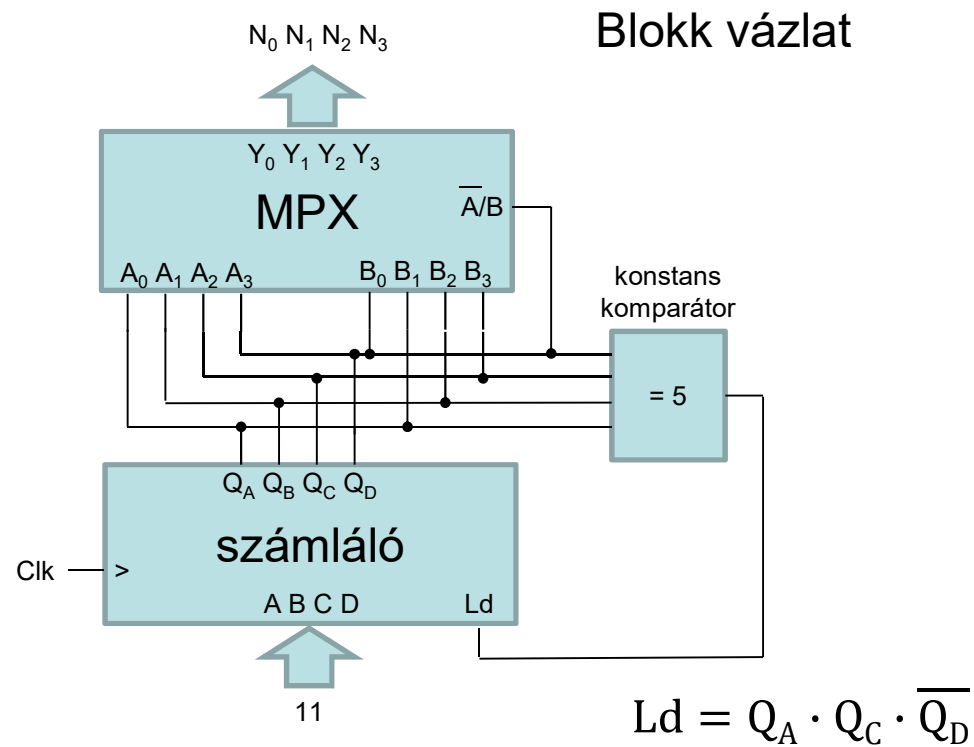
Példa - 3

Készítsünk számlálót, amely a 0,1,2,3,4,5,7,9,11,13,15 értékeken számlál ciklikusan

	N ₃	N ₂	N ₁	N ₀	Q
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	5
7	0	1	1	1	11
9	1	0	0	1	12
11	1	0	1	1	13
13	1	1	0	1	14
15	1	1	1	1	15

Q_C Q_B Q_A Q_D

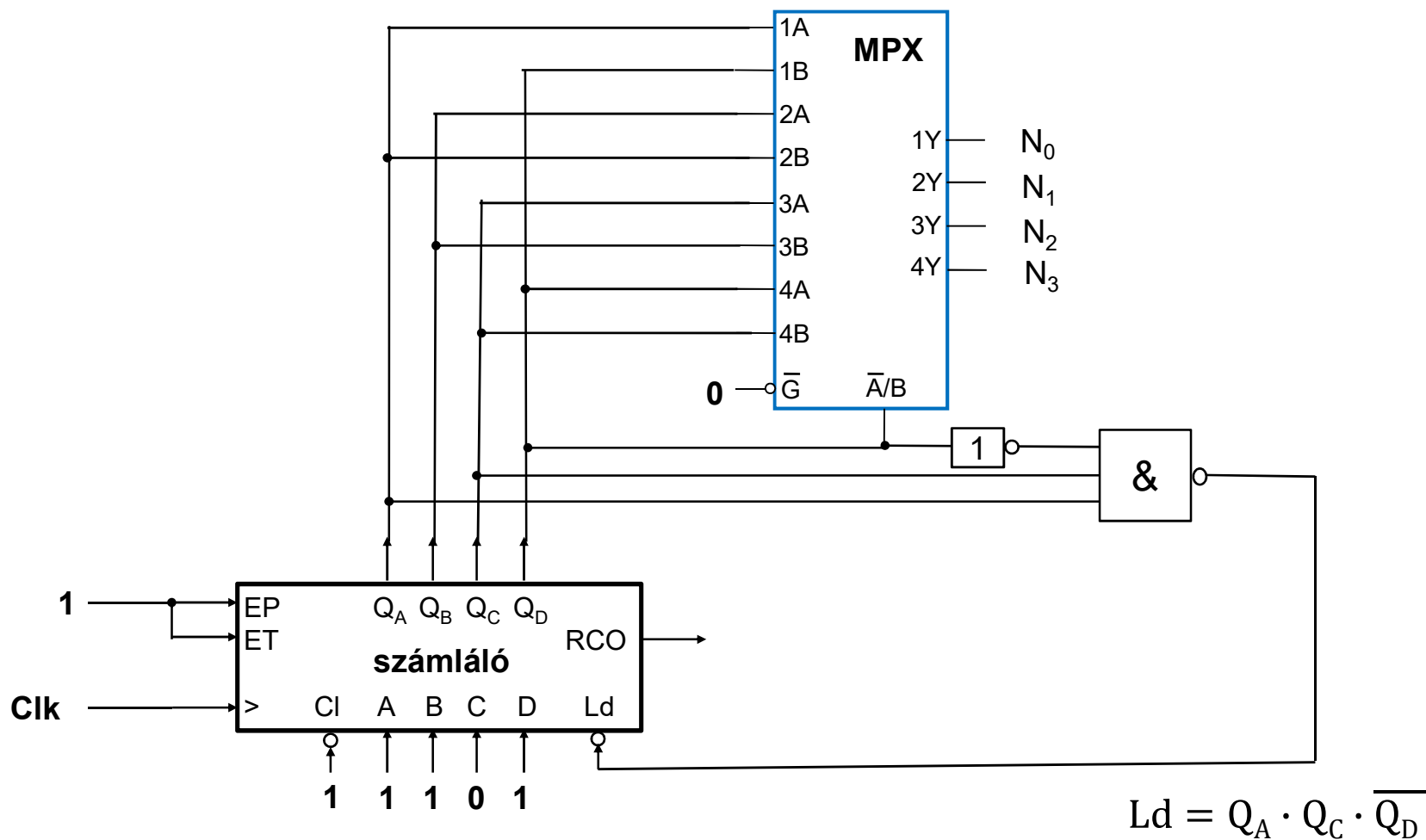
A számláló számlálási értékei:
0,1,2,3,4,5,11,12,13,14,15



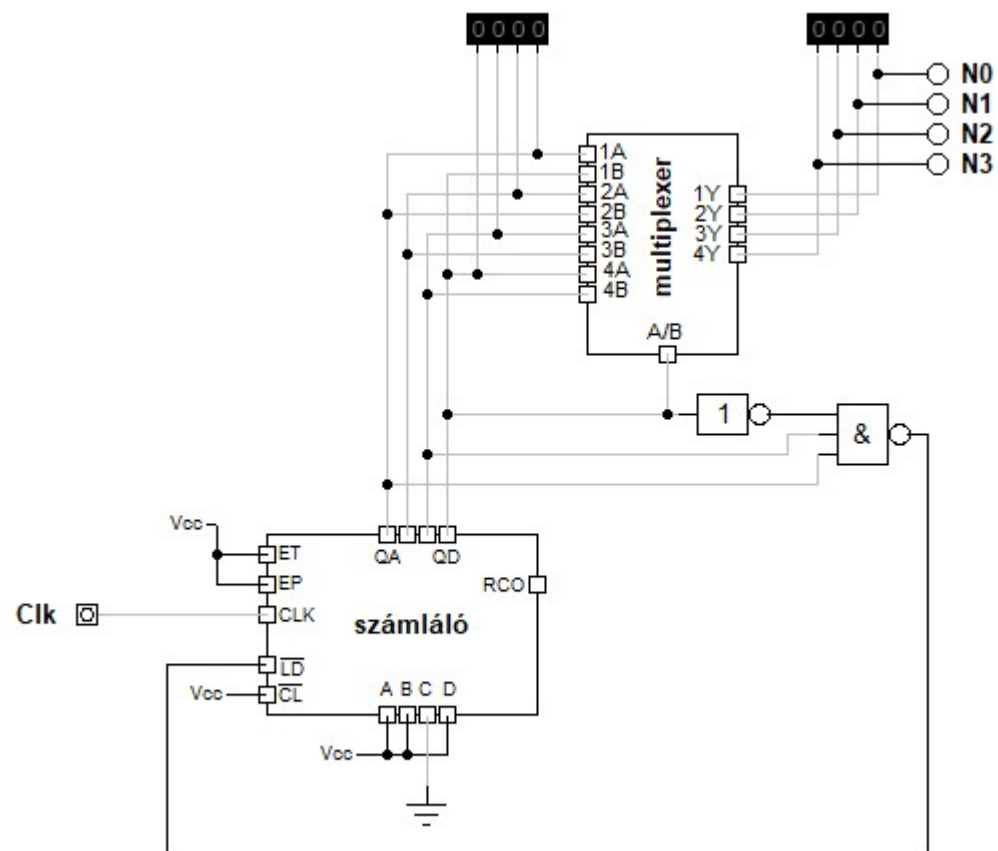
A legnagyobb érték elérésekor nem kell beavatkozni modulo 15-ös számláló!

Példa - 3

Készítsünk számlálót, amely a 0,1,2,3,4,5,7,9,11,13,15 értékeken számlál ciklikusan



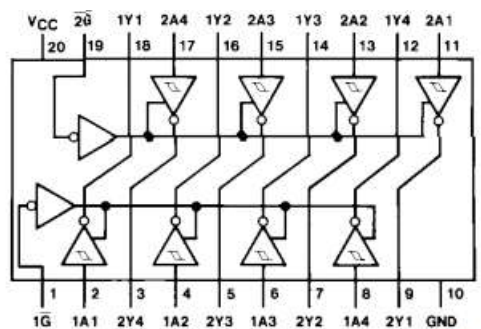
Megvalósítás a szimulátorban



Példa - 3

Multiplexer megvalósítása three-state áramkörrel - katalógus áramkörök

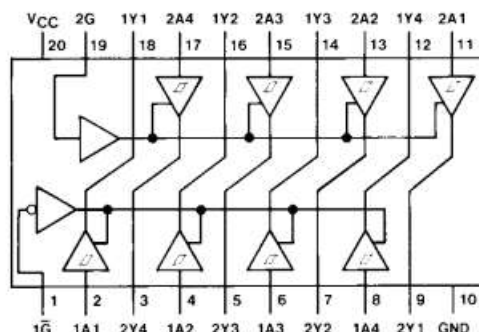
74LS240



Inputs		Output
\bar{G}	A	Y
L	L	H
L	H	L
H	X	Z

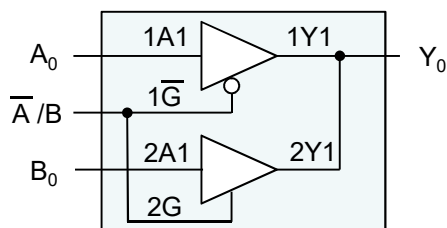
$$Y = \bar{A} \quad 1\bar{G}, 2\bar{G}$$

74LS241

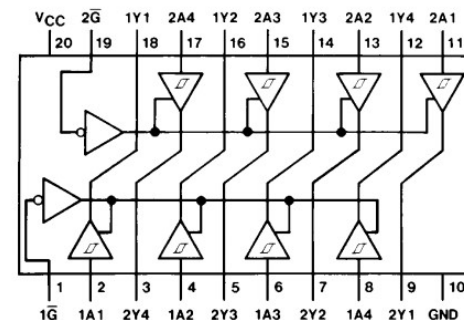


Inputs				Outputs	
G	\bar{G}	1A	2A	1Y	2Y
X	L	L	X	L	
X	L	H	X	H	
X	H	X	X	Z	
H	X	X	L		L
H	X	X	H		H
L	X	X	X		Z

$$Y = A \quad 1\bar{G}, 2G \quad \checkmark$$

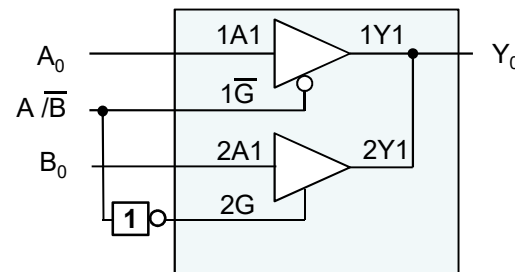


74LS244



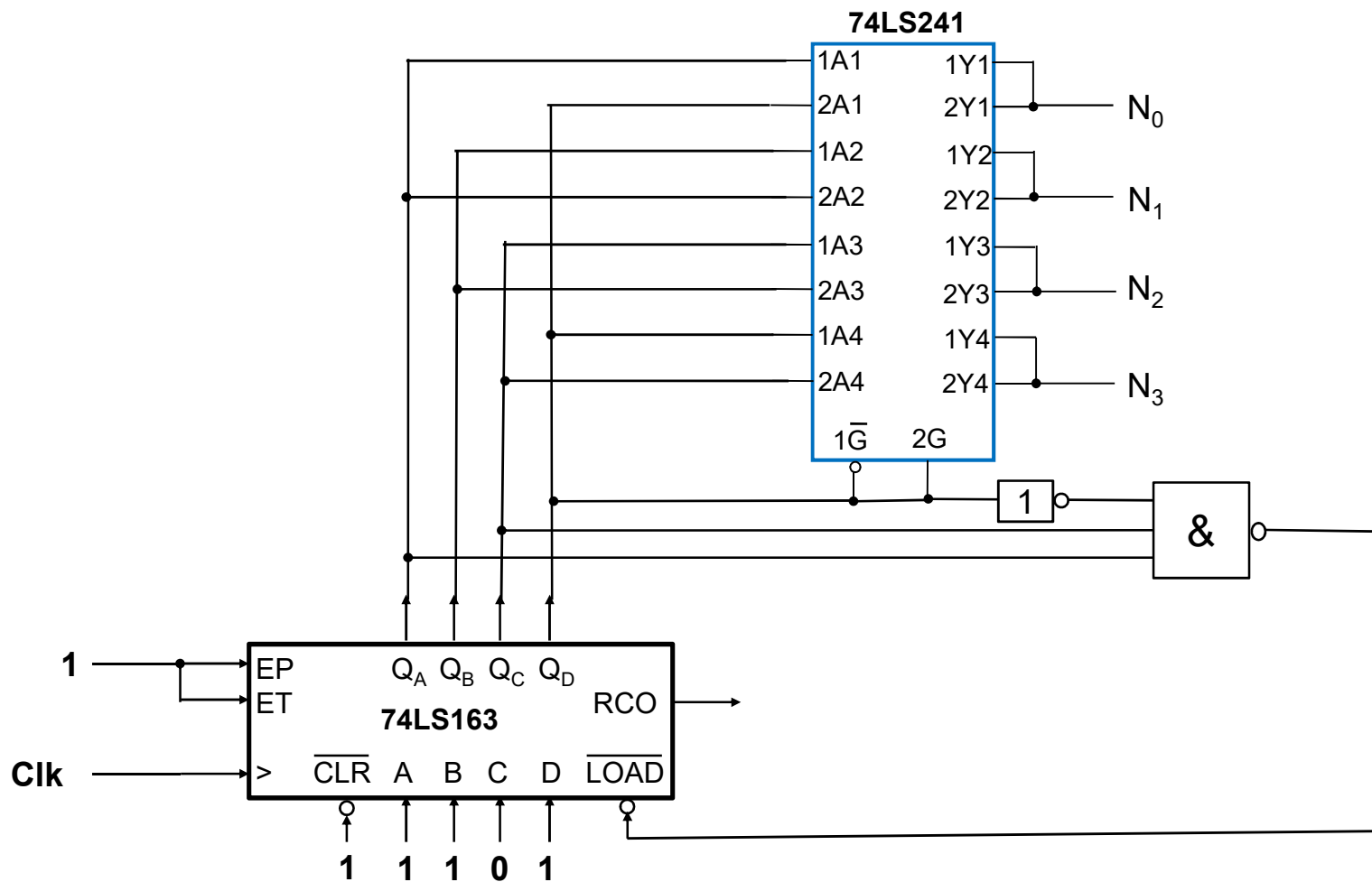
Inputs		Output
\bar{G}	A	Y
L	L	L
L	H	H
H	X	Z

$$Y = A \quad 1\bar{G}, 2\bar{G}$$



Példa - 3

Készítsünk számlálót, amely a 0,1,2,3,4,5,7,9,11,13,15 értékeken számlál ciklikusan



Példa - 4

Készítsünk hálózatot, amely X, Y 4 bites pozitív számokon bináris illetve BCD összeadást végez. Ha X és Y egyaránt BCD szám: BCD összeadás, ha X vagy Y nem BCD szám: bináris összeadás. A hálózat adjon átvitel bitet is (CO), és az M kimenetén jelezze ($M=1$), ha BCD műveletet végzett.

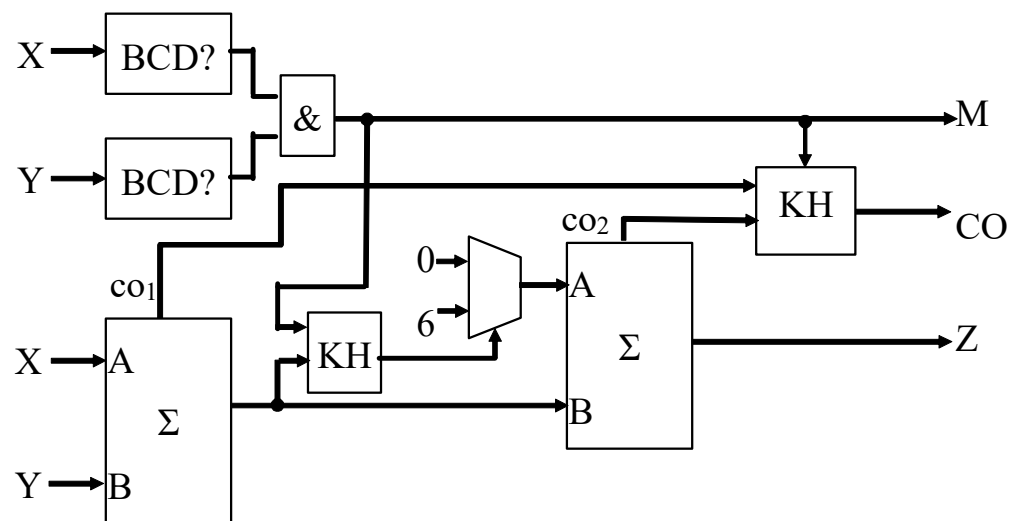
BCD szám felismerése: X, Y BCD szám, ha értéke <10

Az eredményt korrigálni kell, ha BCD összeadást végeztünk és a bináris eredmény >9

Az átvitel értéke 1,

- ha a bináris összeadóban keletkezett átvitel,
- vagy BCD összeadás esetén a korrekciót végző összeadóban keletkezett átvitel.

Blokk vázlat



Példa - 4

Készítsünk hálózatot, amely **X, Y** 4 bites pozitív számokon bináris illetve BCD összeadást végez. Ha **X** és **Y** egyaránt BCD szám: BCD összeadás, ha **X** vagy **Y** nem BCD szám: bináris összeadás. A hálózat adjon átvitel bitet is (**CO**), és az **M** kimenetén jelezze (**M=1**), ha BCD műveletet végzett.

BCD szám felismerése

XBCD				X_1	
X_3	1	1	1	1	X_2
	1	1	1	1	
	0	0	0	0	
	1	1	0	0	
				X_0	

$$XBCD = \overline{X_3} + \overline{X_2} \cdot \overline{X_1}$$

$$YBCD = \overline{Y_3} + \overline{Y_2} \cdot \overline{Y_1}$$

$$\overline{XBCD} = X_3 \cdot (X_2 + X_1)$$

$$\overline{YBCD} = Y_3 \cdot (Y_2 + Y_1)$$

M = 1, ha **X** és **Y** egyaránt BCD érték

$$\mathbf{M} = XBCD \cdot YBCD = \overline{\overline{XBCD}} + \overline{\overline{YBCD}}$$

CO = 1, ha

- ha a bináris összeadóban keletkezett átvitel,
- vagy a korrekciót végző összeadóban keletkezett átvitel.

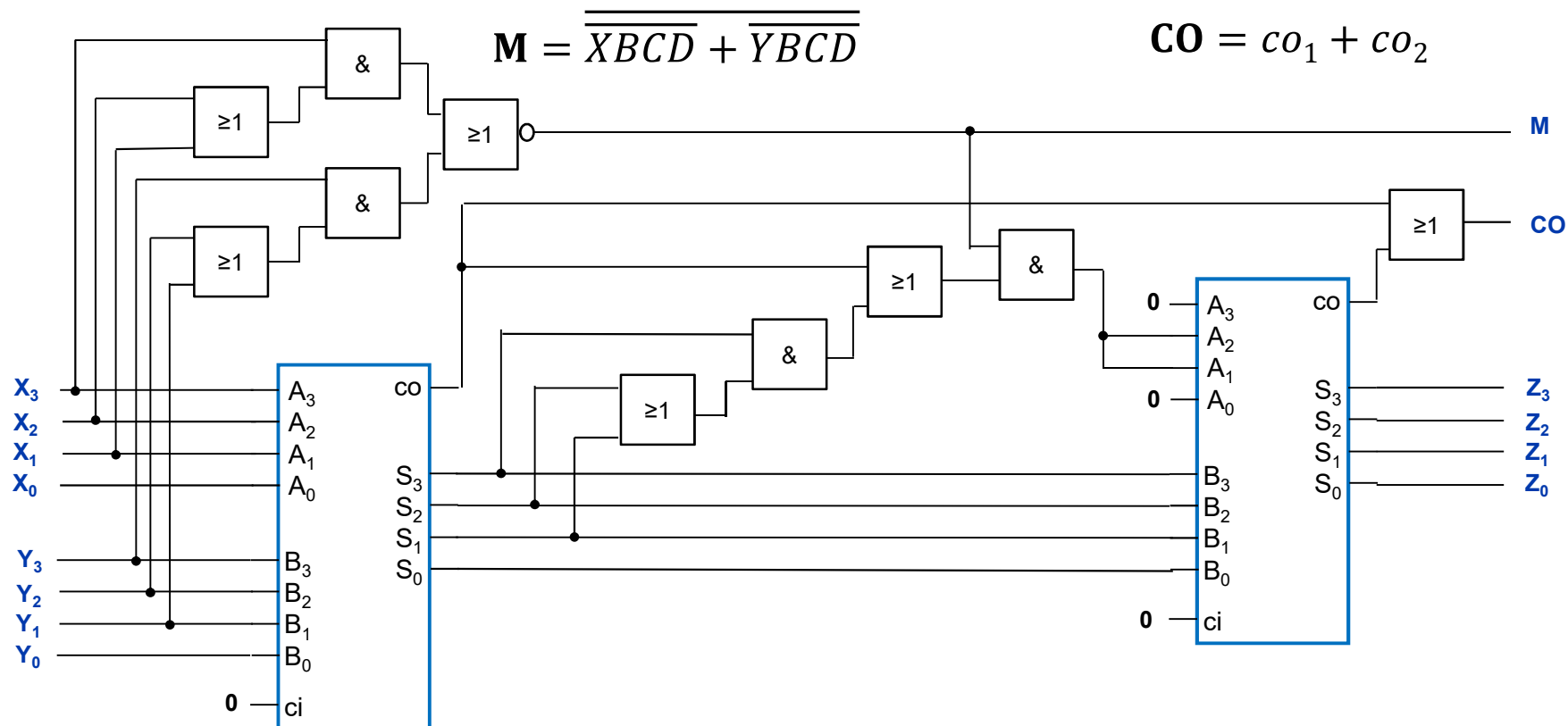
$$\mathbf{CO} = co_1 + co_2$$

Példa - 4

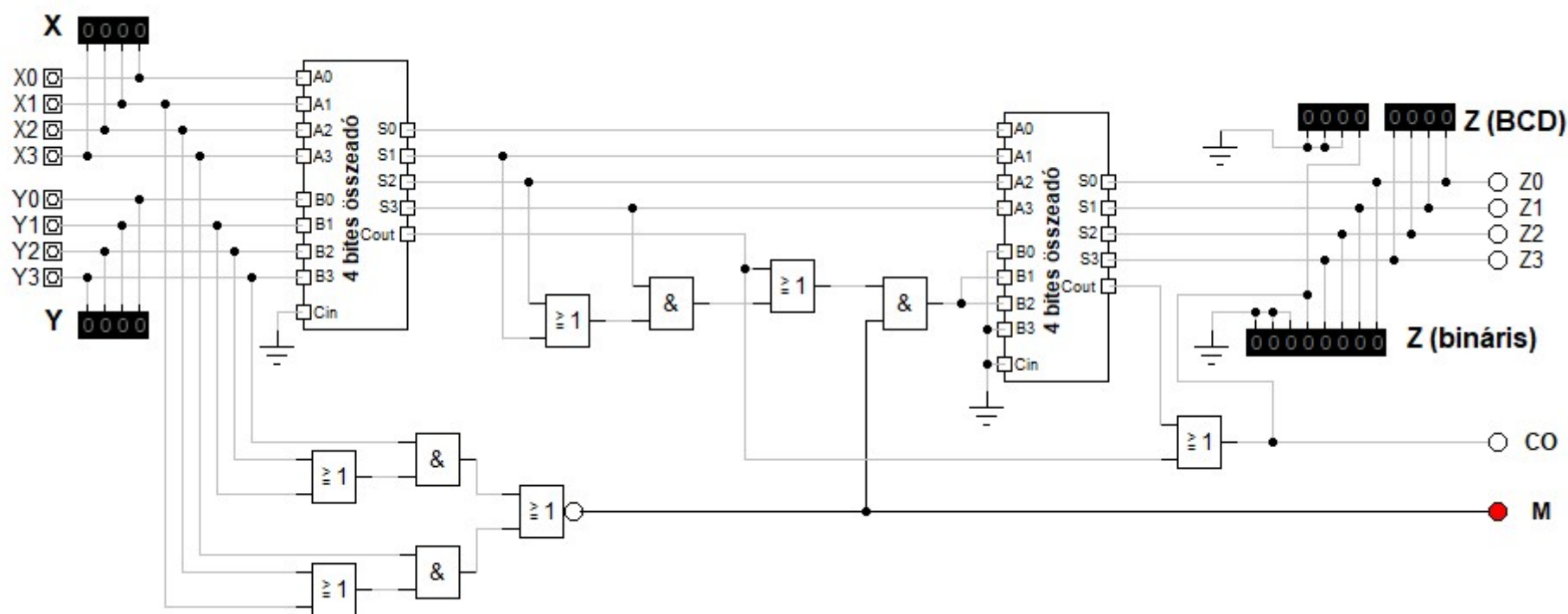
Készítsünk hálózatot, amely **X, Y** 4 bites pozitív számokon bináris illetve BCD összeadást végez.

Ha **X** és **Y** egyaránt BCD szám: BCD összeadás, ha **X** vagy **Y** nem BCD szám: bináris összeadás.

A hálózat adjon átvitel bitet is (**CO**), és az **M** kimenetén jelezze (**M=1**), ha BCD műveletet végzett.



Megvalósítás szimulátorban



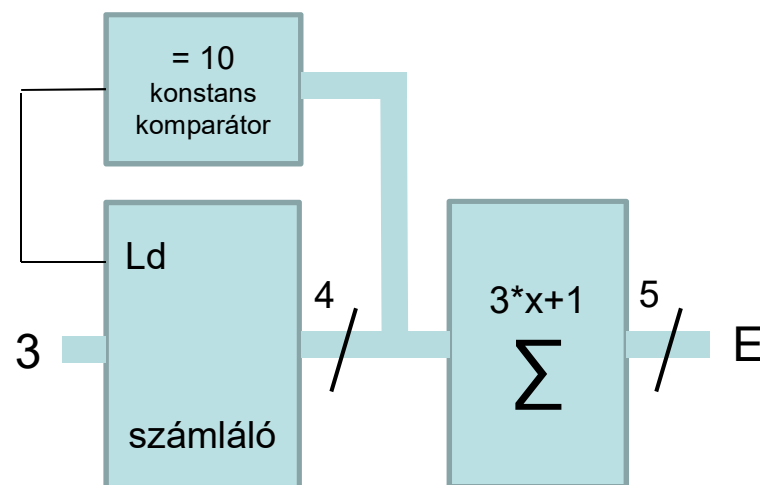
Példa - 5

Készítsünk számlálót, amely a 10,13,16,19,22,25,28,31 értékeken számlál ciklikusan

$$E = 3 \cdot x + 1$$

Blokk vázlat

E	E ₄	E ₃	E ₂	E ₁	E ₀	x
10	0	1	0	1	0	3
13	0	1	1	0	1	4
16	1	0	0	0	0	5
19	1	0	0	1	1	6
22	1	0	1	1	0	7
25	1	1	0	0	1	8
28	1	1	1	0	0	9
31	1	1	1	1	1	10



számlálási tartomány: 3...10

Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	x
0	0	1	1	3
				...
1	0	1	0	10

$$Ld = Q_1 \cdot Q_3$$

Készítsünk számlálót, amely a 10,13,16,19,22,25,28,31 értékeken számlál ciklikusan

$$E = 3 * x + 1$$

$3 * x + 1$ előállítás

x: 4 bites szám

Hány darab, hány bites összeadó kell?

1. ötlet

$$3 * x + 1 = X + X + X + 1$$

4 bites összeadó
az eredmény 5 bites

5 bites összeadó
az eredmény 5 bites

nem kell összeadó
1 hozzáadása ci-vel

1 db 4 bites és 1 db 5 bites összeadó

Példa - 5

Készítsünk számlálót, amely a 10,13,16,19,22,25,28,31 értékeken számlál ciklikusan

$$E = 3 * x + 1$$

$3 * x + 1$ előállítás

x: 4 bites szám

Hány darab, hány bites összeadó kell?

2. ötlet $3*x+1 = 2*X + X + 1$

nincs szükség összeadóra

4 bites összeadó

$2*x$ előállítása

$$\begin{array}{r} x: \quad x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0 \\ 2*x: \quad x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0 \ 0 \end{array}$$

$2*x + x + 1$ előállítása

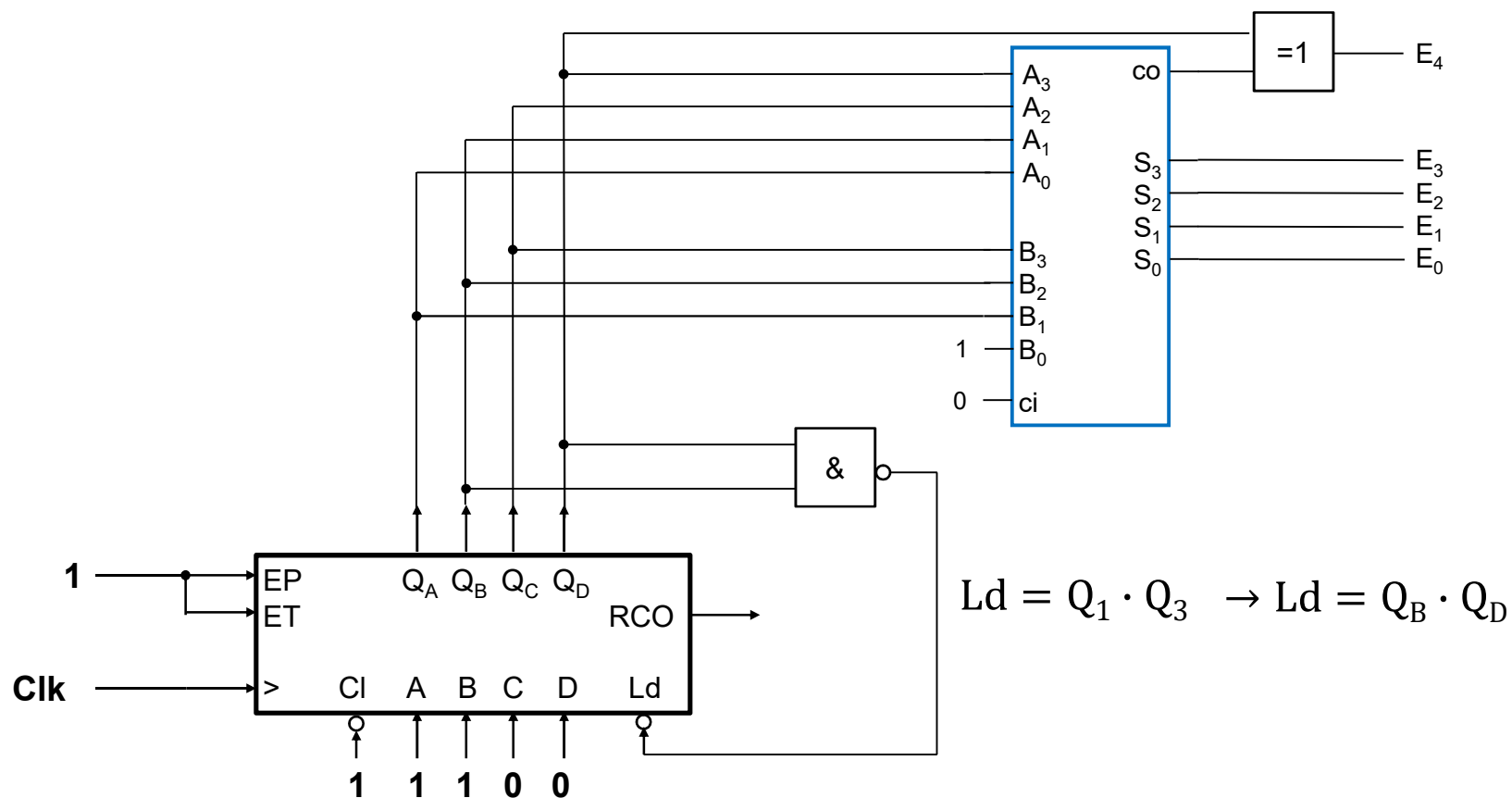
$$\begin{array}{r} x: \quad 0 \ x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0 \\ 2*x: \quad x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0 \ 0 \\ \hline \quad \quad \quad \quad \quad 1 \\ \hline S_3 \ S_2 \ S_1 \ S_0 \ \overline{x_0} \\ ci=x_0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} x: \quad 0 \ x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0 \\ 2*x+1: \quad x_3 \ x_2 \ x_1 \ x_0 \ 1 \\ \hline \quad \quad \quad \quad \quad \uparrow S_3 \ S_2 \ S_1 \ S_0 \\ \quad \quad \quad \quad \quad x_3 \oplus co \quad \quad \quad ci=0 \end{array}$$

$$S = x_3 \oplus co \oplus 0 \text{ (egy bites összeadó)}$$

Példa - 5

Készítsünk számlálót, amely a 10,13,16,19,22,25,28,31 értékeken számlál ciklikusan



Példa - 5

Megvalósítás szimulátorban

