



***Bevezetés, funkcionális elemek***

---

# ***Digitális technika 2.***

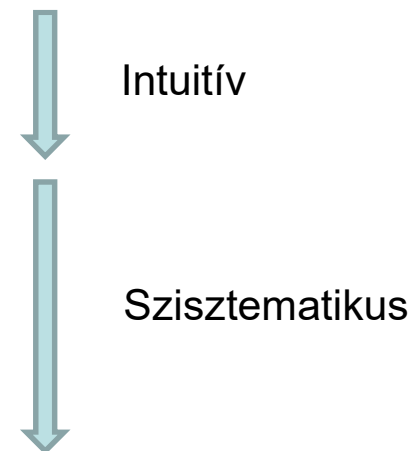
***BMEVIIIAA02***

***előadás***

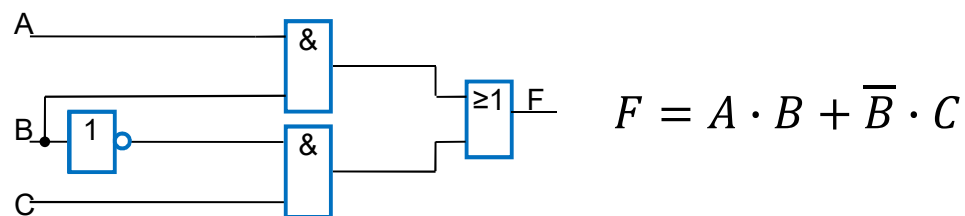
***2020/21 tavaszi félév***

## Tervezés folyamata

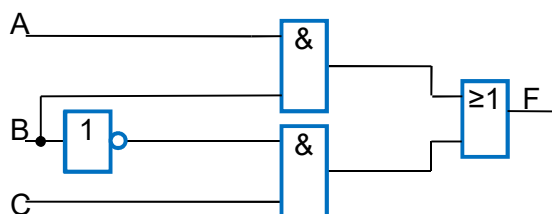
- Informális leírás
- Formalizálás
- Szisztematikus struktúra keresés (optimalizálás)
- Építő elem választás
- Megvalósítás



Elvi logikai rajz



Elvi logikai rajz



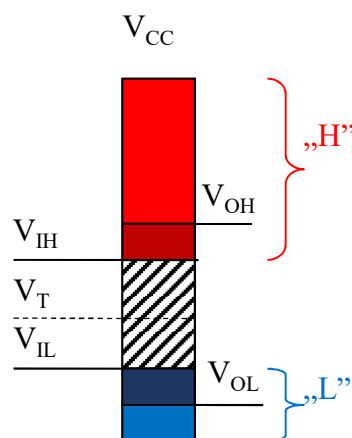
Logikai érték  $\longleftrightarrow$  Fizikai érték

0, 1

??, ??

- Nyomás
- Mágnesezettség
- Fényintenzitás
- Ellenállás
- Áram
- Feszültség

Feszültség logika

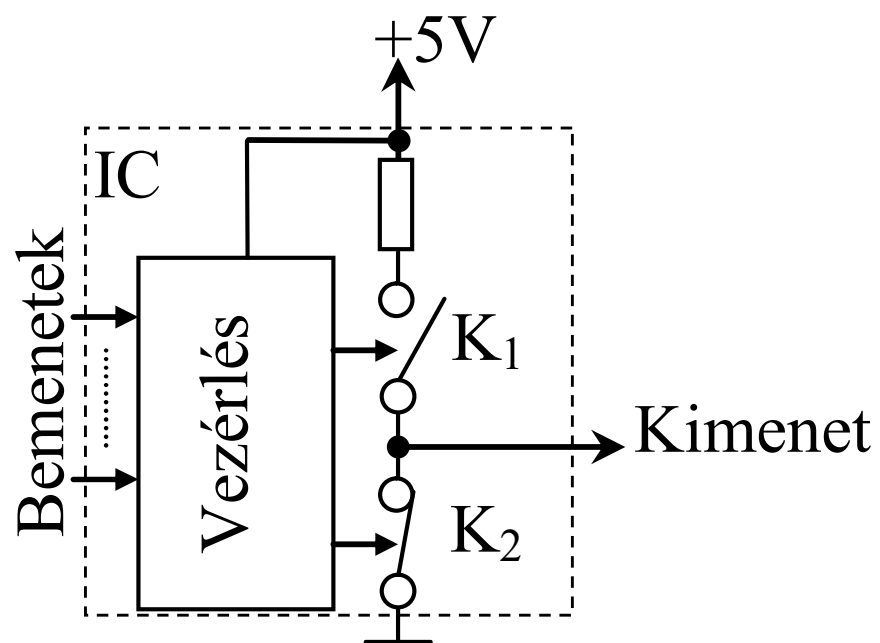


TTL logika

$V_{CC}$	5V
$V_{OH}$	2.4V
$V_{IH}$	2.0V
$V_{IL}$	0.8V
$V_{OL}$	0.4V
$V_T$	1.5V

Logikai érték	Jelölés	Pozitív logika	Negatív logika
igaz	1	H	L
hamis	0	L	H

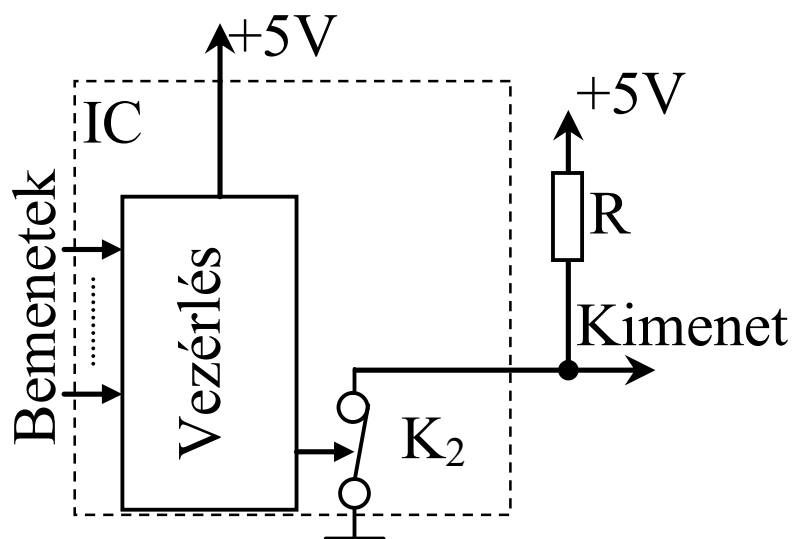
## Totem-pole



L-szint: K1: nyit, K2: zár  
H-szint: K1: zár, K2: nyit

Kimenetek nem köthetők össze

## Open-collector (Nyitott kollektoros)



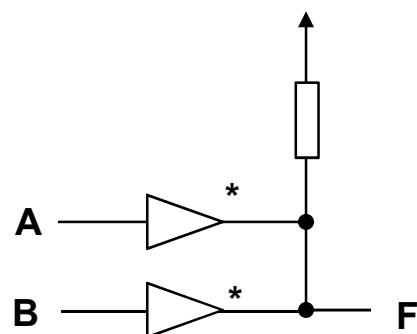
**R:** külső ellenállás

**L-szint:** K2: zár

**H-szint:** K2: nyit

A kimenetek összeköthetők

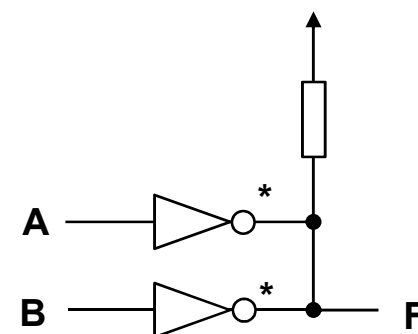
Huzalozott logikai kapcsolat



A	B	F
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

Huzalozott ÉS

$$F = A \cdot B$$

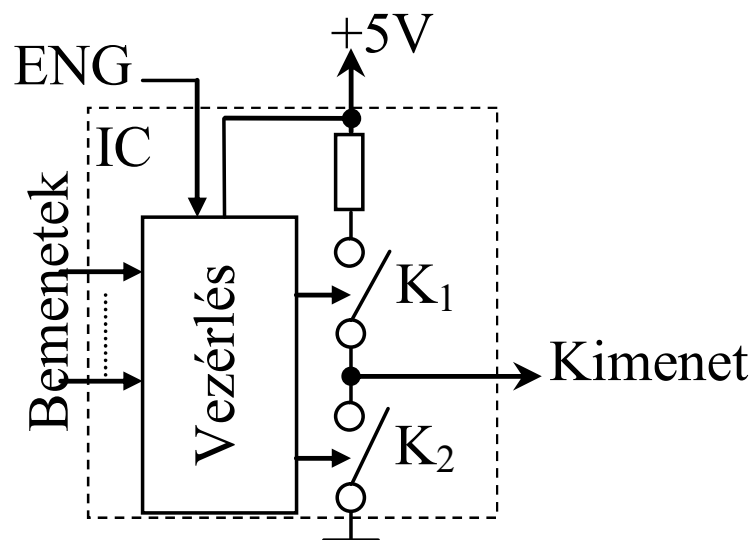


A	B	F
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

Huzalozott NOR

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

## Three-state (Háromállapotú)



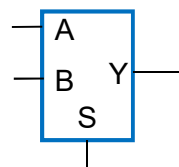
**L-szint:** K1: nyit, K2: zár

**H-szint:** K1: zár, K2: nyit

**3. állapot:** K1 nyit, K2 nyit

A kimenetek összeköthetők, ha egyszerre legfeljebb egy kimenet aktív

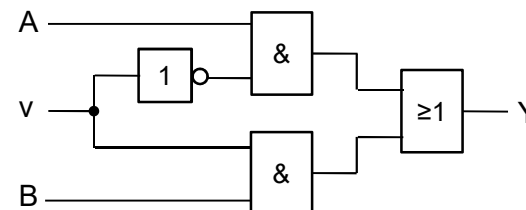
## Multiplexer



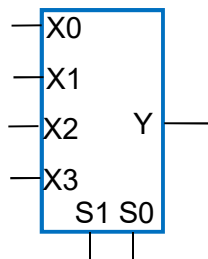
$Y=A$ , ha  $S=0$

$Y=B$ , ha  $S=1$

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



## 4/1 Multiplexer

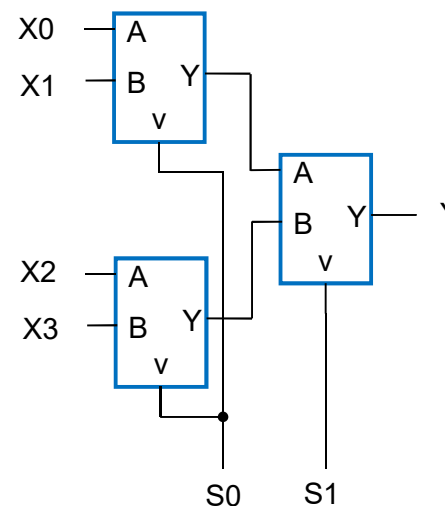


$Y=X0$ , ha  $S1=0$   $S0=0$

$Y=X1$ , ha  $S1=0$   $S0=1$

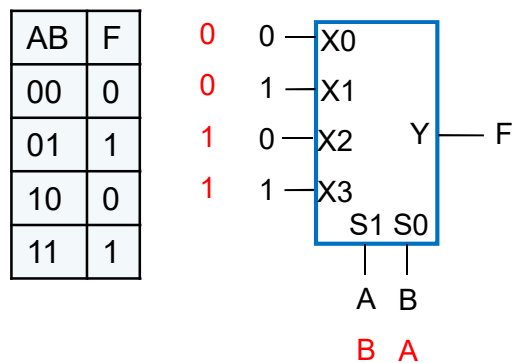
$Y=X2$ , ha  $S1=1$   $S0=0$

$Y=X3$ , ha  $S1=1$   $S0=1$

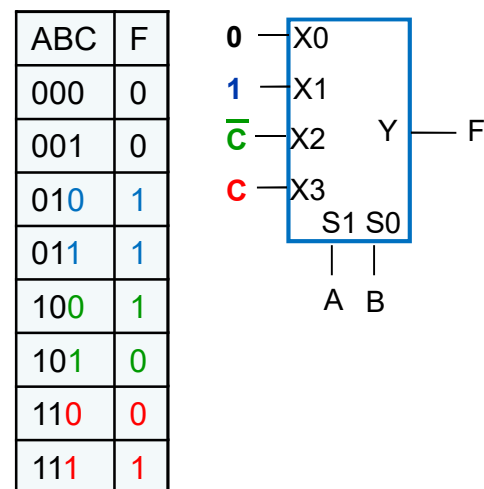


## Multiplexer

2 bemenetű  
kombinációs hálózat  
4/1 Multiplexerrel

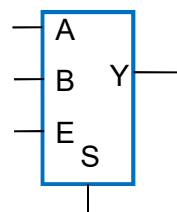


3 bemenetű  
kombinációs hálózat  
4/1 Multiplexerrel





## Multiplexer engedélyező bemenettel

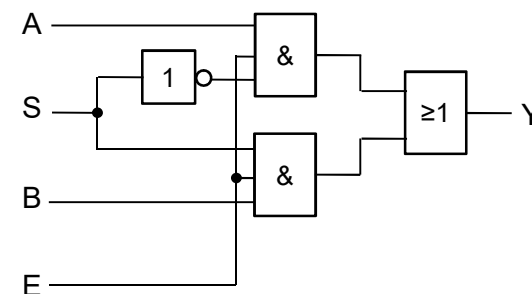


$Y=0$ , ha  $E=0$

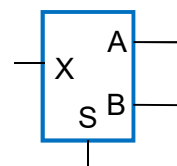
$Y=A$ , ha  $E=1$   $S=0$

$Y=B$ , ha  $E=1$   $S=1$

$$Y = A \cdot \bar{S} \cdot E + B \cdot S \cdot E$$



## Demultiplexer

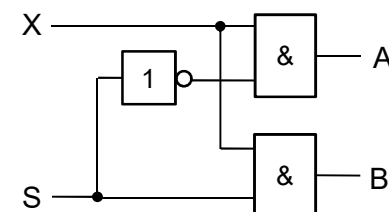


$A=X$ , ha  $S=0$

$B=X$ , ha  $S=1$

$$A = X \cdot \bar{S}$$

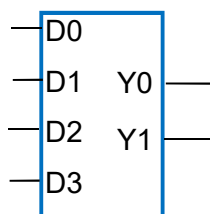
$$B = X \cdot S$$



A nem aktív kimenet 0 értékű

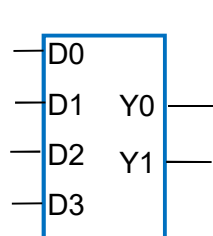
## Enkóder

A kimeneten az aktív bemenet sorszáma látszik



D3	D2	D1	D0	Y1	Y0
1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0

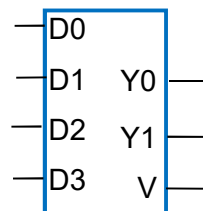
Mi történjen, ha több bemenet aktív?  
→ Prioritás



D3	D2	D1	D0	Y1	Y0
1	x	x	x	1	1
0	1	x	x	1	0
0	0	1	x	0	1
0	0	0	1	0	0

Prioritási sorrend: D3, D2, D1, D0

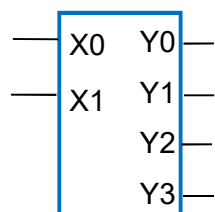
Mi történjen, ha egyik bemenet sem aktív?  
→ „Érvényes” kimenet (V – valid)



D3	D2	D1	D0	Y1	Y0	V
0	0	0	0	0	0	0
1	x	x	x	1	1	1
0	1	x	x	1	0	1
0	0	1	x	0	1	1
0	0	0	1	0	0	1

## Dekóder

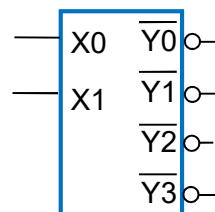
Az a kimenet aktív, amelyik sorszáma a bemeneten van



X1	X0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

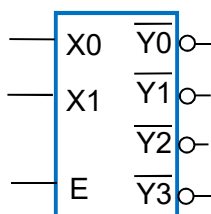
n-ből 1 kód

## Dekóder alacsony aktív kimenettel

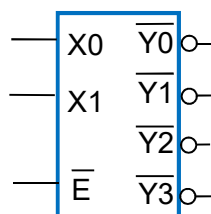


X1	X0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1

## Dekóder / demultiplexer

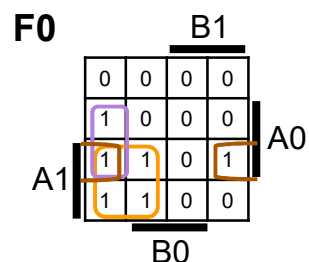
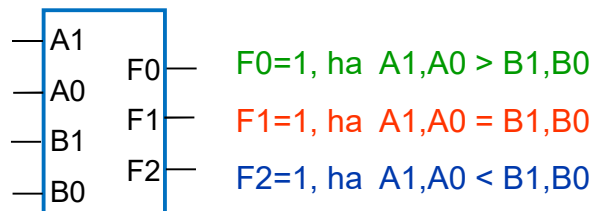


E	X1	X0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	x	x	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1

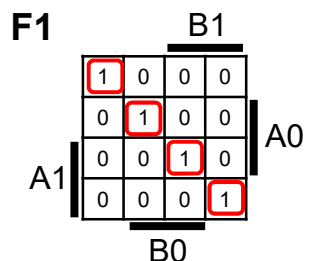


$\overline{E}$	X1	X0	Y3	Y2	Y1	Y0
1	x	x	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	1

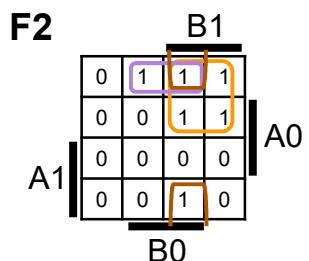
## Komparátor Bináris számok összehasonlítása



$$F0 = A1 \cdot \overline{B1} + A0 \cdot \overline{B1} \cdot \overline{B0} + A1 \cdot A0 \cdot \overline{B0}$$



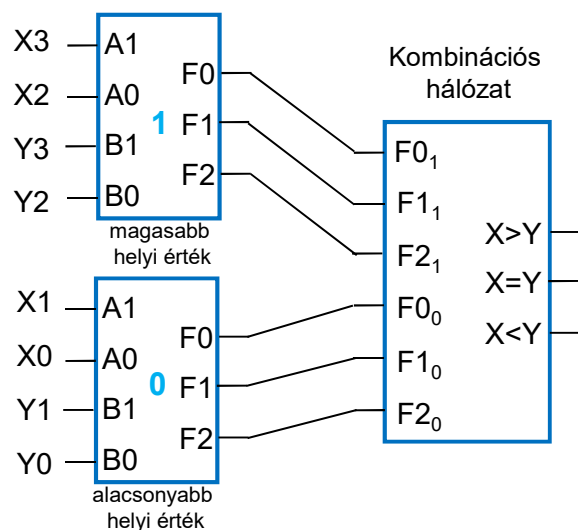
$$F1 = \overline{A1} \cdot \overline{A0} \cdot \overline{B1} \cdot \overline{B0} + \overline{A1} \cdot A0 \cdot \overline{B1} \cdot B0 + A1 \cdot \overline{A0} \cdot B1 \cdot \overline{B0} + A1 \cdot A0 \cdot B1 \cdot B0$$



$$F2 = B1 \cdot \overline{A1} + B0 \cdot \overline{A1} \cdot \overline{A0} + B1 \cdot B0 \cdot \overline{A0}$$

A		B				
A1	A0	B1	B0	F0	F1	F2
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1	0

## Komparátor - kaszkádosítás $X_{3..0} \geq Y_{3..0}$



$$X > Y = F0_1 + F1_1 \cdot F0_0$$

$$X = Y = F1_1 \cdot F1_0$$

$$X < Y = F2_1 + F1_1 \cdot F2_0$$

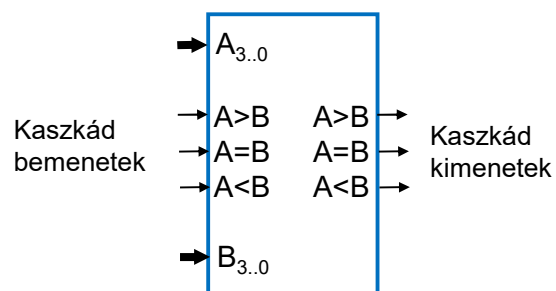
$$21 > 13 \quad 23 > 21$$

$$23 > 23$$

$$\overline{X > Y} \neq X < Y \quad !!!$$

$$\overline{X > Y} = X \leq Y$$

## 4 bites kaszkádósítható komparátor



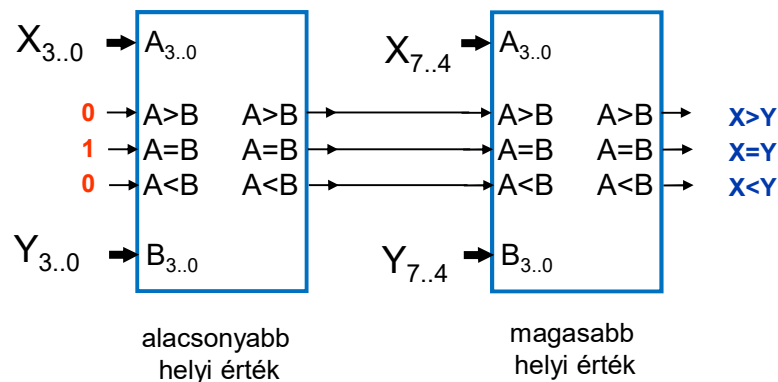
Érvénytelen kombináció  
a kaszkád bemeneteken

A <sub>3..0</sub> ? B <sub>3..0</sub>	Bemenetek			Kimenetek		
	A>B	A=B	A<B	A>B	A=B	A<B
<b>A &gt; B</b>	x	x	x	1	0	0
<b>A &lt; B</b>	x	x	x	0	0	1
<b>A = B</b>	1	0	0	1	0	0
<b>A = B</b>	0	0	1	0	0	1
<b>A = B</b>	0	1	0	0	1	0
<b>A = B</b>	1	1	0	0	1	0
<b>A = B</b>	0	1	1	0	1	0
<b>A = B</b>	1	1	1	0	1	0
<b>A = B</b>	0	0	0	1	0	1
<b>A = B</b>	1	0	1	0	0	0

# Funkcionális elemek

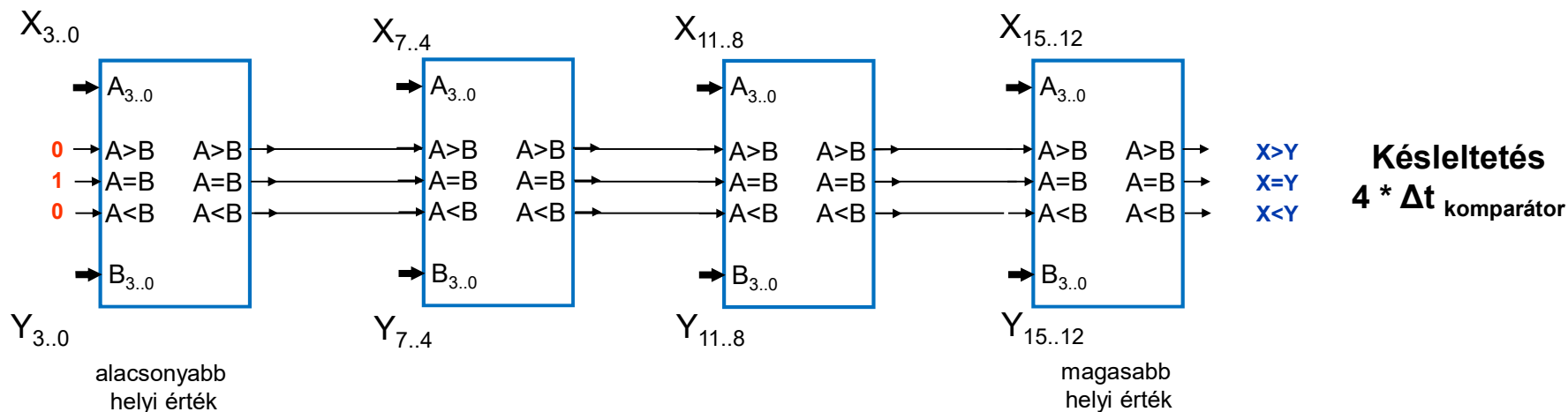
## 8 bites komparátor

$X_{7..0} ? Y_{7..0}$



## 16 bites komparátor – soros kaszkádosítás

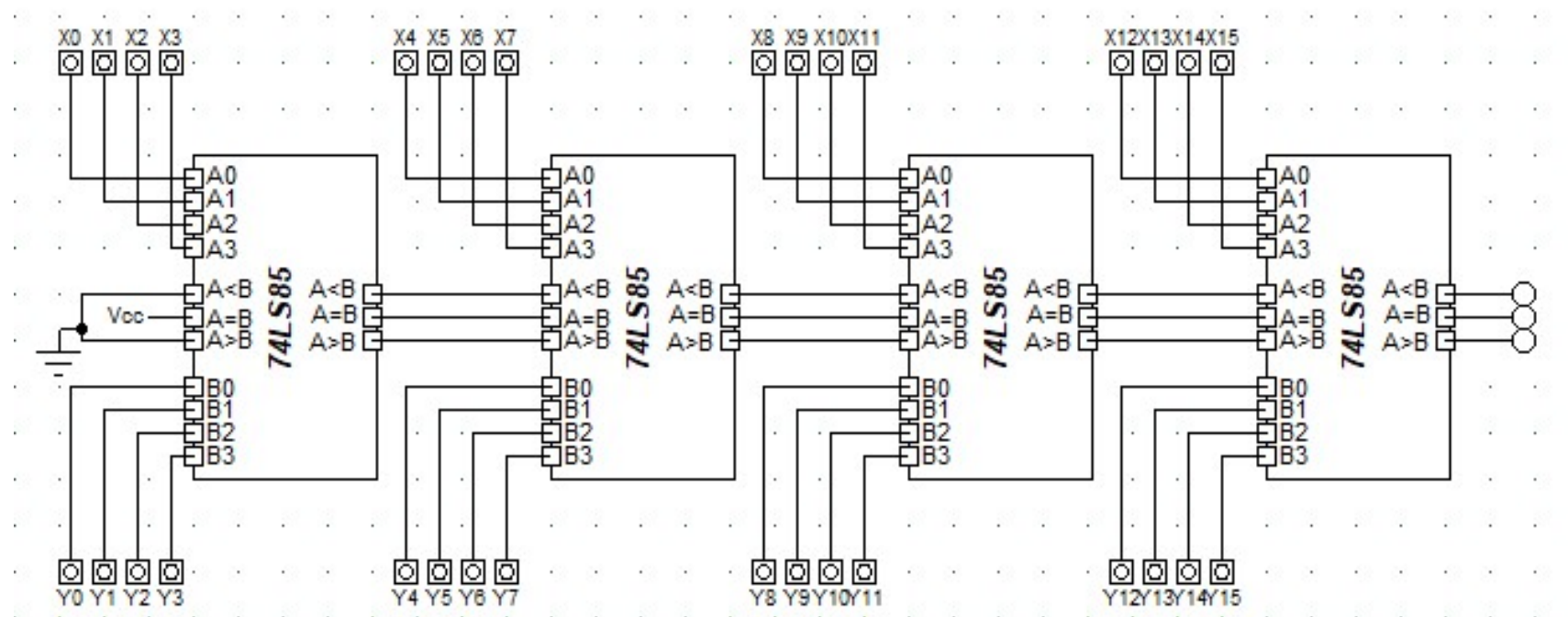
$X_{15..0} ? Y_{15..0}$

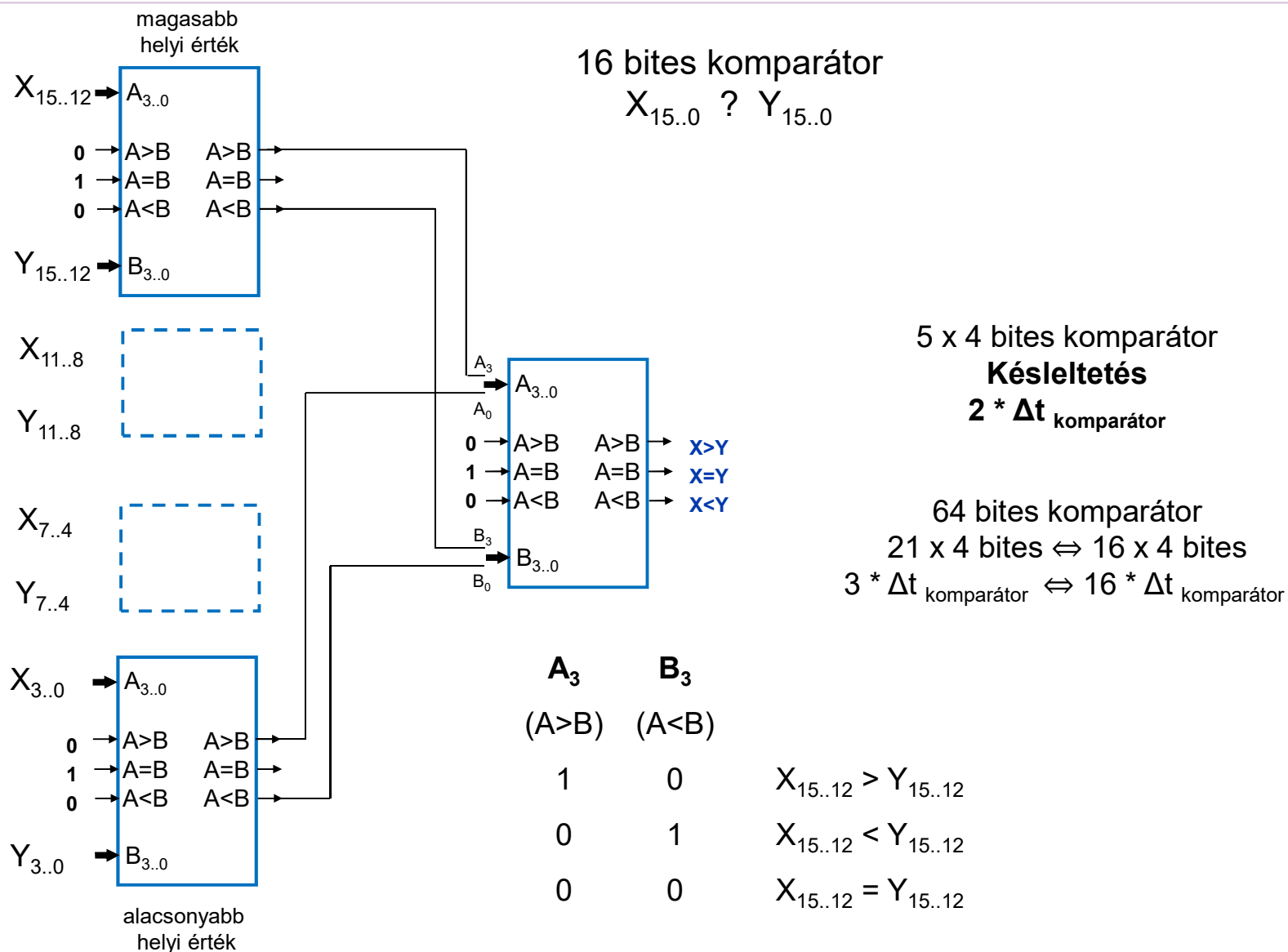


**Késleltetés**  
 $4 * \Delta t$  komparátor

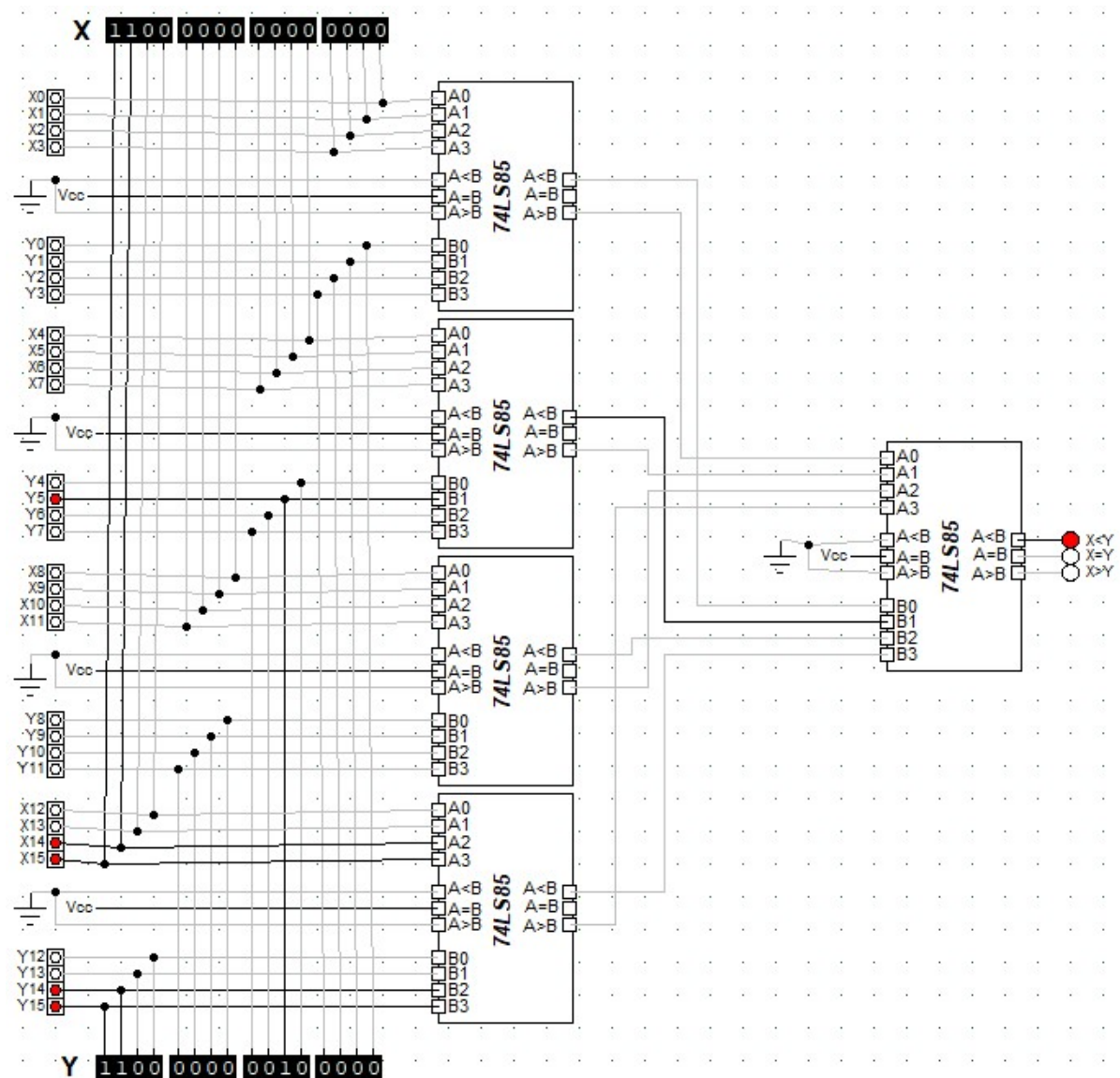


## 16 bites komparátor – soros kaszkádosítás megvalósítása szimulátorban

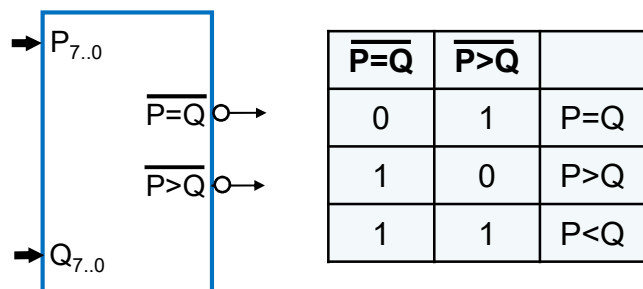




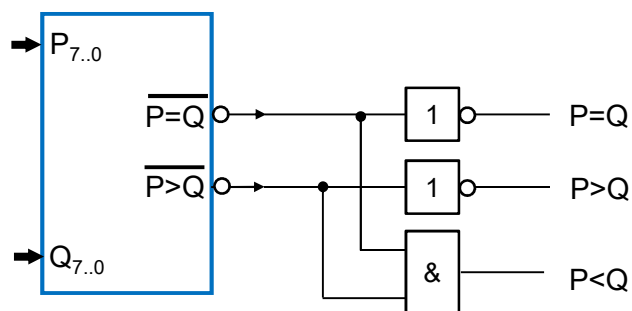
16 bites  
komparátor  
megvalósítása  
szimulátorban



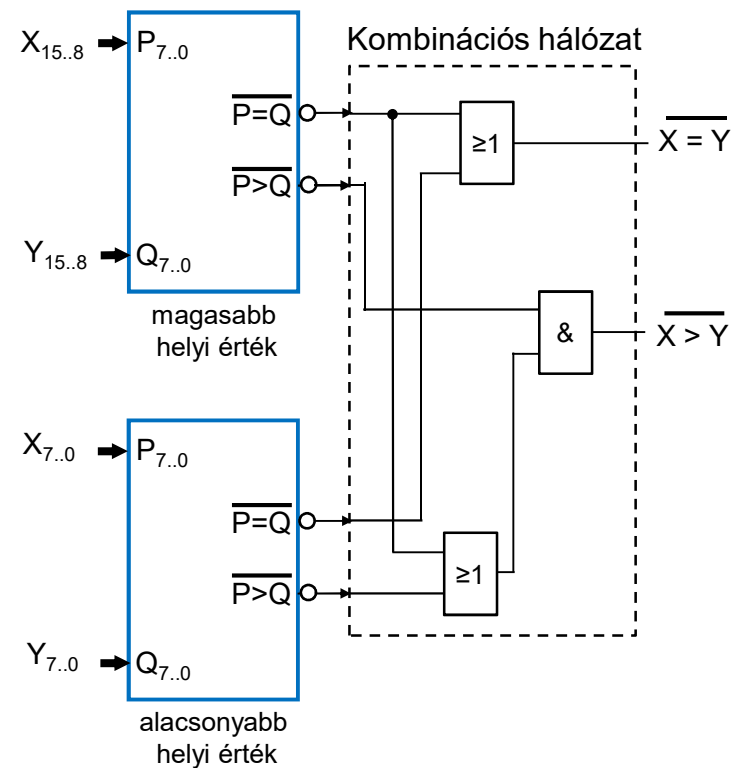
8 bites komparátor



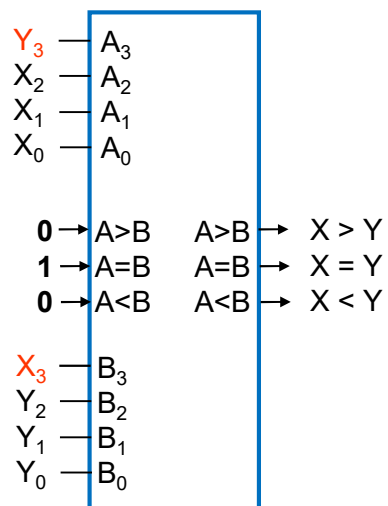
Kimenet n-ből 1 kód



16 bites komparátor  $X_{15..0} \geq Y_{15..0}$



## Kettes komplementes komparálás



4 bites kettes komplementes

$2 < 3$      $0010 < 0011$   
 $-2 > -3$      $1110 > 1101$   
 $-2 < 3$      $1110 > 0011$   
 $2 > -3$      $0010 < 1101$

Azonos előjel esetén a komparálás helyesen működik

Különböző előjel esetén a komparálás eredményét negálni kell

1. Kombinációs hálózat
2. Negáljuk az előjel biteket
3. Megcseréljük az operandusok előjel bitjeit

## Interfész jelölések

