Digitális rendszerek I.

Összeállította Varga László (Wigner Jenő Műszaki Középiskola és Kollégium, Eger) anyaga felhasználásával Dr. Ádám Tihamér

SZÁMRENDSZEREK

Számok felírása a különböző számrendszerekben

Valamely N szám (numerus) az R alapú (radixú) számrendszerben definíciószerűen

$$N_R = \pm \sum_{k=-h}^{n-1} A_k \cdot R^k$$

alakban adható meg. Itt

$$N_{egész} = A_{n-1}R^{n-1} + \ldots + A_1 R + A_0$$

az egész rész, és

$$N_{tört} = A_{n-1}R^{n-1} + \ldots + A_{-h+1}R^{-h+1} + A_{-h}R^{-h}$$

tört rész. Az N szám Az R alapú számrendszerben a következő alakban adható meg:

$$N_R = A_{n-1}\ldots A_1 A_0, A_{-1}\ldots A_{-h-1}A_{-h}(R)$$

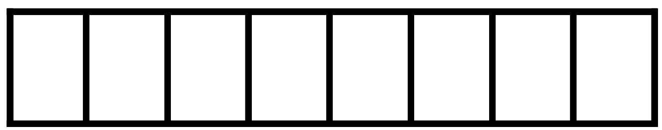
Bináris	Ternális	Kvintális	Oktális	**Decimális**	Duodecimális	**Hexadecimális**
0	0	0	0	**0**	0	**0**
1	1	1	1	**1**	1	**1**
10	2	2	2	**2**	2	**2**
11	10	3	3	**3**	3	**3**
100	11	4	4	**4**	4	**4**
101	12	10	5	**5**	5	**5**
110	20	11	6	**6**	6	**6**
111	21	12	7	**7**	7	**7**
1000	22	13	10	**8**	8	**8**
1001	100	14	11	**9**	9	**9**
1010	101	20	12	**10**	a	**a**
1011	102	21	13	**11**	b	**b**
1100	110	22	14	**12**	10	**c**
1101	111	23	15	**13**	11	**d**
1110	112	24	16	**14**	12	**e**
1111	120	25	17	**15**	13	**f**
10000	121	26	20	**16**	14	**10**

Bináris számok ábrázolása

Nagyságrend ábrázolása

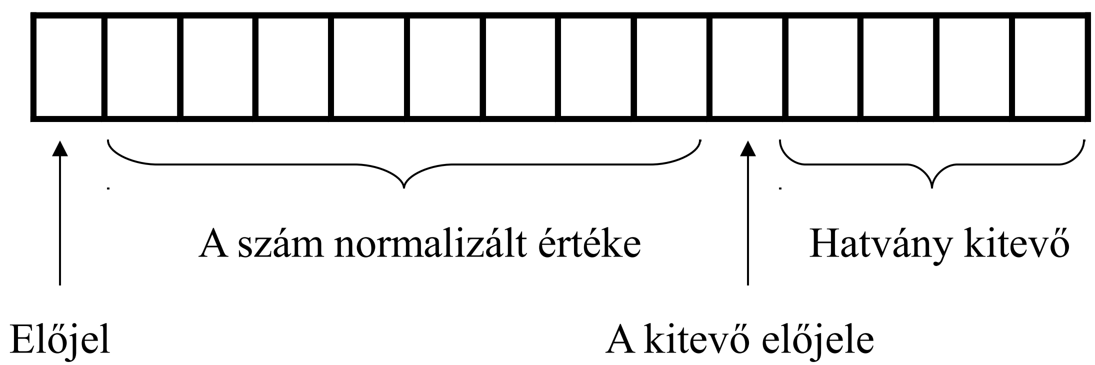
–Fixpontos számábrázolás

A tizedesvessző rögzített helyen (rendszerint az első értékes jegy előtt) van



–Lebegőpontos számábrázolás

A számok normalizált, féllogaritmus alakban vannak



Előjel ábrázolása

–„Előjelnagyság" ábrázolása

Az első biten az előjelet, a többin az abszolútértéket ábrázoljuk

Pl.: $+91_{10}=01011011_2$

$-91_{10}=11011011_2$

–Egyes komplemens ábrázolás

Az első biten az előjelet, a többin az abszolútérték komplemensét ábrázoljuk

Pl.: $+91_{10}=01011011_2$

$-91_{10}=11011011_2$

–Kettes komplemens ábrázolás

Egyes komplemens plussz egy

Pl.: $+91_{10}=01011011_2$

$-91_{10}=11011011_2$

KÓDRENDSZEREK

- **Kódolási alapfogalmak**

Kód:

Két szimbólumhalmaz egyértelmű egymáshoz rendelése

Kódolás:

Az egymáshoz rendelési művelet meghatározott szempontok szerinti végrehajtása

Dekódolás:

A kódolás ellentétes művelete,-visszatérés a kiinduló halmazra-

Jelkészlet:

Azon jelek összessége, melyeket meghatározott szabályok szerint a kódolási művelet során a kódszó alkotására felhasználtunk

Kódszó:

A jelkészlet elemeiből meghatározott szabályok szerint képzett értelmes üzenetet jelentő egybefüggő szimbólumsorozat

Kódolási alapfogalmak

Kódszó készlet:

Azon kódszavak összessége melyek az adott rendszeren belül kódolásra felhasználhatók

Tiltott kódszavak:

Olyan kódszavak, melyek nem elemei a kódszókészletnek

Egységnyi azaz 1 bit információt hordoz az az üzenet, mely két szimbólumból álló jelkészlettel rendelkezik, és ezen szimbólumok bekövetkezési valószínűsége egyenlő.

Az információ N egyelő valószínűségű szimbólum esetén

H= ld N [bit/szimbólum]

Kódolási alapfogalmak

Redundancia:

Ki nem használt információmennyiség

$$R=H_{max}-H \text{ [bit/szimbólum]}$$

$$R_{rel}=\frac{H_{max}-H}{H_{max}}$$

Két kódszó HAMMING távolsága (D):

Hány kódelemet kell az ellenkezőjére változtatni hogy a másik kódszót kapjuk

Egy kód HAMMING távolsága:

A kódszó készletelemei közötti legkisebb Hamming távolság

Numerikus információ kódolása

- **Bináris kód**

  A bináris számrendszer szabályai szerint, bináris számjegyekkel és bináris helyiértékekkel képezzük le

  Pl.: **163→10100011**

- **BCD kódok**

  A tíz darab decimális számjegyhez 4-5 esetleg több bitből álló kódszavakat rendelünk, majd a tízes számrendszerszabályai szerint írjuk le

  Pl.: **163 →** $\underbrace{0001}_{1}\underbrace{0110}_{6}\underbrace{0011}_{3}$

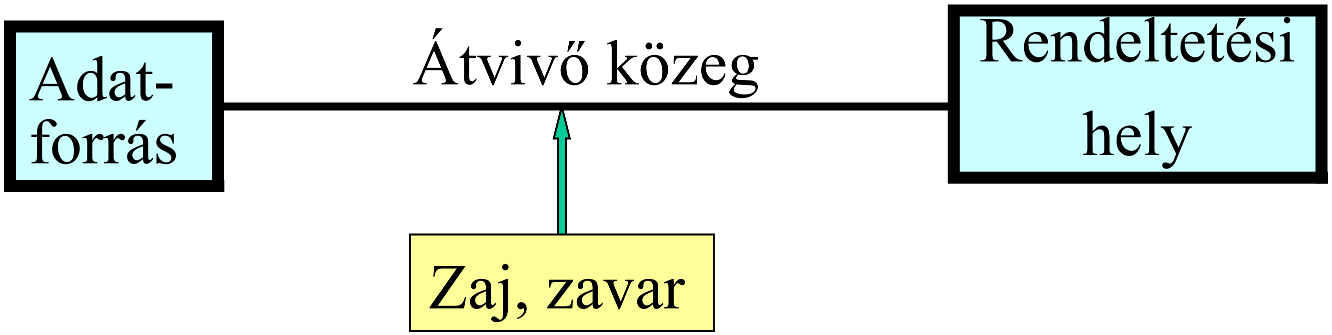
Alfanumerikus információ kódolása

- **5 bites telex kód**
- **ASCII kód**

A leggyakoribb négy bites BCD kódok

	8421	Stibitz	Aiken	Gray
0	0 0 0 0	0 0 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0
1	0 0 0 1	0 1 0 0	0 0 0 1	0 0 0 1
2	0 0 1 0	0 1 0 1	0 0 1 0	0 0 1 1
3	0 0 1 1	0 1 1 0	0 0 1 1	0 0 1 0
4	0 1 0 0	0 1 1 1	0 1 0 0	0 1 1 0
5	0 1 0 1	1 0 0 0	1 0 1 1	0 1 1 1
6	0 1 1 0	1 0 0 1	1 1 0 0	0 1 0 1
7	0 1 1 1	1 0 1 0	1 1 0 1	0 1 0 0
8	1 0 0 0	1 0 1 1	1 1 1 0	1 1 0 0
9	1 0 0 1	1 1 0 0	1 1 1 1	1 1 0 1

Kódok hibavédelmi képessége



Hiba felismerés feltétele:

$$D \geq 2$$

Hiba javítás feltétele:

$$D \geq 3$$

Általánosságban

$$2^k \geq m + k - 1$$

m információs bithez **k** ellenőrző bit szükséges

HIBAFELISMERŐ ÉS HIBAJAVÍTÓ KÓDOK

Legegyszerűbb hibafelismerési eljárás:

paritásbit átvitele

- **páros paritás**
- **páratlan paritás**

Hibajavítás:

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
	0	0	8	0	4	2	1
6	X	X	0	X	1	1	0

1 1 0 0 1 1 0 **hibátlan kódszó (6)**

1 1 1 0 1 1 0 **hibás kódszó (3. Bit)**

A3	A5	A7
0	1	0

→ **A1=1**

A3	A6	A7
0	1	0

→ **A2=1**

A5	A6	A7
1	1	0

→ **A4=0**

A1	A3	A5	A7
1	1	1	0

→ **E0=1**

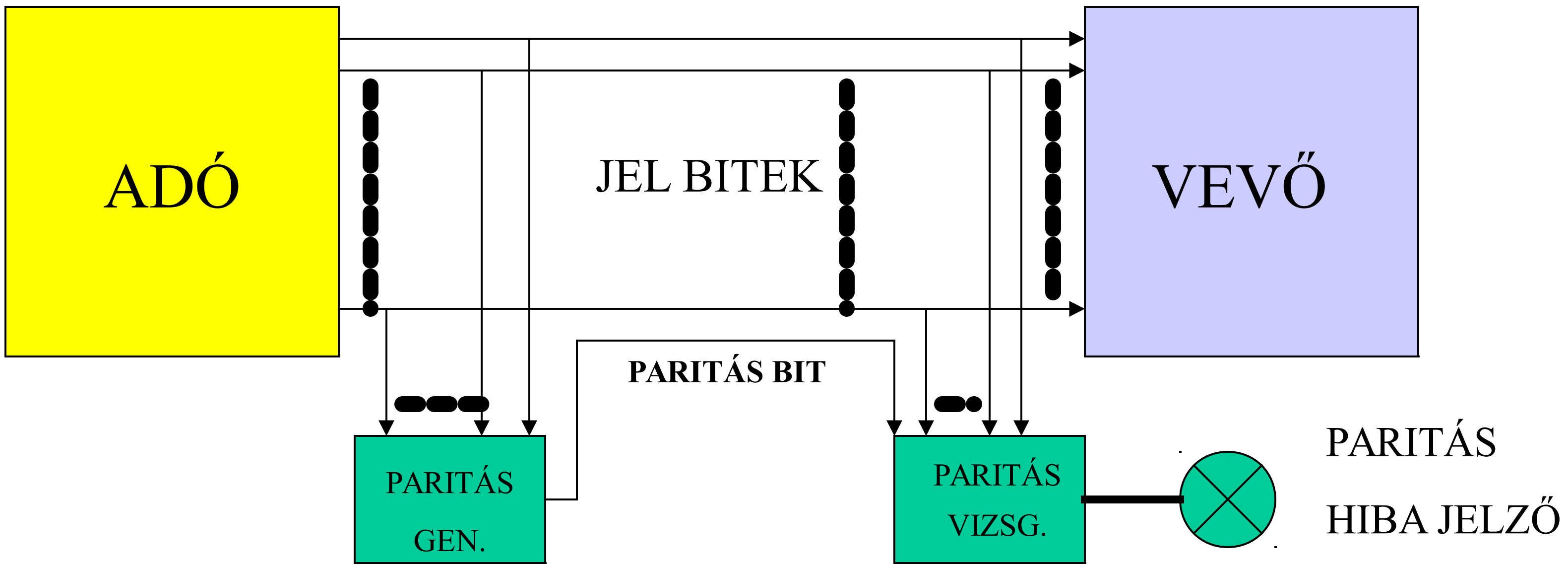
A2	A3	A6	A7
1	1	1	0

→ **E1=1**

A4	A5	A6	A7
0	1	1	0

→ **E2=0**

E2	E1	E0	
0	1	1	=3



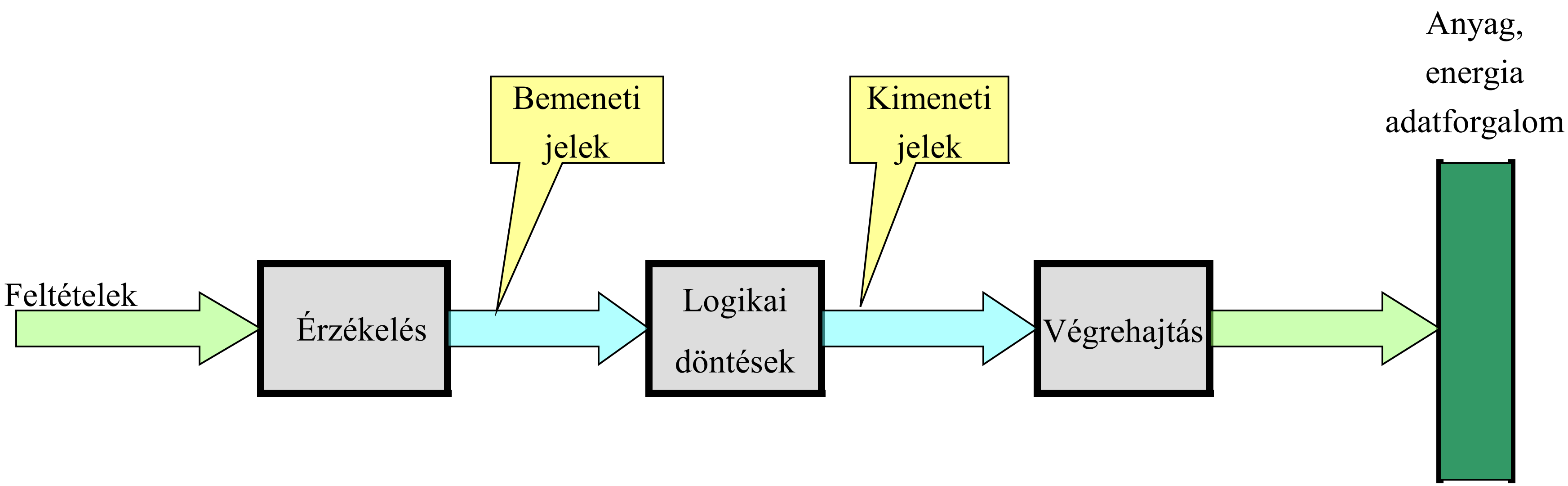
A hibajavítást blokkrendszerű adatátvitel esetén SOR és OSZLOP paritás ellenőrzésével is elvégezhetjük.

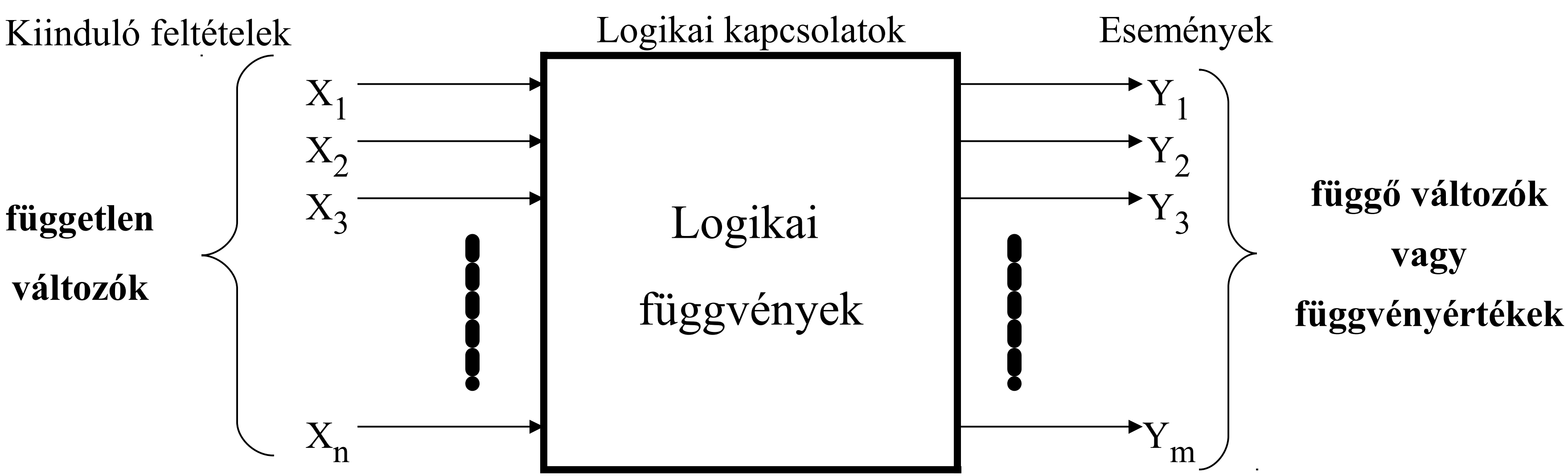
Ily módon egyetlen hiba a hibás sor és oszlop metszéspontjában van, így a hiba értékcserével javítható

2. ELŐADÁS

LOGIKAI VÁLLTOZÓK ÉS MŰVELETEK

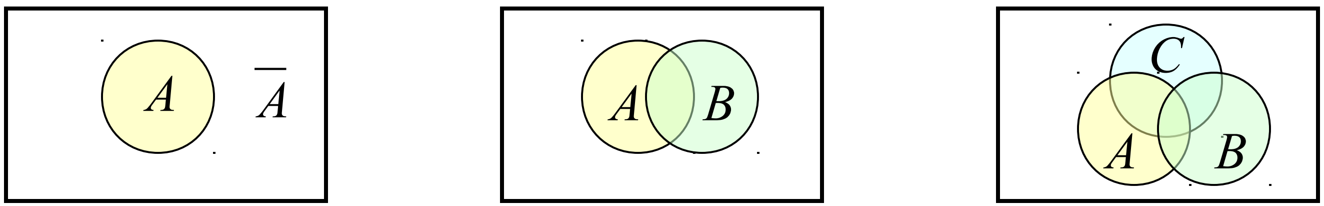
- **LOGIKAI VÁLTOZÓK ÉS SZEMLÉLTETÉSÜK**
- **LOGIKAI MŰVELETEK**
- **LOGIKAI MŰVELETEK TULAJDONSÁGAI**
- **BOOLE ALGEBRA AZONOSSÁGAI**


Anyag,
energia
adatforgalom
Bemeneti
jelek
Kimeneti
jelek
Feltételek
Érzékelés
Logikai
döntések
Végrehajtás

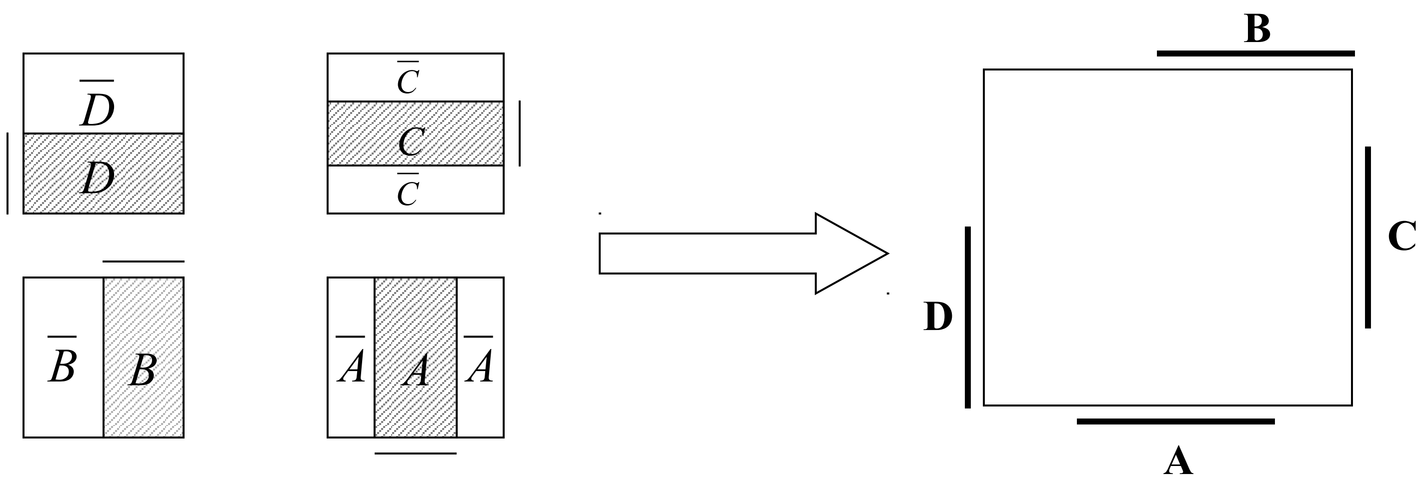

Kiinduló feltételek
Logikai kapcsolatok
Események
független
változók
X1
X2
X3
Xn
Logikai
függvények
Y1
Y2
Y3
Ym
függő változók
vagy
függvényértékek

LOGIKAI VÁLTOZÓK SZEMLÉLTETÉSE

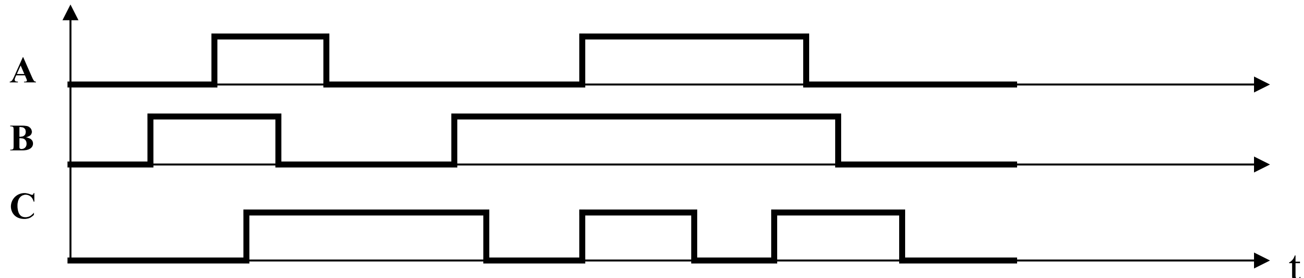
- **VENN diagram:**



- **Veits diagram:**



- **Idődiagram**



Logikai függvény

kombinációs hálózat

a bemeneti változók pillanatértéke egyértelmüen meghatározza a kimeneti változók értékét

szekvenciális hálózat

a kimeneti változók értékét a bemeneti változok és a belsõ állapotok határozzák meg

$$Y_1 = F_1(X_1, X_2, X_3, \ldots X_n)$$
$$Y_2 = F_2(X_1, X_2, X_3, \ldots X_n)$$
$$Y_3 = F_3(X_1, X_2, X_3, \ldots X_n)$$
$$\vdots \qquad \vdots$$
$$Y_m = F_m(X_1, X_2, X_3, \ldots X_n)$$

Az „n” bemenetű „m” kimenetű kombinációs hálózatot „m” darab „n” változós függvénnyel lehet leírni

$$\mathbf{X} = \{X_1, X_2, X_3, \ldots X_n\}$$

Bemeneti változók vektora

$$\mathbf{Y} = \{Y_1, Y_2, Y_3, \ldots Y_m\}$$

Kimeneti változók vektora

$$\mathbf{Y} = \mathbf{F_K}(\mathbf{X})$$

LOGIKAI MŰVELETEK

- **Negáció** $\overline{A}$

A	F
0	1
1	0

- **ÉS (AND)** $A*B$

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- **NEM-ÉS (NAND)** $\overline{A*B}$

SHEFFER

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- **VAGY (OR)** $A+B$

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- **NEM-VAGY (NOR)** $\overline{A+B}$

PEIRCE

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

- **EKVIVALENCIA**

$$A \otimes B = \overline{A} * \overline{B} + A * B$$

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- **ANTIVALENCIA**

$$A \oplus B = \overline{A} * B + A * \overline{B}$$

KIZÁRÓ VAGY

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A LOGIKAI (BOOLE) MŰVELETEK TULAJDONSÁGAI

I. Kommutativitás: A*B=B*A

A+B=B+A

II. Asszociativitás: (A*B)*C=A*(B*C)=A*B*C

(A+B)+C=A+(B+C)=A+B+C

III. Disztributivitás A*(B+C)=A*B+A*C

A+(B*C)=(A+B)*(A+C)

IV. EGYSÉG- és NULLA-elem létezése: A*1=A

A+0=A

V. KOMPLEMENS-elem létezése: A*Ă=0

A+Ă=1

VI. Abszorpciós tulajdonság: A(B+A)=A

A+B*A=A

A BOOLE ALGEBRA AZONOSSÁGAI

X+0=X X*1=X	(X+Y)+Z=X+(Y+Z)=X+Y+Z (X*Y)*Z=X*(Y*Z)=X*Y*Z
X+1=1 X*0=0	X*Y+X*Z=X*(Y+Z) (X+Y)*(X+Z)=X+(Y*Z)
X+X=X X*X=X	$\overline{X+Y+Z+\ldots}=\overline{X}*\overline{Y}*\overline{Z}*\ldots$ $\overline{X*Y*Z*\ldots}=\overline{X}+\overline{Y}+\overline{Z}+\ldots$
$X+\overline{X}=1$ $X*\overline{X}=0$	$X*\left(\overline{X}+Y\right)=X*Y$ $X+\overline{X}*Y=X+Y$
X+Y=Y+X X*Y=Y*X	$(X+Y)*(\overline{X}+Z)*(Y+Z)=(X+Y)*(\overline{X}+Z)$ $X*Y+\overline{X}*Z+Y*Z=X*Y+\overline{X}*Z$
$\left(\overline{X}\right)=\overline{X}$ $\left(\overline{\overline{X}}\right)=X$	$(X+Y)*(\overline{X}+Z)=X*Z+\overline{X}*Y$

3. ELŐADÁS

LOGIKAI KAPCSOLATOK LEÍRÁSA

- **LOGIKAI FÜGGVÉNYKAPCSOLATOK MEGADÁSI MÓDJAI**
  - **szöveges**
  - **igazságtáblázatos**
  - **algebrai**
  - **grafikus**
- **LOGIKAI FÜGGVÉNYEK SZABÁLYOS ALAKJAI**
- **A DISZJUNKTÍV ÉS A KONJUNKTÍV ALAK KAPCSOLATA**

LOGIKAI KAPCSOLATOK MEGADÁSI MÓDJAI

•**<u>Szöveges leírás:</u>**

Pl.: Négy résztvevős szavazógép a többségi elv alapján működik.

Szavazat egyenlőség esetén az elnök szavazata dönt.

•**<u>Táblázatos megadás:</u>**

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

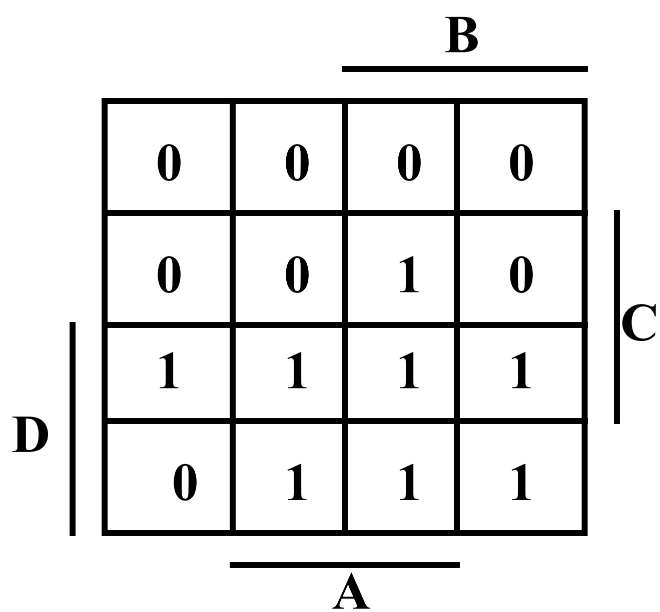
Ahol **A**, **B**, **C**, a tagok, **D** az elnök szavazata

LOGIKAI KAPCSOLATOK MEGADÁSI MÓDJAI

- **<u>Algebrai leírás:</u>**

$$F^4(D,C,B,A)=\overline{D}CBA+D\overline{C}\,\overline{B}A+D\overline{C}B\overline{A}+D\overline{C}BA+DC\overline{B}\,\overline{A}+DC\overline{B}A+DCB\overline{A}+DCBA$$

- **<u>Grafikus megadás:</u>**



LOGIKAI FÜGGVÉNYEK SZABÁLYOS ALAKJAI

minterm: A változók olyan **ÉS** kapcsolata, amelyben minden változó - ponált vagy negált - alakban egyszer és csakis egyszer szerepel

$\boxed{m_i^n}$ Ahol **n** a független változók száma, **i** a term sorszáma

maxterm: A változók olyan **VAGY** kapcsolata, amelyben minden változó - ponált vagy negált - alakban egyszer és csakis egyszer szerepel

$\boxed{M_i^n}$ Ahol **n** a független változók száma, **i** a term sorszáma

$$M_i^n = \overline{m_{2^n - i - 1}^n} \qquad \text{illetve} \qquad m_i^n = \overline{M_{2^n - i - 1}^n}$$

diszjunktív szabályos (kanonikus) alak:

A mintermek **VAGY** kapcsolata

$$F^4(D,C,B,A) = \overline{D}CBA + D\overline{C}\overline{B}A + D\overline{C}B\overline{A} + D\overline{C}BA + DC\overline{B}\overline{A} + DC\overline{B}A + DCB\overline{A} + DCBA$$

$$0111 + 1001 + 1010 + 1011 + 1100 + 1101 + 1110 + 1111$$

$$F^4(D,C,B,A) = m_7^4 + m_9^4 + m_{10}^4 + m_{11}^4 + m_{12}^4 + m_{13}^4 + m_{14}^4 + m_{15}^4$$

$$F^4(D,C,B,A) = \sum{}^4(7,9,10,11,12,13,14,15)$$ Sorszámos alakban

konjunktív szabályos (kanonikus) alak:

A maxtermek **ÉS** kapcsolata

$$F^4(D,C,B,A) = (\overline{D}+C+B+A)(D+\overline{C}+\overline{B}+A)(D+\overline{C}+B+\overline{A})(D+\overline{C}+B+A)(D+C+\overline{B}+\overline{A})(D+C+\overline{B}+A)(D+C+B+\overline{A})(D+C+B+A)$$

$$F^4(D,C,B,A) = M_7^4 + M_9^4 + M_{10}^4 + M_{11}^4 + M_{12}^4 + M_{13}^4 + M_{14}^4 + M_{15}^4$$

$$F^4(D,C,B,A) = \prod{}^4(7,9,10,11,12,13,14,15)$$ Sorszámos alakban

A DISZJUNKTÍV ÉS A KONJUNKTÍV ALAK KAPCSOLATA

$$F^4 = m_7^4 + m_9^4 + m_{10}^4 + m_{11}^4 + m_{12}^4 + m_{13}^4 + m_{14}^4 + m_{15}^4$$

$$\overline{F}^4 = m_0^4 + m_1^4 + m_2^4 + m_3^4 + m_4^4 + m_5^4 + m_6^4 + m_8^4$$

$m_i^n = \overline{M^n_{2^n-i-1}}$ felhasználásával

$$\overline{F^4} = \overline{M^4_{15}} + \overline{M^4_{14}} + \overline{M^4_{13}} + \overline{M^4_{12}} + \overline{M^4_{11}} + \overline{M^4_{10}} + \overline{M^4_{9}} + \overline{M^4_{7}}$$

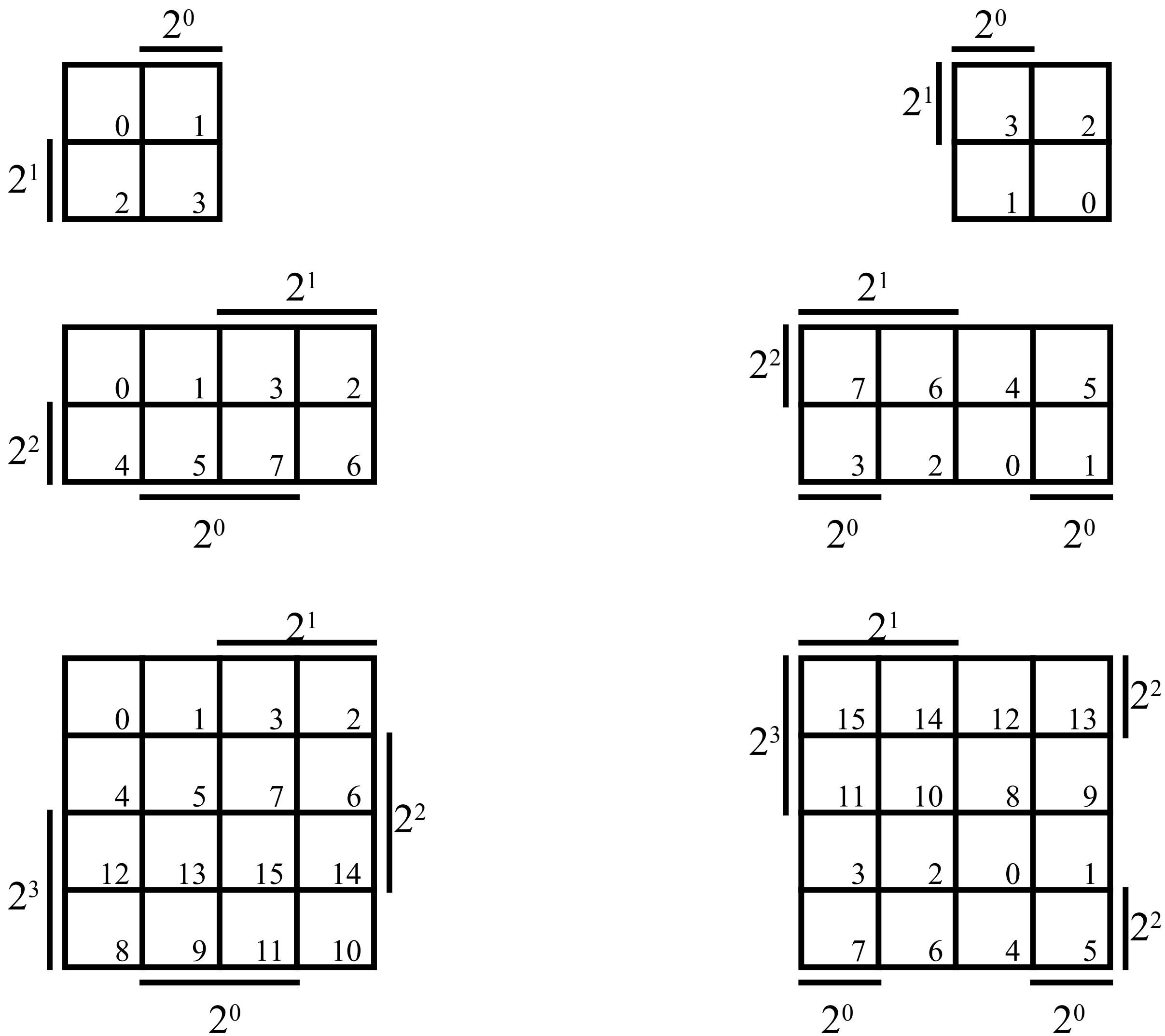
$$\overline{\overline{F^4}} = \overline{\overline{M^4_{15}} + \overline{M^4_{14}} + \overline{M^4_{13}} + \overline{M^4_{12}} + \overline{M^4_{11}} + \overline{M^4_{10}} + \overline{M^4_{9}} + \overline{M^4_{7}}}$$

$\overline{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots} = \overline{X_1} * \overline{X_2} * \overline{X_3} * \ldots$ és $\overline{\overline{x}} = X$ felhasználásával

$$F^4 = \overline{\overline{M^4_{15}}} * \overline{\overline{M^4_{14}}} * \overline{\overline{M^4_{13}}} * \overline{\overline{M^4_{12}}} * \overline{\overline{M^4_{11}}} * \overline{\overline{M^4_{10}}} * \overline{\overline{M^4_{9}}} * \overline{\overline{M^4_{7}}}$$

$$F^4 = M^4_{15} * M^4_{14} * M^4_{13} * M^4_{12} * M^4_{11} * M^4_{10} * M^4_{9} * M^4_{7}$$

2, 3 és négyváltozós min- és maxterm táblák



4. ELŐADÁS

LOGIKAI FÜGGVÉNYEK EGYSZERŰSÍTÉSE

- **TERM ÖSSZEVONÁSI LEHETŐSÉGEK**
- **A GRAFIKUS MINIMALIZÁLÁS LÉPÉSEI**

LOGIKAI FÜGGVÉNYEK EGYSZERŰSÍTÉSE

- **<u>A BOOLE algebra azonosságainak felhasználásával:</u>**

$$DCBA + \overline{D}CBA + DCB\overline{A} = DCBA + DCBA + \overline{D}CBA + DCB\overline{A} =$$

$$(DCBA + \overline{D}CBA) + (DCBA + DCB\overline{A}) = CBA\underbrace{(D + \overline{D})}_{1} + DCB\underbrace{(A + \overline{A})}_{1} =$$

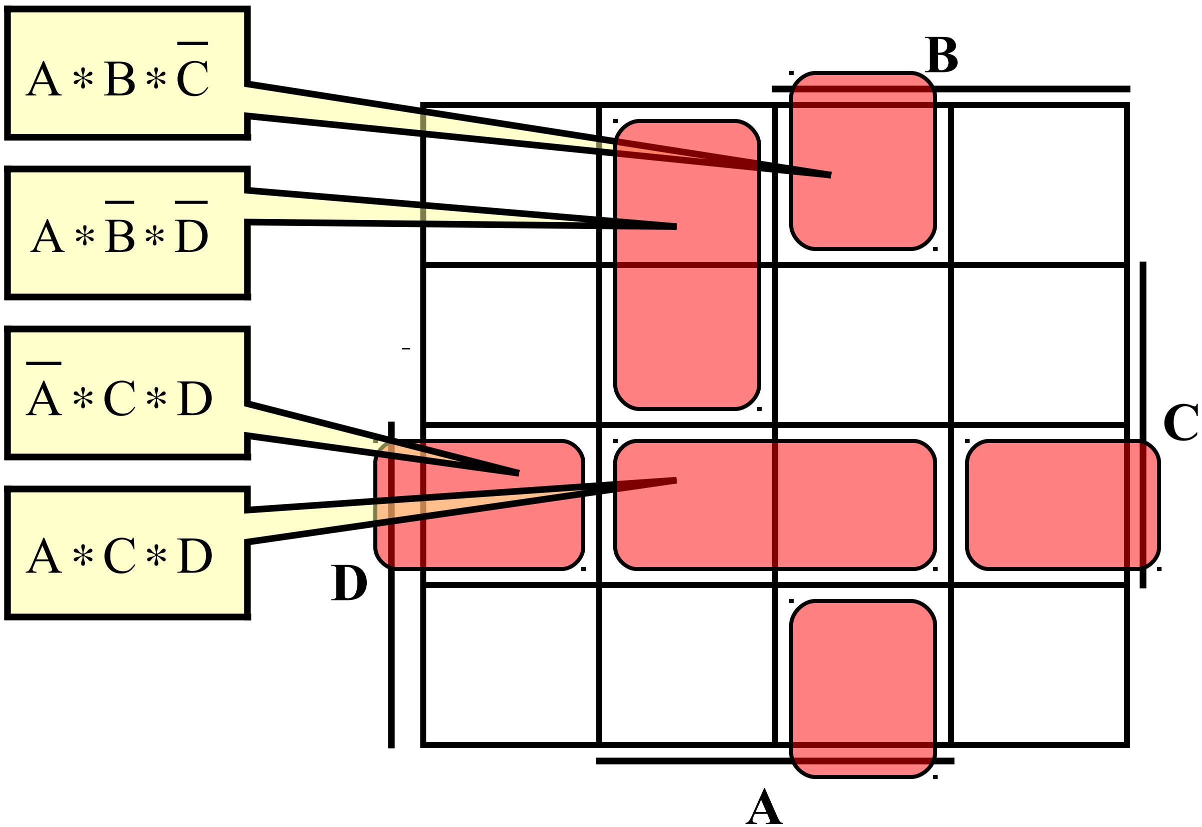
$$CBA(1) + DCB(1) = CBA + DCB$$

Az összevonás feltétele, hogy a két term csak egyetlen változóban különbözhet egymástól. A kérdéses változó az egyik temben ponált, a másik termben negált állapotban kell hogy szerepeljen

- **<u>Szisztematikus eljárással:</u>**
    - **Grafikus minimalizálás (**Veitch-Karnaugh táblával)
    - **Numerikus minimalizálás** (Quine-Mc Cluskey-féle eljárás)

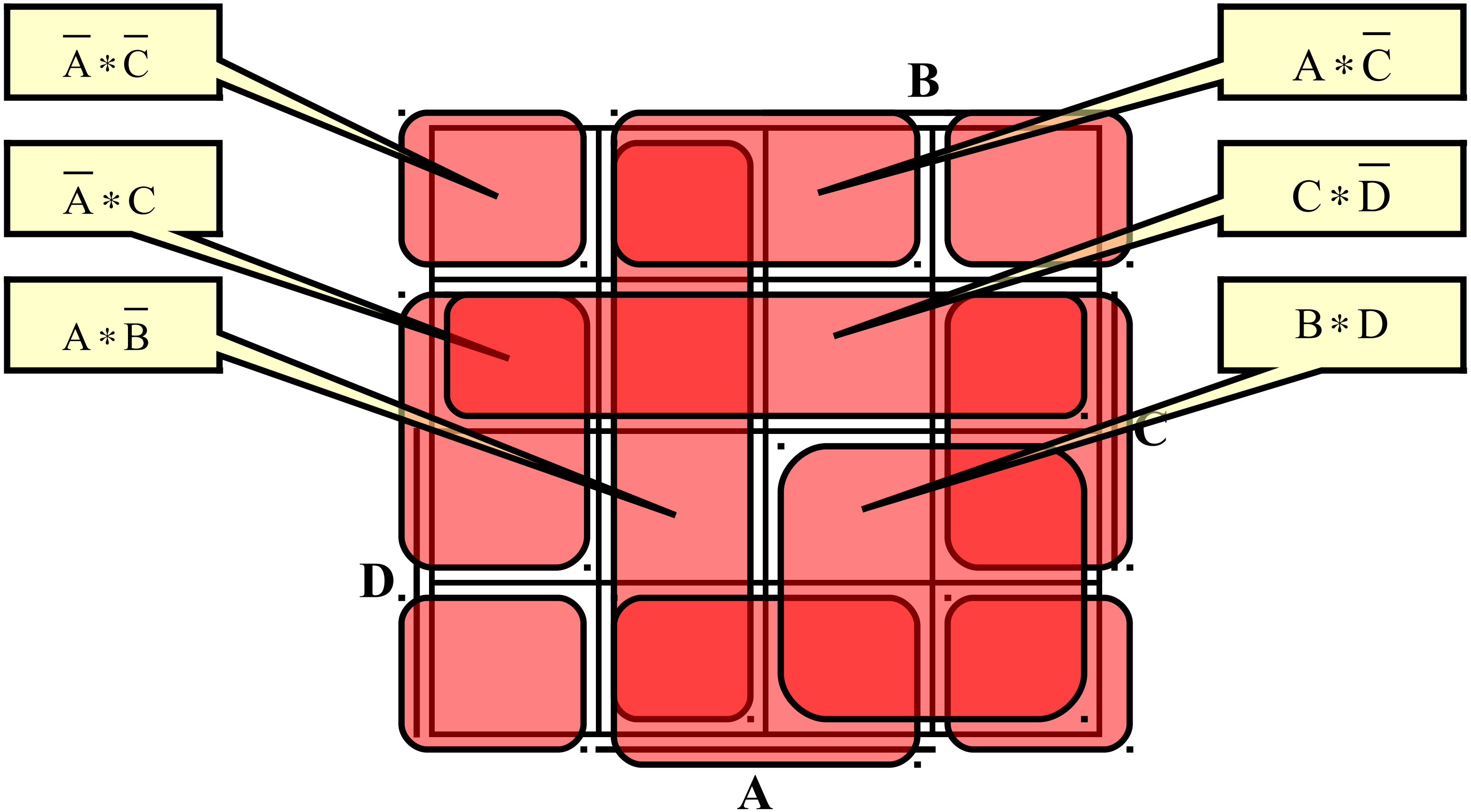
TERM ÖSSZEVONÁSOK A V-K TÁBLÁKBAN

KETTES IMPLIKÁNSOK



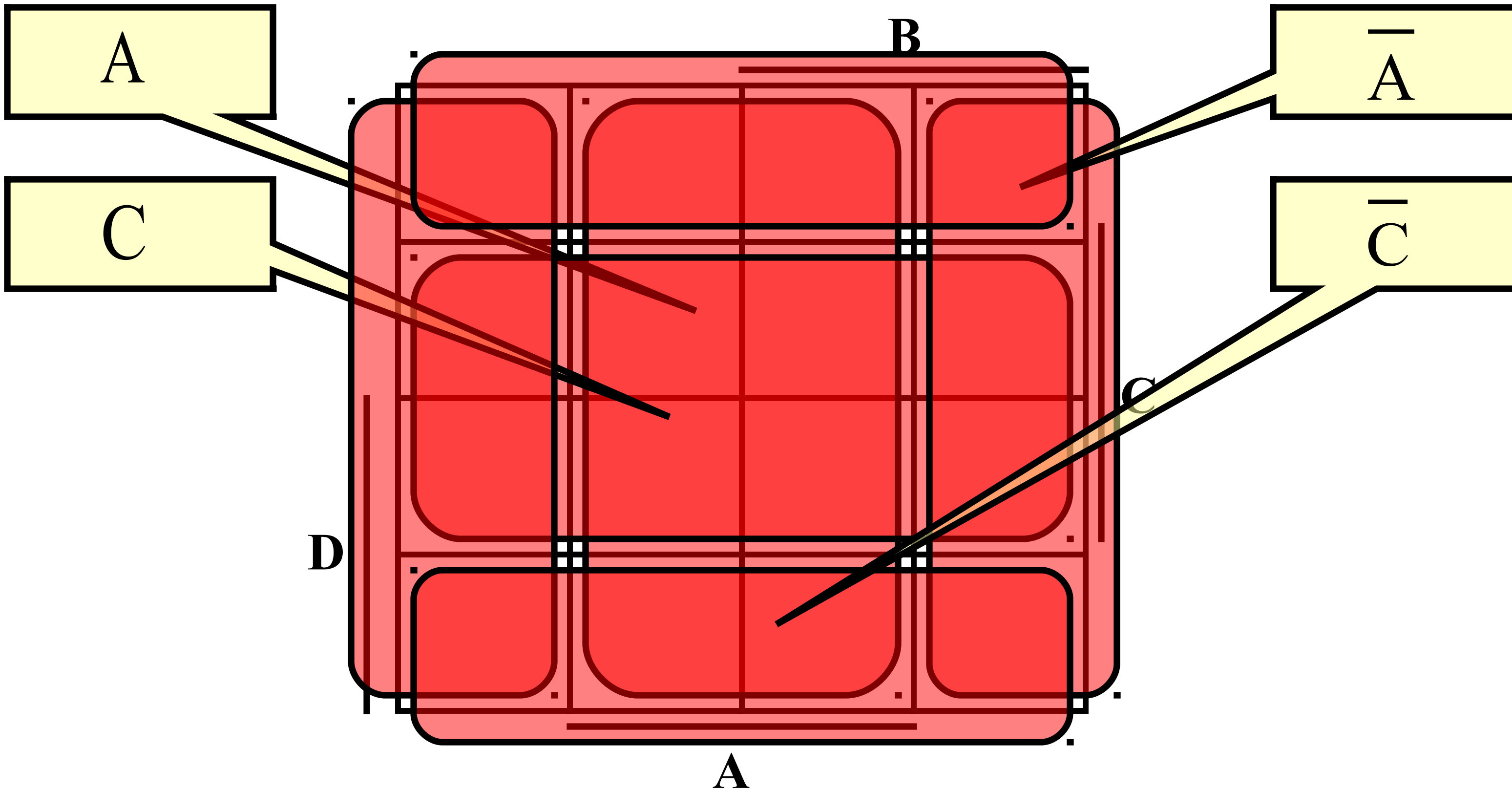
TERM ÖSSZEVONÁSOK A V-K TÁBLÁKBAN

NÉGYES IMPLIKÁNSOK



TERM ÖSSZEVONÁSOK A V-K TÁBLÁKBAN

NYOLCAS IMPLIKÁNSOK



GRAFIKUS MINIMALIZÁLÁS

A logikai függvények minimalizálási eljárása a primimplikánsok megkereséséből, majd pedig a szükséges primimplikánsok kiválasztásából áll.

Primimplikánsok keresése:

1. **Ábrázoljuk a függvényt VK táblán**
2. **A 2^i számú szimmetrikusan elhelyezkedő szomszédos 1-gyel jelölt cellát egy tömbbé vonunk össze**
3. **Mindig a lehető legnagyobb tömböt célszerű kialakítani**
4. **Valamennyi 1-gyel jelölt cellának legalább egy tömbben szerepelnie kell**
5. **Ugyanazon cella több tömbnek is eleme lehet**
6. **A táblák négy változóig széleiken egybefüggőnek tekinthetők**

Valamely primimplikáns lényeges, ha tartalmaz olyan m^n_i mintermet, amelyet minden más primiplikáns már nem tartalmaz. Azon tömbök lesznek a minimalizált függvény szükséges primimplikánsai, amelyek a függvény valamennyi 1-gyel jelölt cellájának egyszeri lefedéséhez elengedhetetlenül szükségesek.

A szükséges primimplikánsok kiválasztásának lépései:

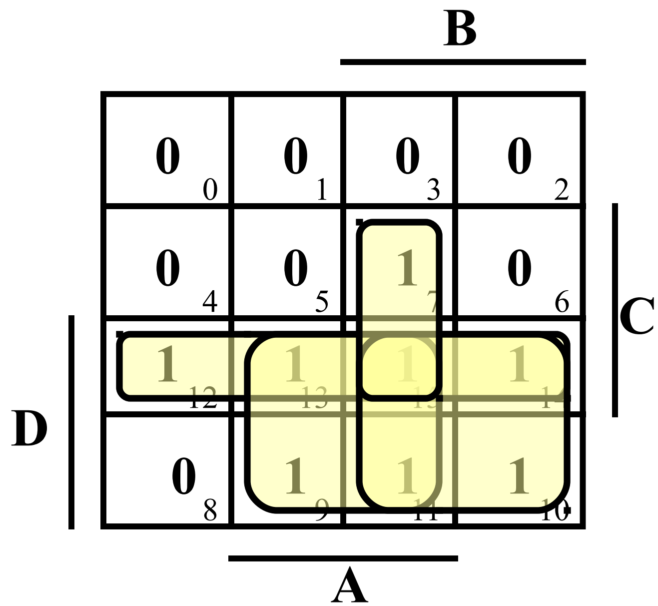
1 **Jelöljük meg egy-egy ponttal azon mintermeket, amelyeken csak egy hurok megy keresztül. Ezen tömbök lesznek a nélkülözhetetlen implikánsok.**

2 **Vonalkázzuk be a nélkülözhetetlen primimplikánsok által lefedett mintermeket**

3 **Maradt-e olyan 1-egyel jelölt minterm, amelyet a nélkülözhetetlen primimplikánsok nem fedtek le?**

4 **A fennmaradó 1-ek lefedésére válasszuk a legkevesebb és legnagyobb tömböt.**

$$F^4(D,C,B,A)=\sum{}^4(7,9,10,11,12,13,14,15)$$



C*D

A*D

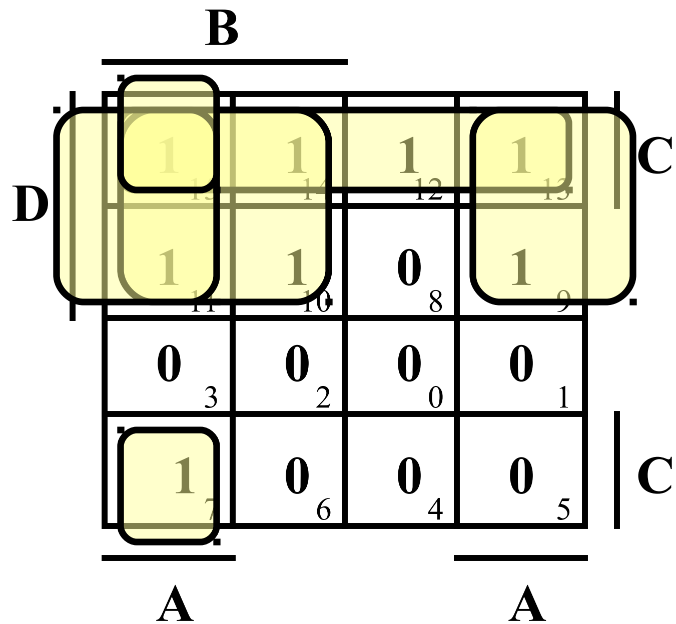
B*D

A*B*C

F=C*D+A*D+B*D+A*B*C

minimál diszjunktív alak

$$F^4(D,C,B,A) = \prod{}^4 (7,9,10,11,12,13,14,15)$$



C+D

A+D

B+D

A+B+C

F=(C+D)*(A+D)*(B+D)*(A+B+C)

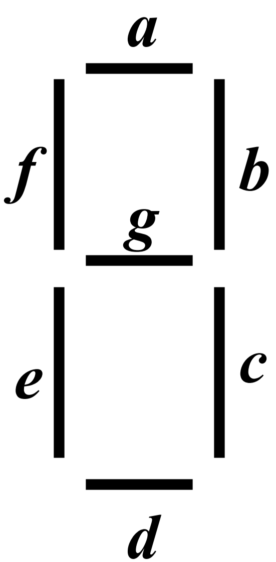
minimál konjunktív alak

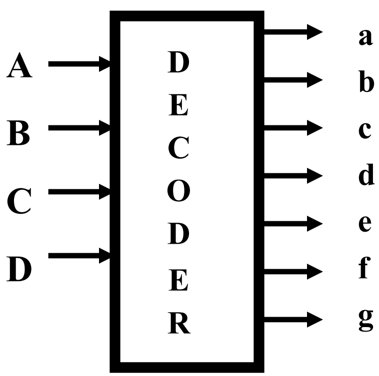
5. ELŐADÁS

RÉSZBEN MEGHATÁROZOTT FÜGGVÉNYEK

- **RÉSBEN MEGHATÁROZOTT LOGIKAI FÜGGVÉNYEK EGYSZERŰSÍTÉSE**
- **EGYSZERÜSÍTÉS EKVIVALENCIA ÉS ANTIVALENCIA FÜGGVÉNYEKKEL**
- **KÖZÖS RÉSZHÁLÓZAT KIALAKÍTÁSA**

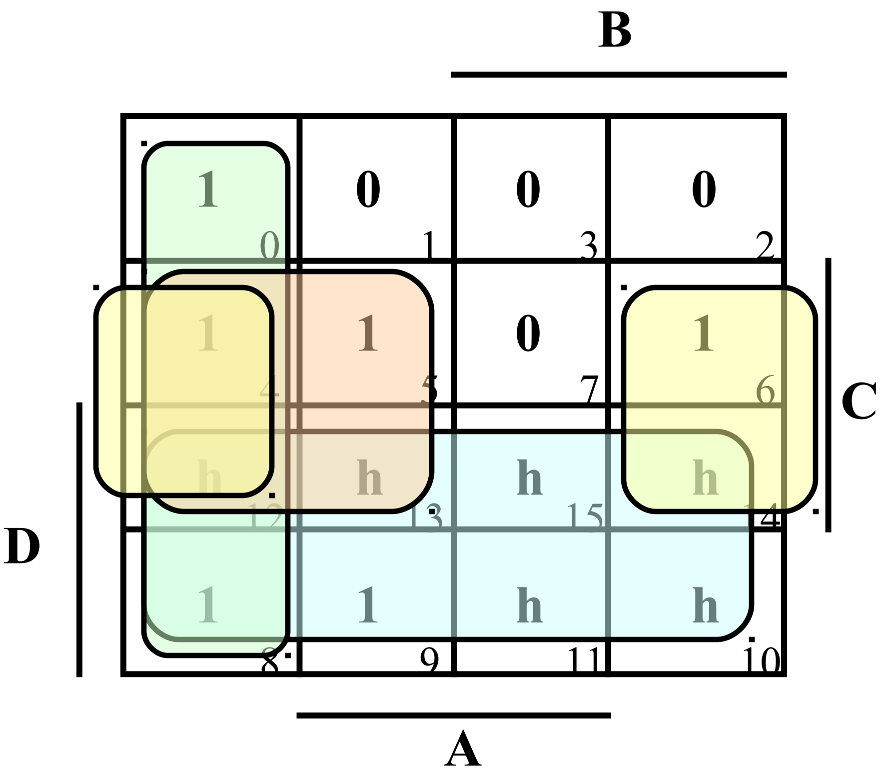
RÉSZBEN MEGHATÁROZOTT FÜGGVÉNYEK





	D	C	B	A	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
10	1	0	1	0	h	h	h	h	h	h	h
11	1	0	1	1	h	h	h	h	h	h	h
12	1	1	0	0	h	h	h	h	h	h	h
13	1	1	0	1	h	h	h	h	h	h	h
14	1	1	1	0	h	h	h	h	h	h	h
15	1	1	1	1	h	h	h	h	h	h	h

Az *f* szegmens mintermtáblája



(8,9,10,11,12,13,14,15) D

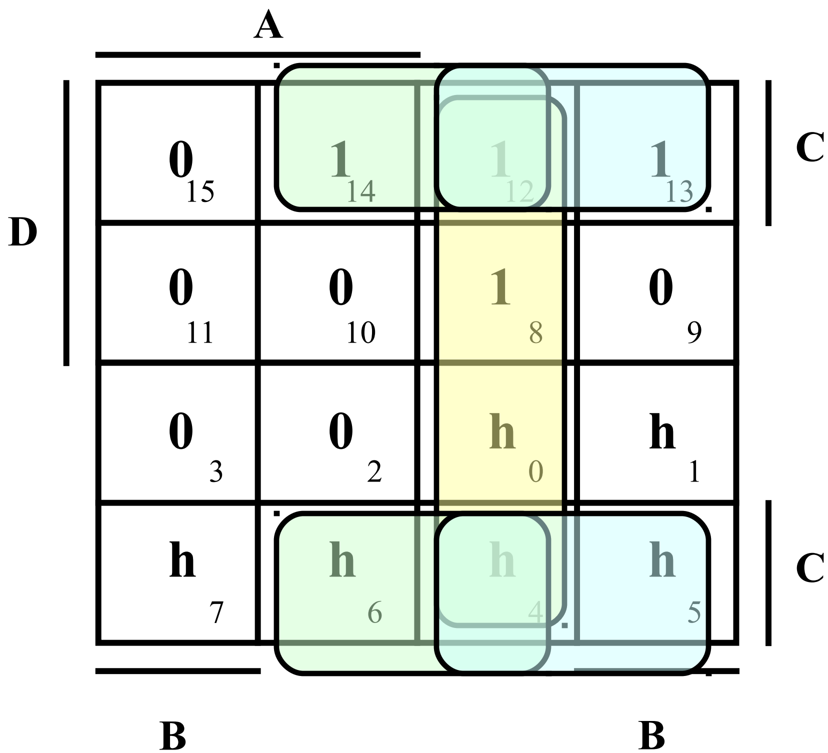
(0,4,8,12) $\overline{A}\,\overline{B}$

(4,5,12,13) $\overline{B}\,\overline{C}$

(4,6,12,14) B C

$$F_d^4(D,C,B,A) = D + \overline{A}\,\overline{B} + \overline{B}\,\overline{C} + BC$$

Az *f* szegmens maxtermtáblája



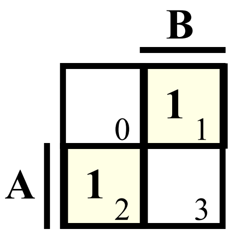
(0,4,8,12) $\overline{A}+\overline{B}$

(0,4,8,12) $\overline{B}+C$

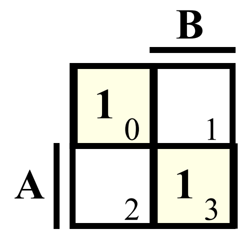
(0,4,8,12) $\overline{A}+C$

$$F_k^4(D,C,B,A)=(\overline{A}+\overline{B})(\overline{B}+C)(\overline{A}+C)$$

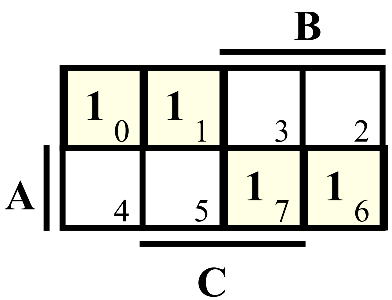
EGYSZERÜSÍTÉS EKVIVALENCIA ÉS ANTIVALENCIA FÜGGVÉNYEKKEL



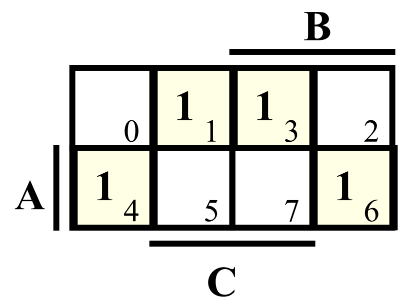
$F = A \oplus B$



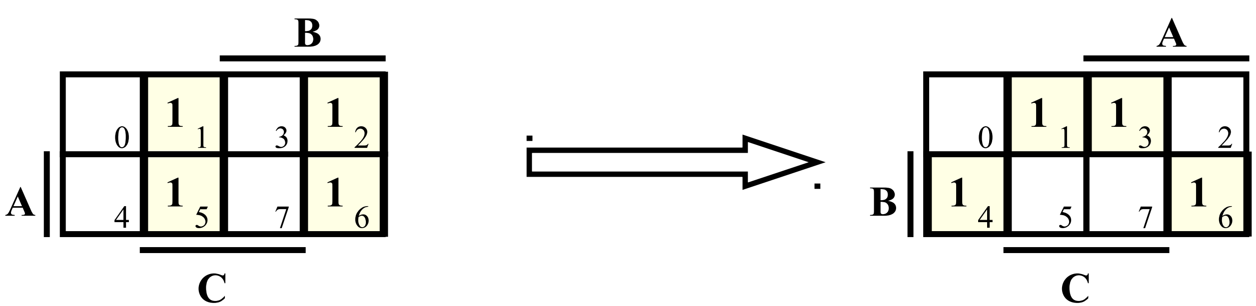
$F = A \otimes B$



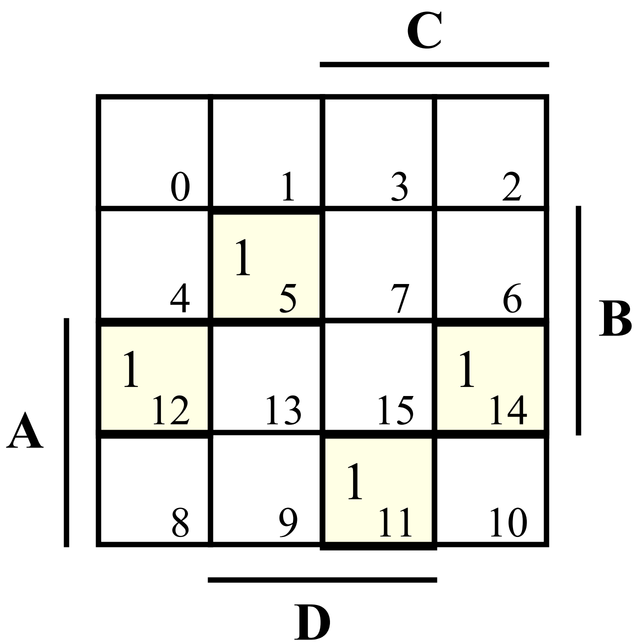
$F = A \otimes B$



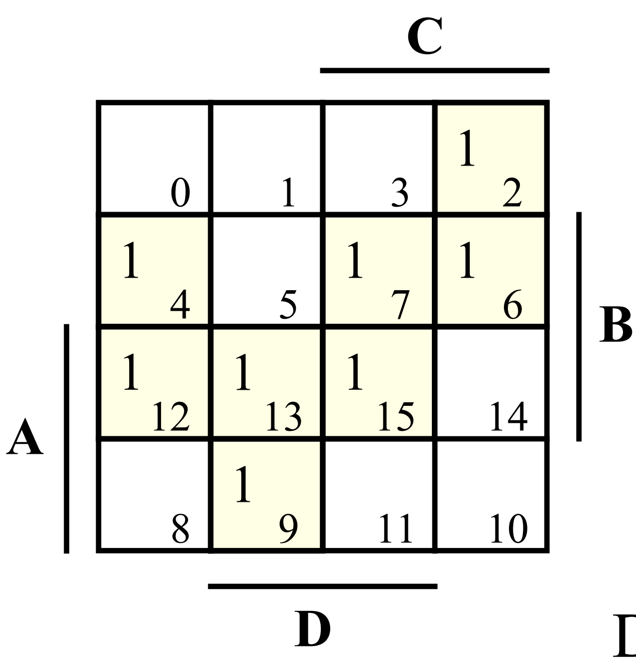
$F = A \oplus B$



$F = A \oplus B$

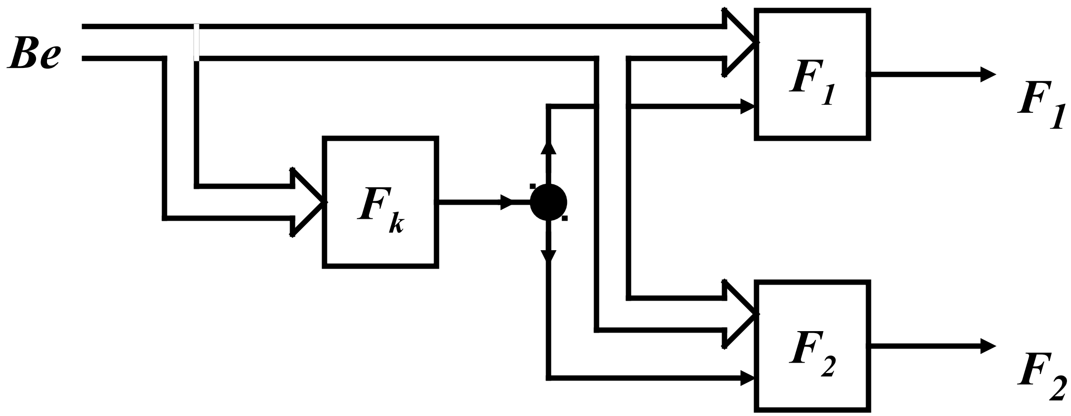


$$F(A,B,C,D) = B\overline{C}(A \oplus D) + AC(B \oplus D)$$



$$F(A,B,C,D) = B(C \otimes D) + (A \oplus C)(C \oplus D)$$

KÖZÖS RÉSZHÁLÓZATOK KIALAKÍTÁSA



I. *lépés*: Megkeressük egymástól függetlenül , a kimenetekhez tartozó függvények prim-implikánsait.

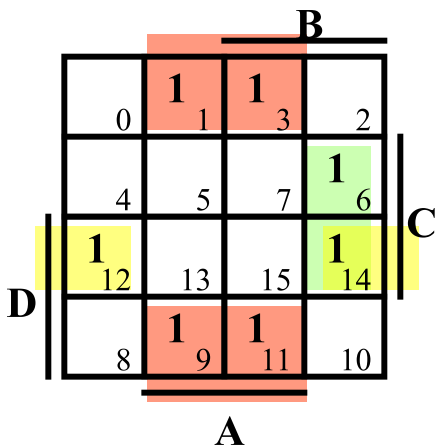
II. *lépés:* Megkeressük a közös implikánsokat, az egyes függvények imlikánsainak a V-K táblán történő fedésbe hozásával

III. *lépés:* Kiválasztjuk az optimális megoldást adó implikánsokat az implikáns táblázat és - ha szükséges - az ún. *„szelekciós függvény”* segítségével. (Egyes irodalmakban jelenléti függvény)

IV. *lépés:* Felírjuk a hálózat optimalizált függvényeit közös implikánsok feltüntetésével, majd felrajzoljuk a közös részeket tartalmazó logikai vázlatot.

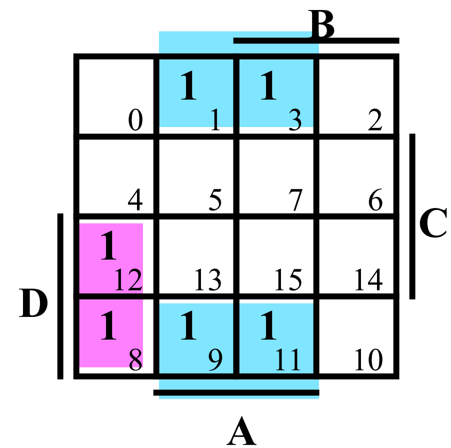
PÉLDA KÖZÖS RÉSZHÁLÓZAT KIALAKÍTÁSÁRA

$$Y_\alpha(D,C,B,A) = \sum^{4}(1,3,6,9,11,12,14)$$



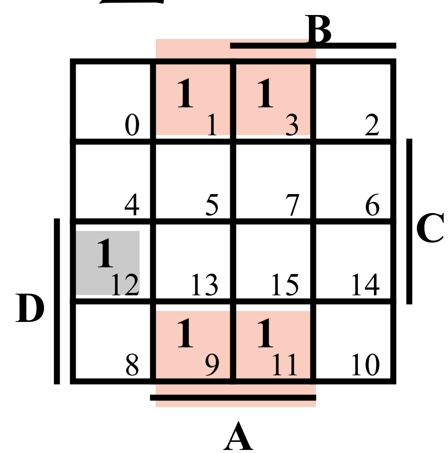
$$Y_\alpha = \overline{C}A + CB\overline{A} + DC\overline{A}$$

$$Y_\beta(D,C,B,A) = \sum^{4}(1,3,8,9,11,12)$$



$$Y_\beta = \overline{C}A + D\overline{B}\overline{A}$$

$$Y_{\alpha\beta} = \sum^{4}(1,3,9,11,12)$$



$$Y_\beta = \overline{C}A + DC\overline{B}\overline{A}$$

			Y_α							Y_β					
			1	3	6	9	11	12	14	1	3	8	9	11	12
Y_α	$\overline{C}A$	a	x	x		x	x								
	$CB\overline{A}$	b			x				x						
	$DC\overline{A}$	c						x	x						
Y_β	CA	d								x	x		x	x	
	$D\overline{B}\overline{A}$	e										x			x
$Y_{\alpha\beta}$	$\overline{C}A$	f	x	x		x	x			x	x		x	x	
	$DC\overline{B}\overline{A}$	g						x							x

$$(a+f)\cancel{(a+f)}\, b\, \cancel{(a+f)}\cancel{(a+f)}(c+g)(b+c)(d+f)\cancel{(d+f)}\, e\, \cancel{(d+f)}\cancel{(d+f)}(e+g)=$$

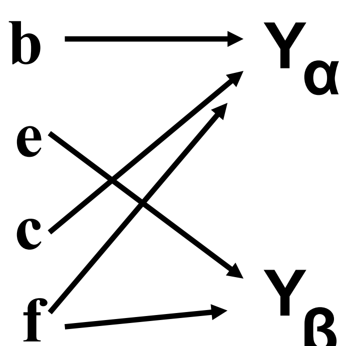
$$=(a+f)\, b\, (c+g)\cancel{(b+c)}(d+f)\, e\, \cancel{(e+g)}=$$

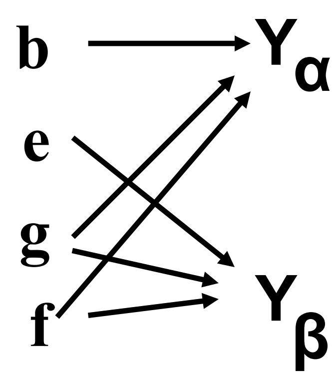
$$=(a+f)\, b\, (c+g)(d+f)\, e = b\, e\, (c+g)(f+a\, d)=$$

$$=b\, e\, c\, f + b\, e\, g\, f + b\, e\, c\, a\, d + b\, e\, g\, a\, d$$

$$\underbrace{b\ e\ c\ f + b\ e\ g\ f}_{\text{4 implikáns}} + \underbrace{b\ e\ c\ a\ d + b\ e\ g\ a\ d}_{\text{5 implikáns}}$$

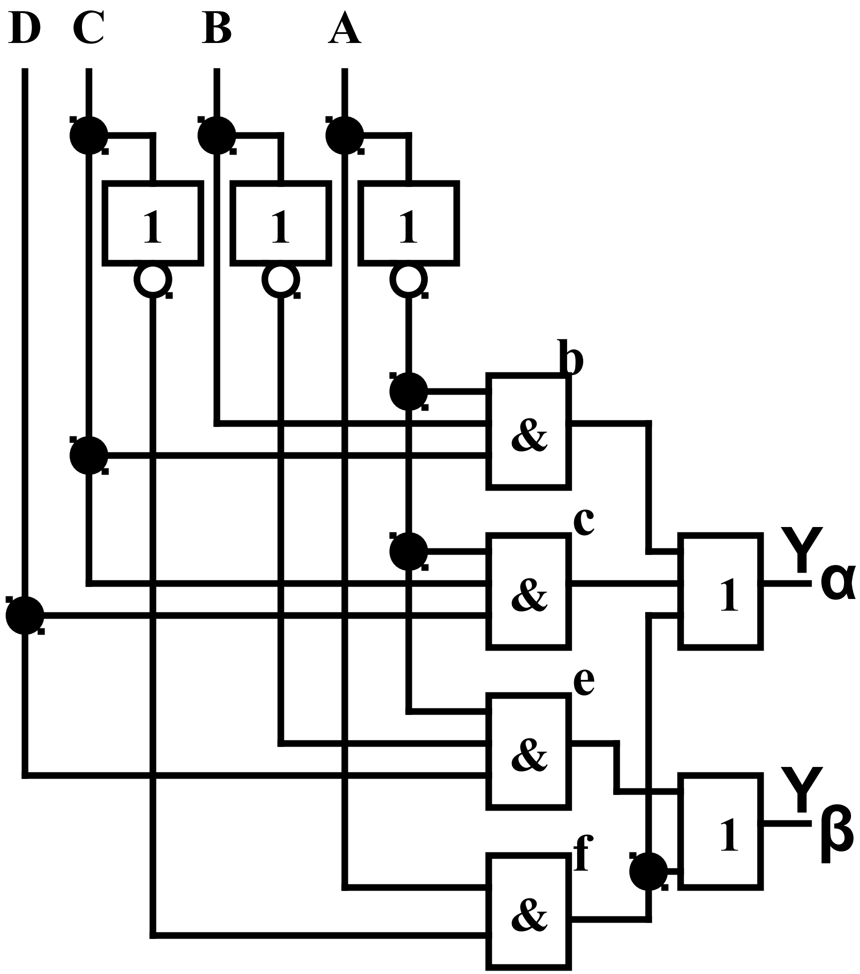
1. b e c f   3+3+3+2 = 11 db változó
2. b e g f   3+3+4+2 = 12 db változó

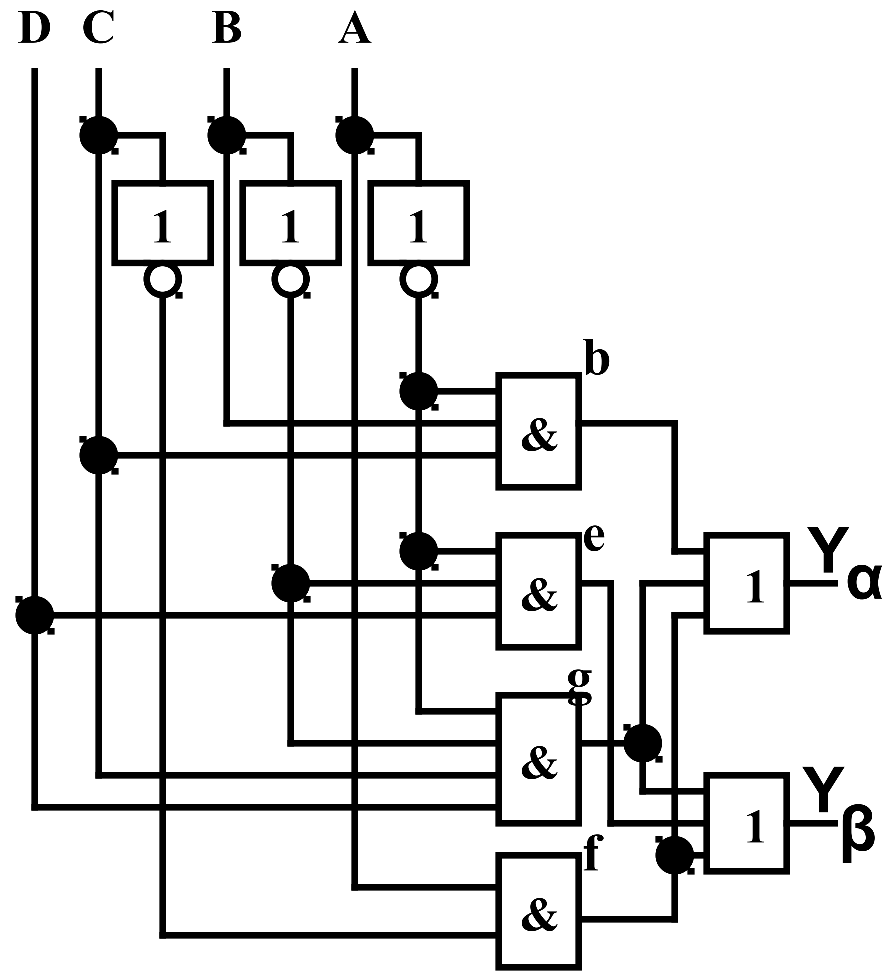
1.


2.


$$\left.\begin{aligned} Y_\alpha &= b\cdot c\cdot f = C\cdot B\cdot \overline{A} + D\cdot C\cdot \overline{A} \\ Y_\beta &= e\cdot f = D\cdot \overline{B}\cdot \overline{A} \end{aligned}\right\} + \overline{C}\cdot A \quad .$$

$$\left.\begin{aligned} Y_\alpha &= b\cdot g\cdot f = C\cdot B\cdot \overline{A} \\ Y_\beta &= e\cdot g\cdot f = D\cdot \overline{B}\cdot \overline{A} \end{aligned}\right\} + D\cdot C\cdot \overline{B}\cdot \overline{A} + \overline{C}\cdot A \quad .$$





6. ELŐADÁS

NUMERIKUS MINIMALIZÁLÁS

- **A TERMEK ÖSSZEVONÁSÁNAK KRITÉRIUMAI**
- **A MINIMALIZÁLÁS LÉPÉSEI**
- **PRIMIMPLIKÁNS TÁBLÁZAT**

NUMERIKUS MINIMALIZÁLÁS
QUINE Mc CLUSKEY MÓDSZER

A TERMEK ÖSSZEVONÁSÁNAK KRITÉRIUMAI:

1 **A bináris súlyok különbsége 1 kell hogy legyen**
(bináris súly = a termben szereplő „egyesek” száma)

2 **A decimális indexek különbsége kettő hatványa kell legyen**

3 **A nagyobb bináris súlyúnak a decimális indexe is nagyobb kell legyen**

A MINIMALIZÁLÁS LÉPÉSEI

1 **A Termeket bináris súlyuknak megfelelően csoportosítjuk a decimális indexek növekvő sorrendjében**

2 **Az összehasonlítást a legelső elemmel kezdjük, ezt csak a következő csoport elemeivel kell összehasonlítani. Ha találunk olyan számpát amely kielégíti a „2” -es és „3” -as feltételt, akkor mindkettőt megjelöljük, és a számpár elemeit növekvő sorrendbenegy új oszlopba egymás mellé írjuk, majd zárójelben megjelöljük a különbségüket is.**

3 **A második oszlopból a harmadik oszlopot az előző pontban leírt módon képezzük, de az összevonás feltétele az, hogy a zárójelben lévő összes szám megegyezzen, és ugyanazon változók hiányozzanak mindkét csoportból, és az első decimális számok különbsége 2 pozitív egész kitevőjű hatványa legyen, és a hátrább álló csoportból való decimális szám legyen a nagyobb. A nem jelölt csoportok a primimplikánsok**

4 **A szükséges primimplikánsok kiválastása a primimplikáns táblázattal történik**

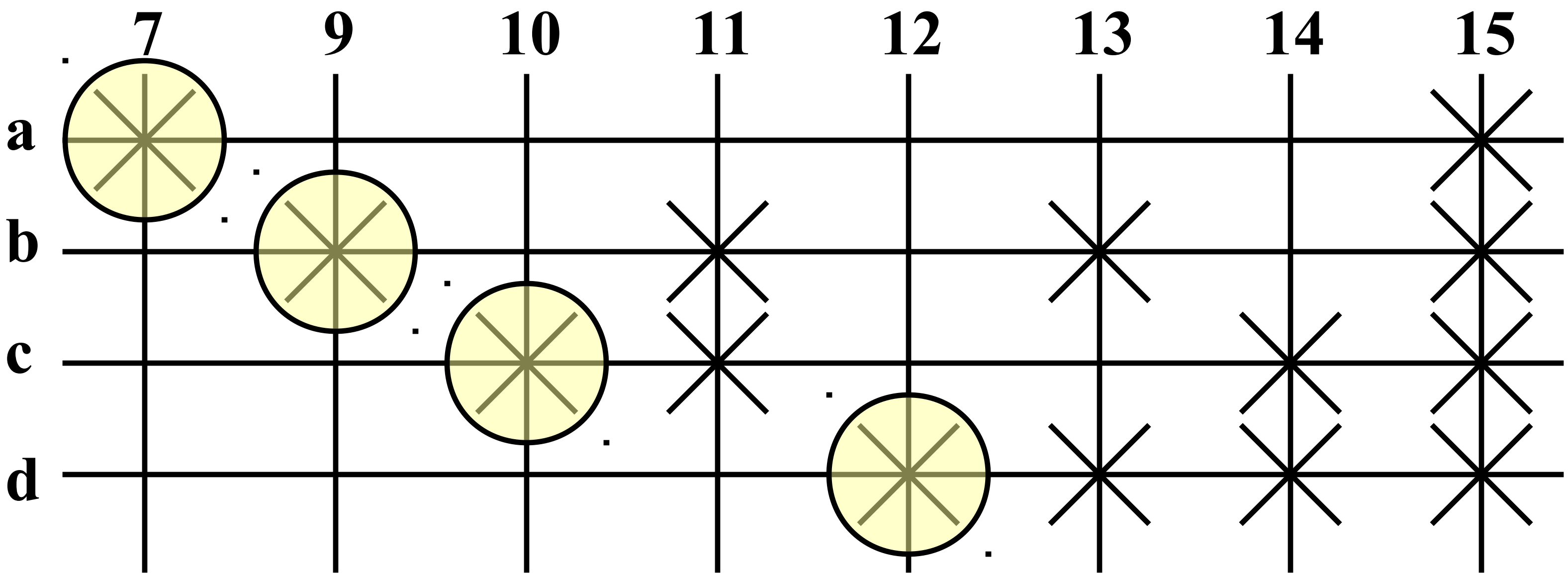
$$F^4(D,C,B,A) = \sum{}^4(7,9,10,11,12,13,14,15)$$

Bináris súly

$m_7^4 = 0111$	**3**
$m_9^4 = 1001$	**2**
$m_{10}^4 = 1010$	**2**
$m_{11}^4 = 1011$	**3**
$m_{12}^4 = 1100$	**2**
$m_{13}^4 = 1101$	**3**
$m_{14}^4 = 1110$	**3**
$m_{15}^4 = 1111$	**4**

I. oszlop		II. oszlop			III. oszlop		
9	+	9,11	(2)	+	9,11,13,15	(2,4)	b
10	+	9,13	(4)	+	10,11,14,15	(1,4)	c
12	+	10,11	(1)	+	12,13,14,15	(1,2)	d
7	+	10,14	(4)	+			
11	+	12,13	(1)	+			
13	+	12,14	(2)	+			
14	+	7,15	(8)	a			
15	+	11,15	(4)	+			
		13,15	(2)	+			
		14,15	(1)	+			

PRIMIMPLIKÁNS TÁBLÁZAT



$$F = a * b * c * d$$

		DCBA	
a	7	0111	$C * B * A$
	15	1111	
b	9	1001	
	11	1011	$D * A$
	13	1101	
	15	1111	
c	10	1010	
	11	1011	$D * B$
	14	1110	
	15	1111	
d	12	1100	
	13	1101	$D * C$
	14	1110	
	15	1111	

$$F = D * A + D * B + D * C + A * B * C$$

7. ELŐADÁS

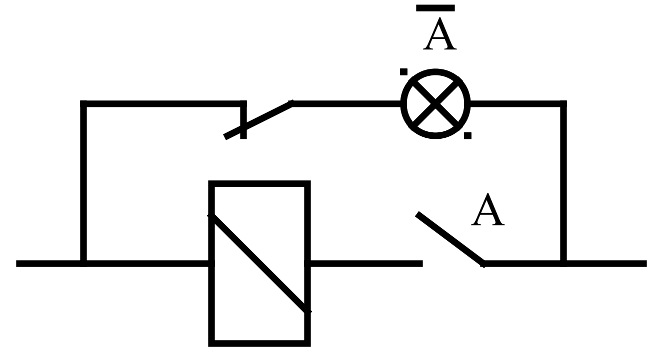
LOGIKAI FÜGGVÉNYEK REALIZÁLÁSA

- **KONTAKTUSOKKAL**
- **KAPUÁRAMKÖRÖKKEL**
- **KAPUK BŐVÍTÉSE**
- **FUNKCIONÁLISAN TELJES RENDSZEREK**

REALIZÁLÁS KONTAKTUSOKKAL

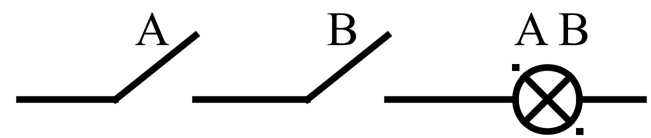
- **Negáció $\overline{A}$**

A	F
0	1
1	0



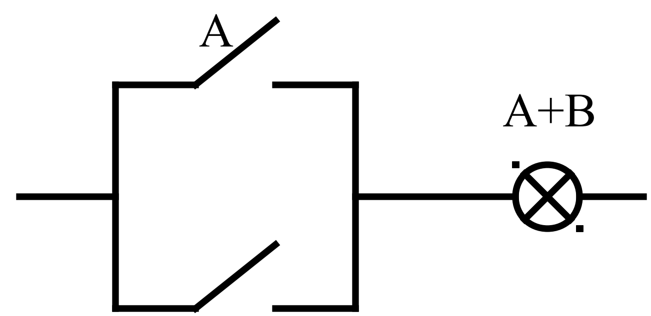
- **ÉS (AND) A*B**

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



- **VAGY (OR) A+B**

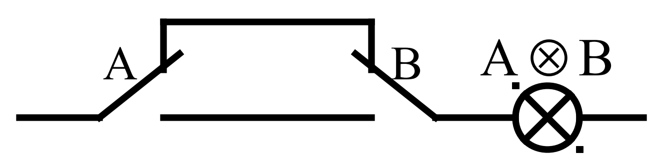
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



- **EKVIVALENCIA**

$$A \otimes B = \overline{A} * \overline{B} + A * B$$

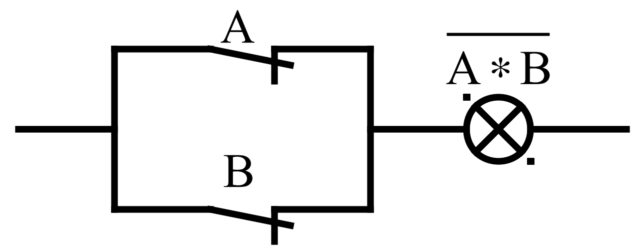
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



REALIZÁLÁS KONTAKTUSOKKAL

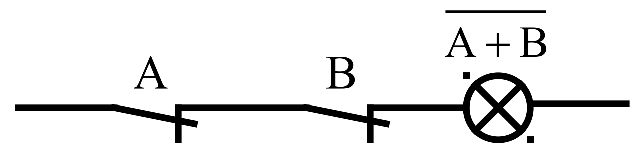
•**NEM-ÉS (NAND)** $\overline{A*B}$

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



•**NEM-VAGY (NOR)** $\overline{A+B}$

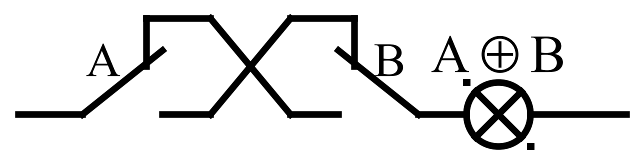
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



•**ANTIVALENCIA**

$$A \oplus B = \overline{A} * B + A * \overline{B}$$

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

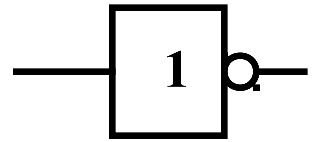


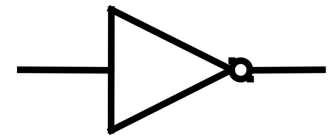
REALIZÁLÁS KAPUKKAL

MSZ **USA** **jelkép**

- **Negáció $\overline{A}$**

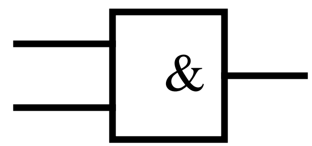
A	F
0	1
1	0

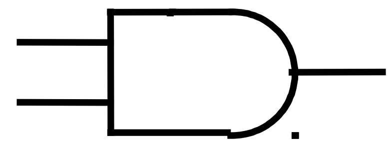




- **ÉS (AND) A*B**

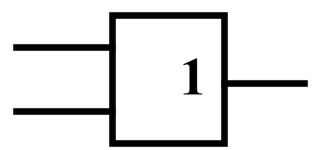
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

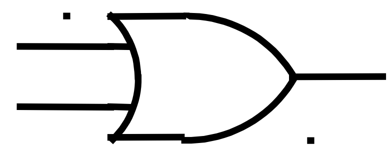




- **VAGY (OR) A+B**

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

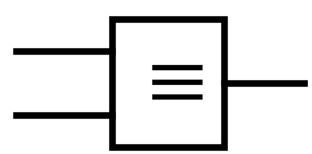


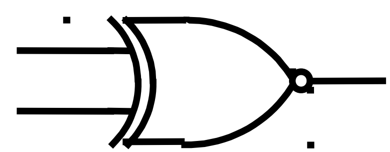


- **EKVIVALENCIA**

$$A \otimes B = \overline{A} * \overline{B} + A * B$$

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



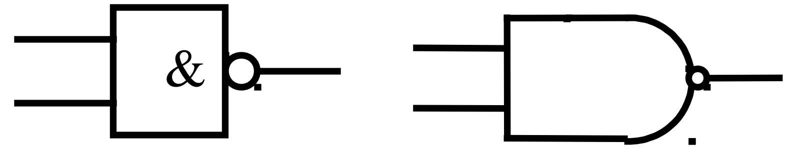


REALIZÁLÁS KAPUKKAL

MSZ **USA jelkép**

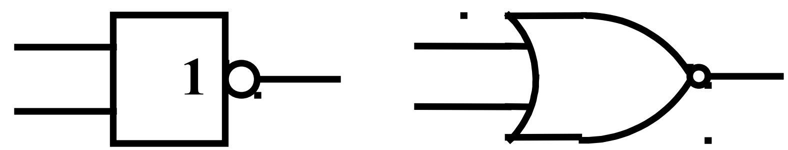
•**NEM-ÉS (NAND)** $\overline{A*B}$

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



•**NEM-VAGY (NOR)** $\overline{A+B}$

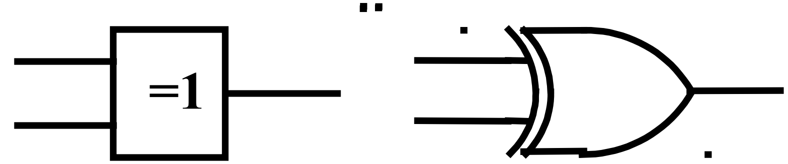
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



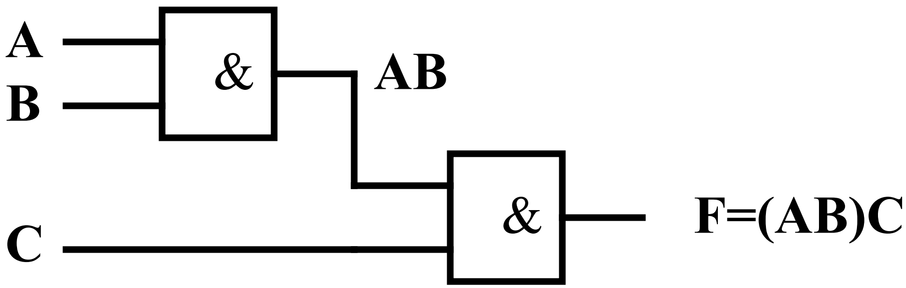
•**ANTIVALENCIA**

$$A \oplus B = \overline{A} * B + A * \overline{B}$$

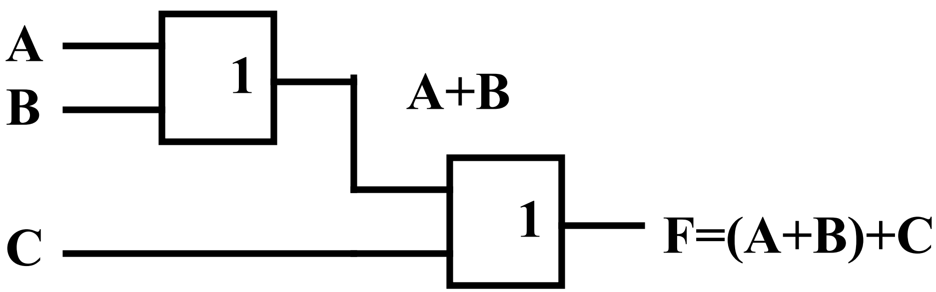
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



KAPUÁRAMKÖRÖK BŐVÍTÉSE



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



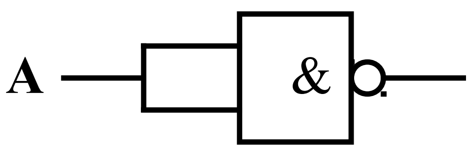
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

FUNKCIONÁLISAN TELJES RENDSZEREK

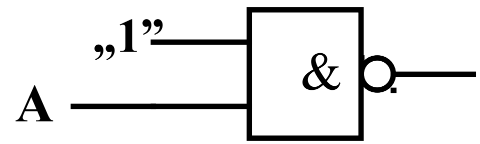
Azokat a kapucsoportokat, amelyekkel tetszőleges logikai függvény megvalósítható, <u>funkcionálisan teljes rendszerek</u>nek nevezzük

- **<u>N</u>em-<u>É</u>s-<u>V</u>agy (NÉV)**
- **NAND**
- **NOR**

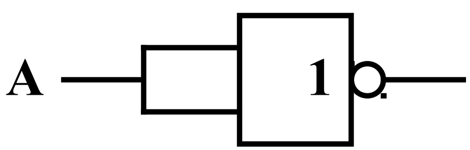
INVERTER MEGVALÓSÍTÁSA NAND ÉS NOR KAPUKKAL



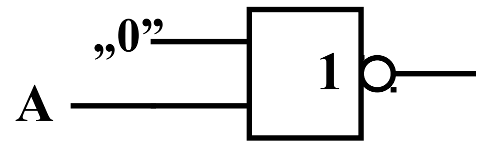
$$F=\overline{A\,A}=\overline{A}$$



$$F=\overline{A\;1}=\overline{A}$$

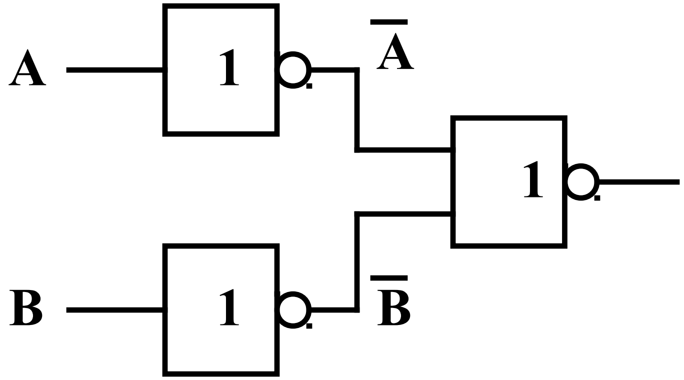


$$F=\overline{A+A}=\overline{A}$$



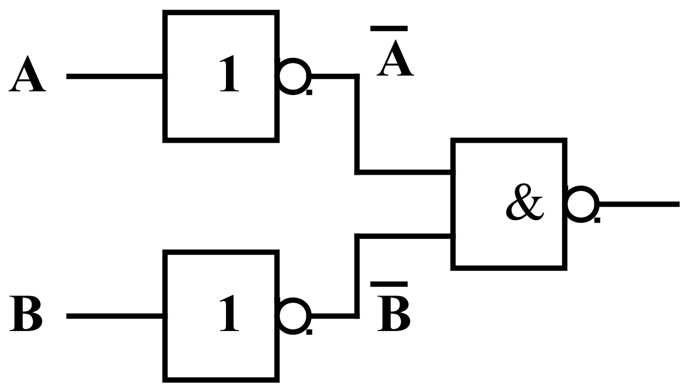
$$F=\overline{A+1}=\overline{A}$$

ÉS KAPCSOLAT REALIZÁLÁSA NOR KAPUKKAL



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

VAGY KAPCSOLAT REALIZÁLÁSA NAND KAPUKKAL



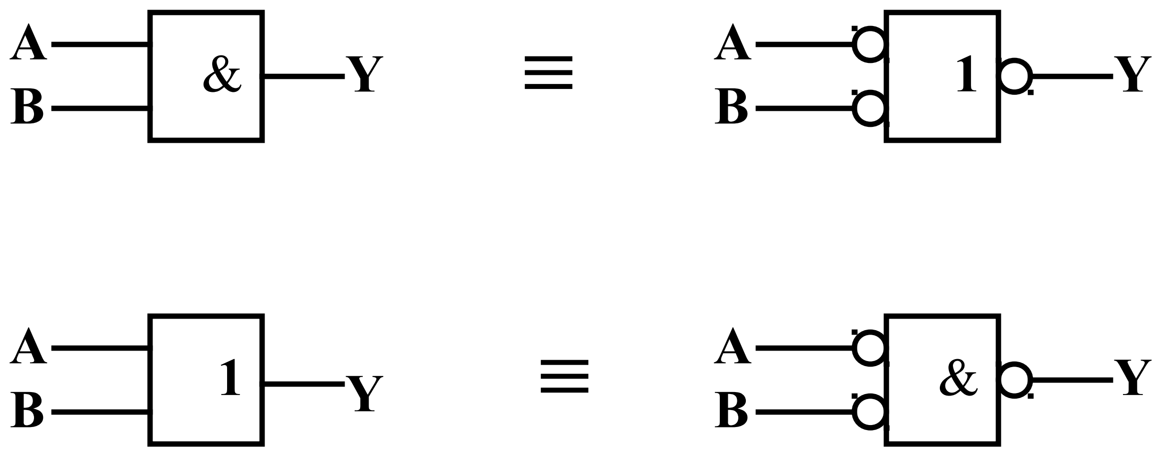
$$F = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A + B$$

8. ELŐADÁS

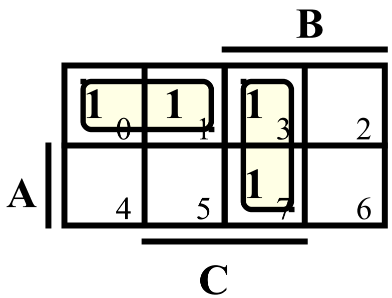
LOGIKAI FÜGGVÉNYEK KÉTSZINTŰ REALIZÁLÁSA

- **KAPU TRANSZFORMÁCIÓK**
- **KÉTSZINTŰ REALIZÁLÁSI LEHETŐSÉGEK**
- **REALIZÁLÁS N-É-V RENDSZERBEN**
- **REALIZÁLÁS NAND ÉS NOR RENDSZERBEN**
- **REALIZÁLÁS ELŐTT FIGYELEMBE VEENDŐ SZEMPONTOK**

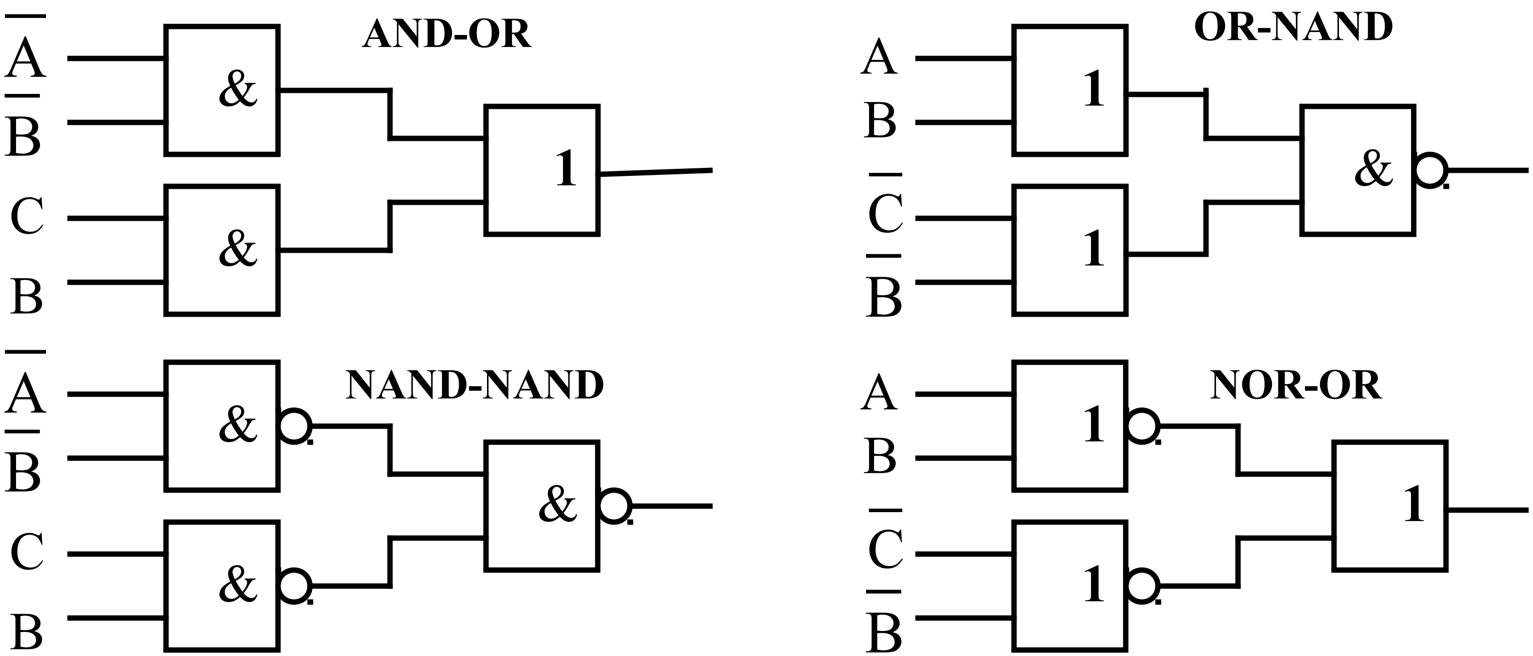
KAPU TRANSZFORMÁCIÓK



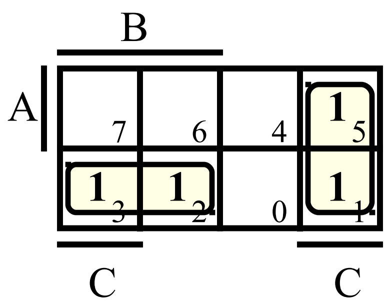
LOGIKAI FÜGGVÉNYEK KÉTSZINTŰ REALIZÁLÁSA



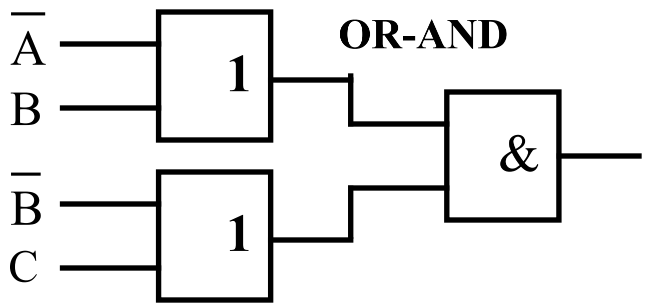
$$F(A,B,C) = \overline{A} \cdot \overline{B} + B \cdot C$$

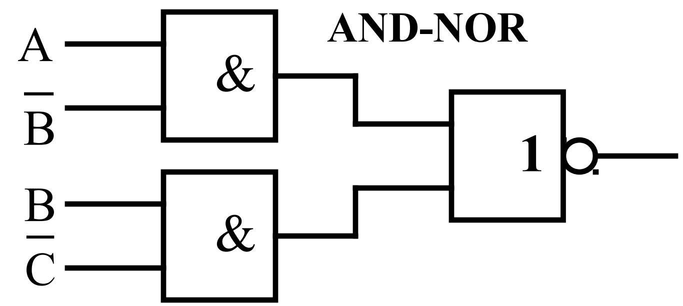


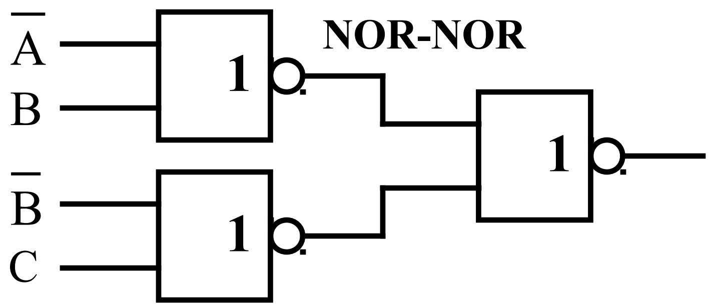
LOGIKAI FÜGGVÉNYEK KÉTSZINTŰ REALIZÁLÁSA

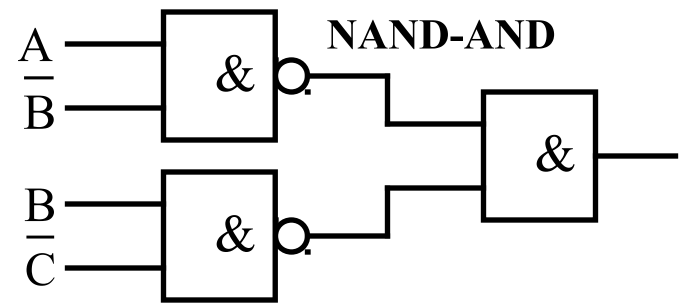


$$F(A,B,C)=(\overline{B}+C)(\overline{A}+B)$$



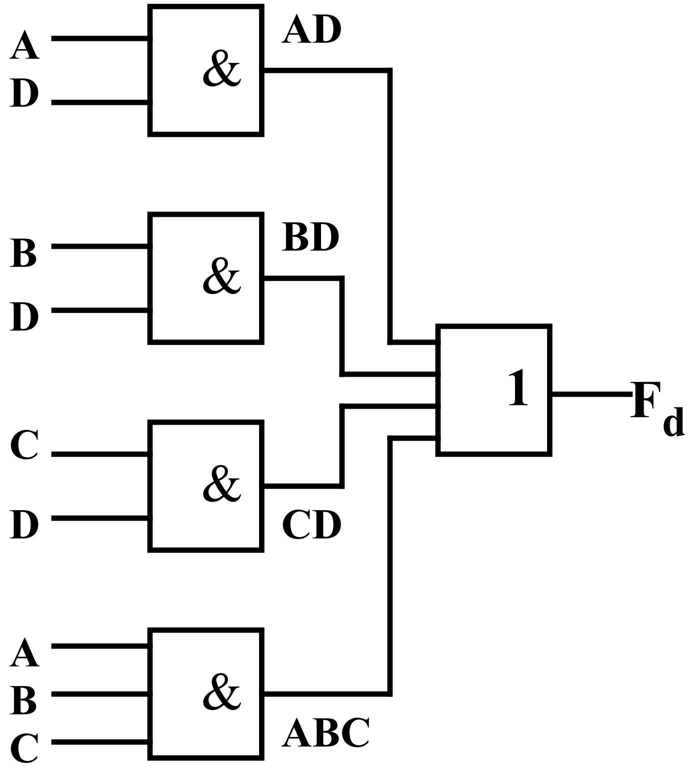


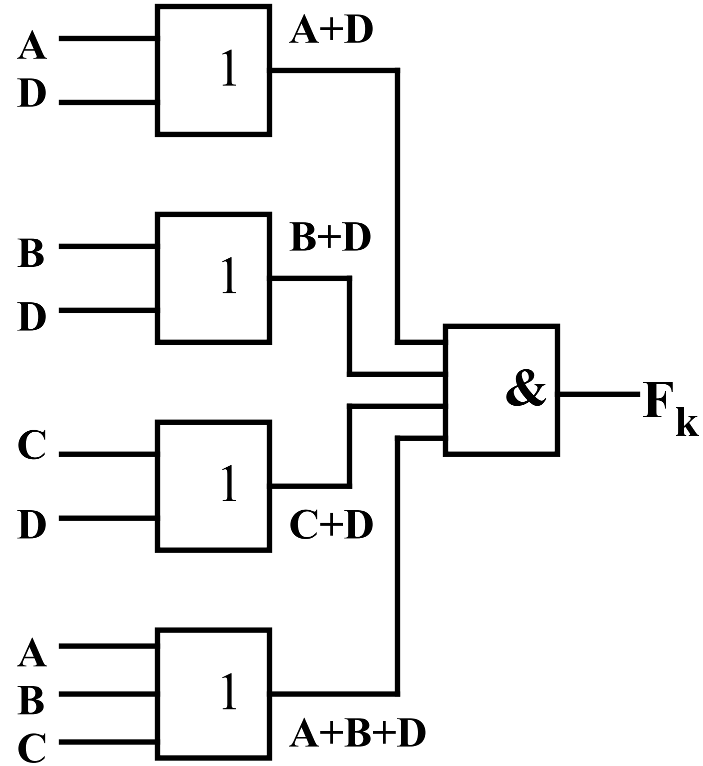




$F_d = AD + BD + CD + ABC$

$F_k = (A+D)(B+D)(C+D)(A+B+C)$

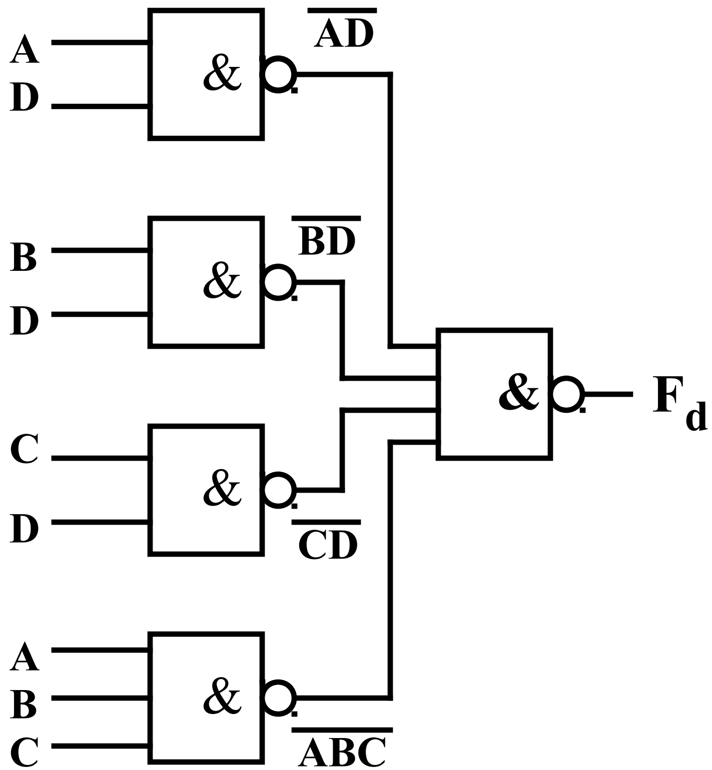




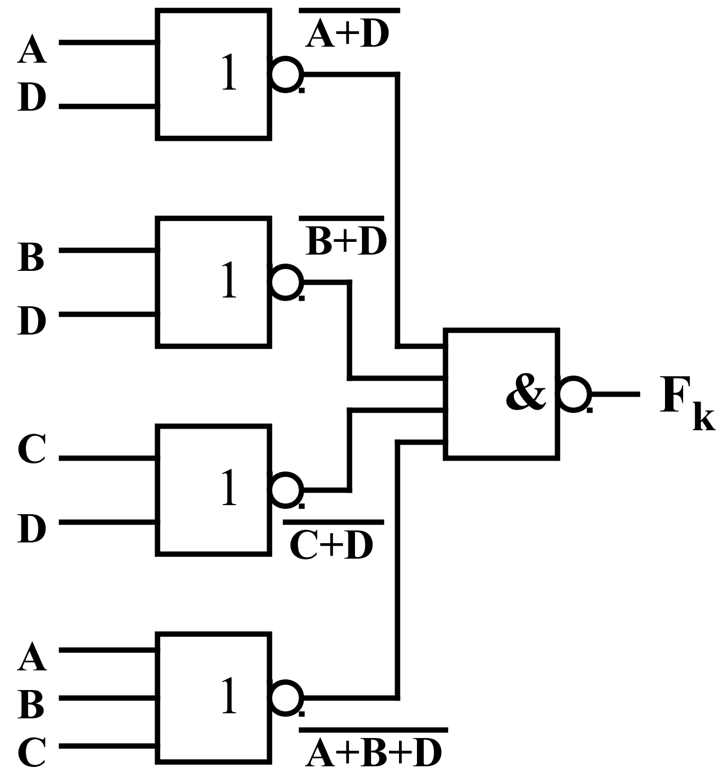
$F_d = AD + BD + CD + ABC$ $\qquad$ $F_k = (A+D)(B+D)(C+D)(A+B+C)$

FÜGGVÉNYEK REALIZÁLÁSA

NAND



NOR



A REALIZÁLÁS ELŐTT FIGYELEMBE VEENDŐ SZEMPONTOK

- **FOGYASZTÁS**
  - **áramkörcsalád (TTL, MOS, ECL, stb.)**
  - **tokszám**
- **HELYFOGLALÁS**
  - **tokozat (hagyományos, SMD)**
  - **tokszám**
- **KÉSLELTETÉSI IDŐ**
  - **áramkörcsalád (TTL, MOS, ECL, stb.)**
  - **alkalmazott szintek száma**

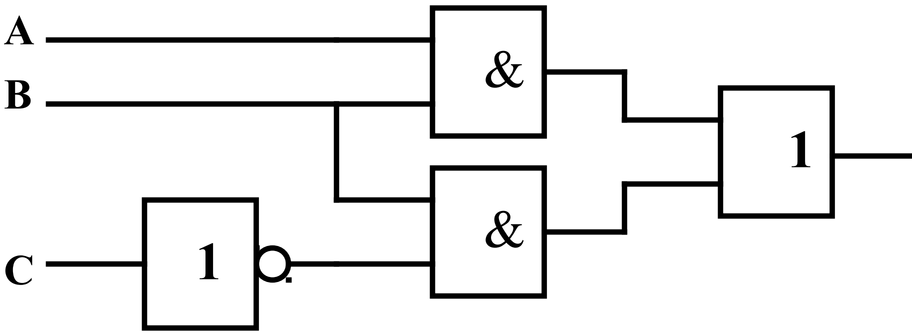
KÖVETKEZTETÉS:

A legkedvezőbb megoldást kétszintű realizálás esetén, minimális tokszám mellett kapjuk

EGY TOKBAN TALÁLHATÓ KAPUKSZÁMA

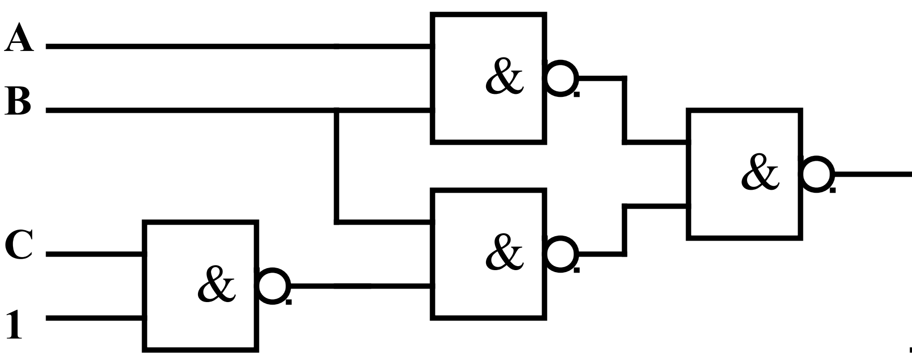
1 BEMENEŰ KAPU (INVERTER) _	**6 db**
2 BEMENETŰ KAPU (AND, NAND, OR, NOR, XOR)	**4 db**
3 BEMENETŰ KAPU (AND, NAND, OR, NOR)	**3 db**
4 BEMENETŰ KAPU	**2 db**

$$F_d = AB + B\overline{C}$$



Kapu	tok	használt	üres
INVERTER	1	1	5
AND	1	2	2
OR	1	1	3
Összes:	3	4	10

Kihasználtság 28,5 %



Kapu	tok	használt	üres
NAND	1	4	0
Összes:	1	4	0

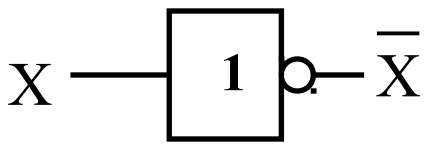
Kihasználtság 100 %

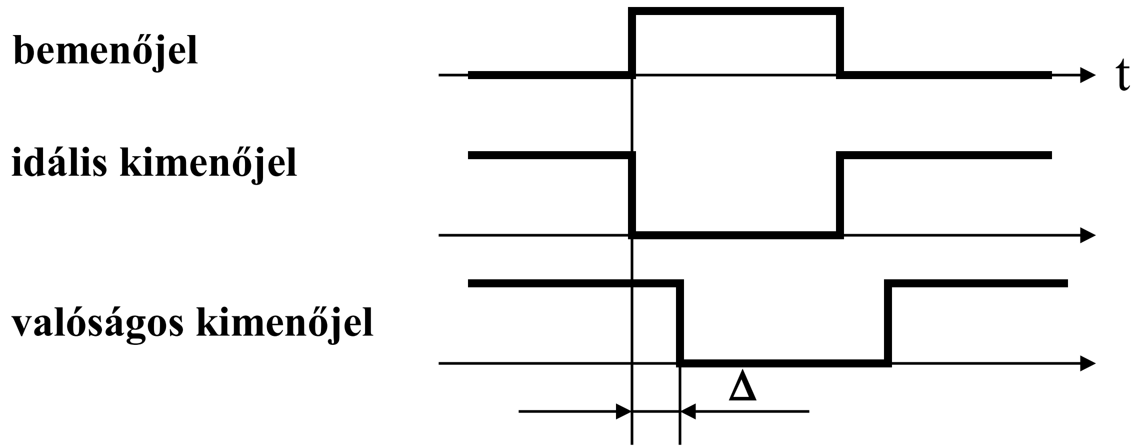
9. ELŐADÁS

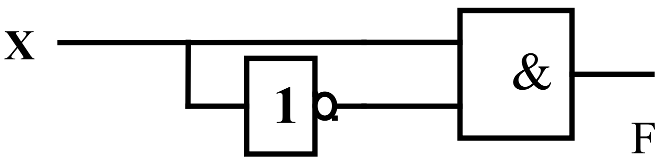
A KAPUK KÉSLELTETŐ HATÁSÁNAK FIGYELEMBEVÉTELE

- **<u>KAPUKÉSLELTETÉS</u>**
- **<u>STATIKUS HAZÁRD</u>**
- **<u>HAZÁRDMENTESÍTÉS</u>**
- **<u>EGYÉB HAZÁRDOK</u>**

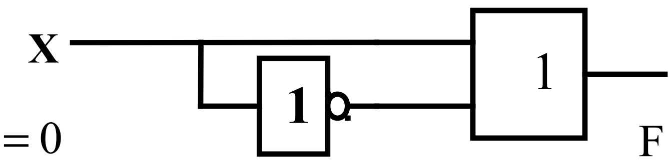
A KAPUK KÉSLELTETŐ HATÁSÁNAK FIGYELEMBEVÉTELE



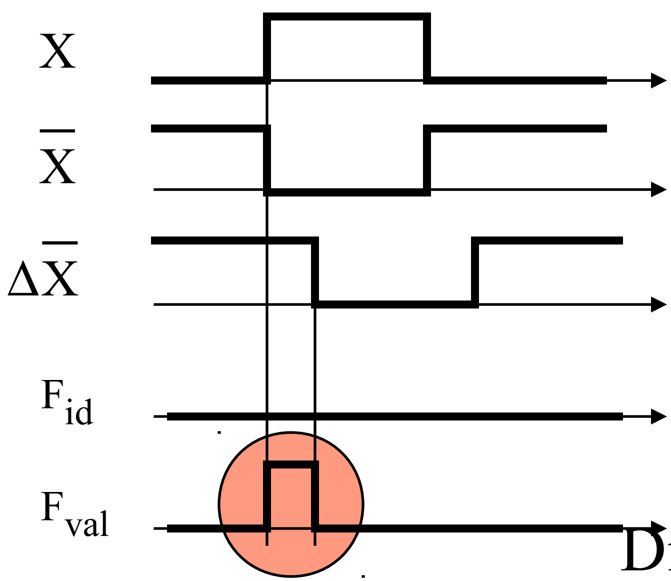


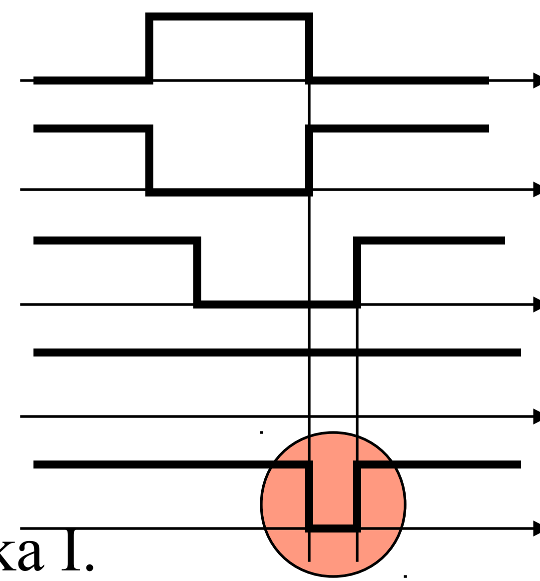


$F = X \cdot \overline{X} = 0$



$F = X + \overline{X} = 1$





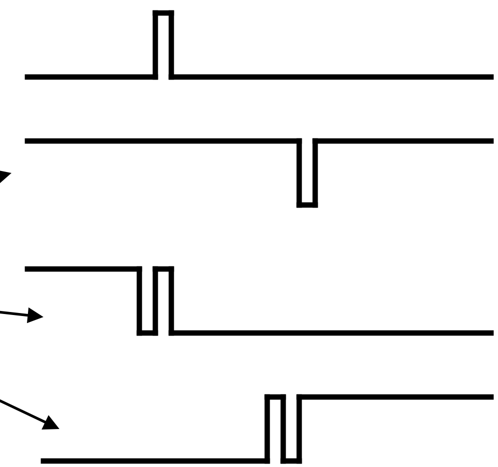
HAZÁRD

a kimeneten „0” vagy „1” impulzus nem a logikai feltétel hatására keletkezik

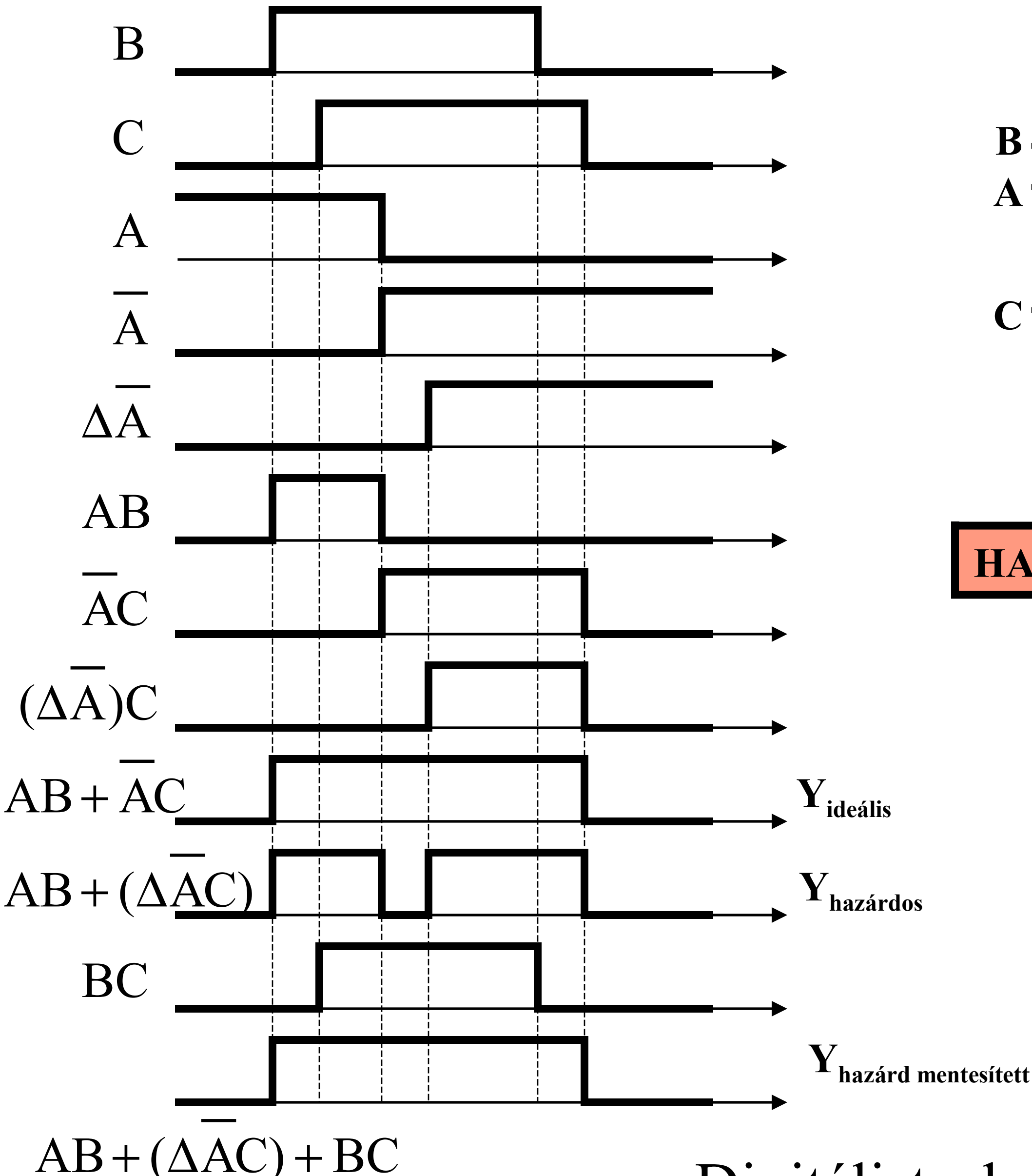
a késleltetések gyakran váratlan feltételektől (pl. melegedés) is függhetnek, ezért nem mindig ellenőrizhető

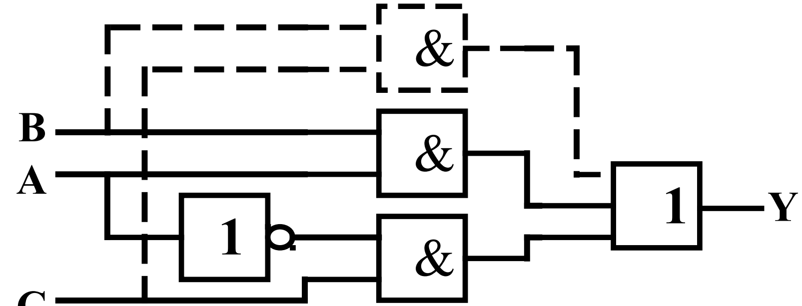
HAZÁRD TÍPUSOK

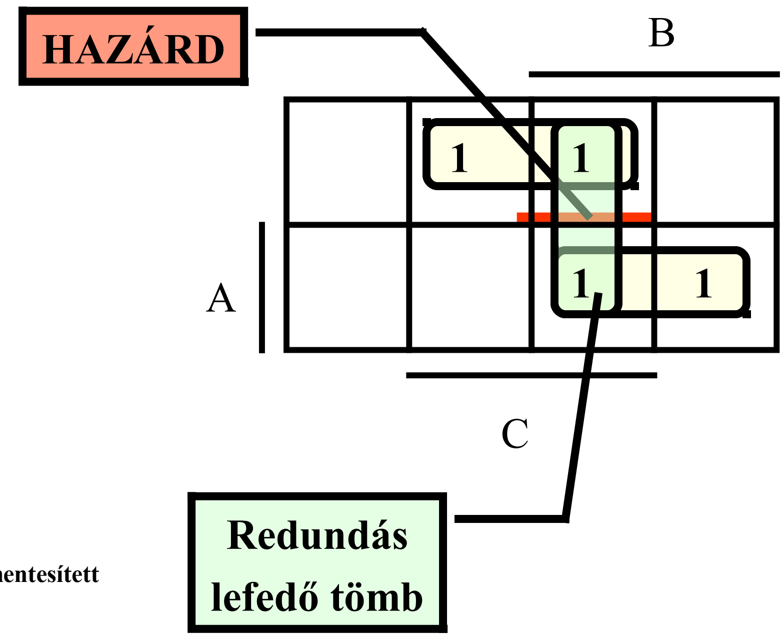
- **Logikai hazárdok**
  - **Sztatikus hazárd**
    - **„0”-ás típusú hazárd**
    - **„1”-es típusú hazárd**
  - **Dinamikus hazárd**
- **Funkcionális hazárdok**



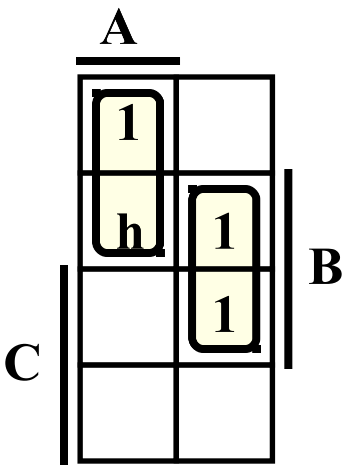
SZTATIKUS HAZÁRD

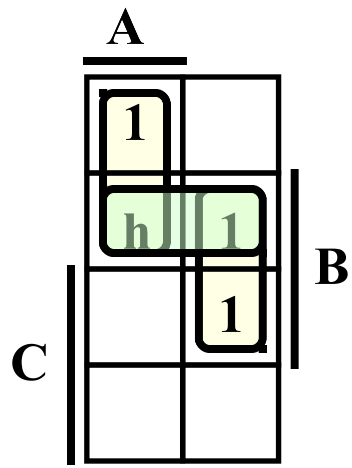


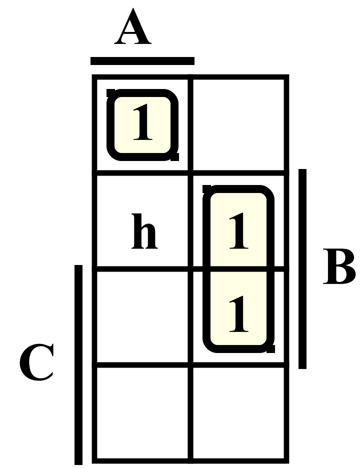


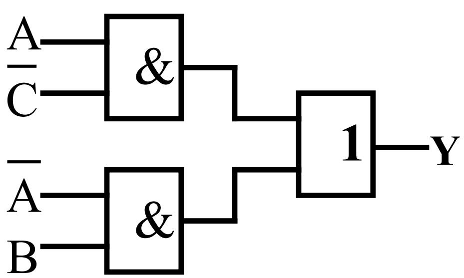


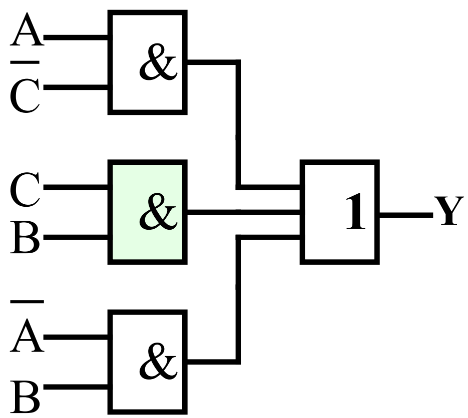
HAZÁRDMENTESÍTÉS HATÁROZATLAN ÁLLAPOT ESETÉN

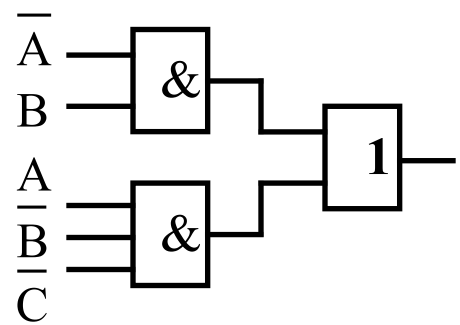








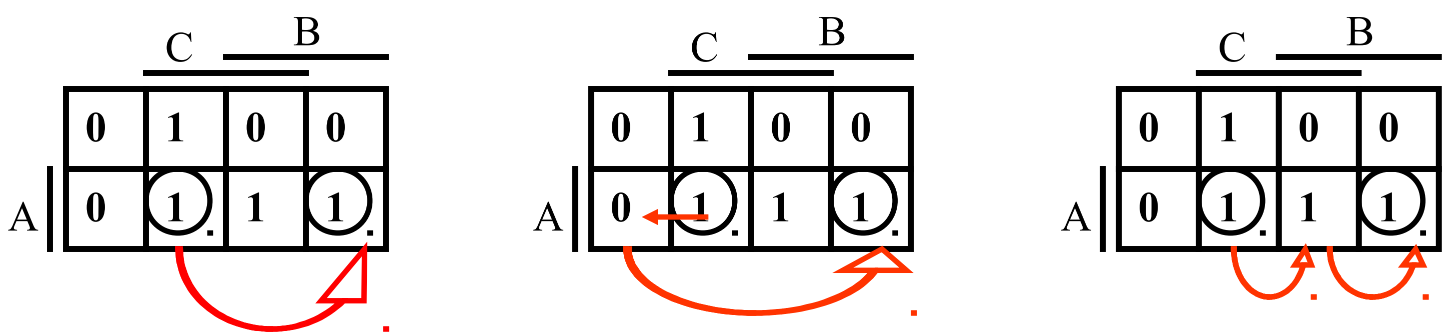




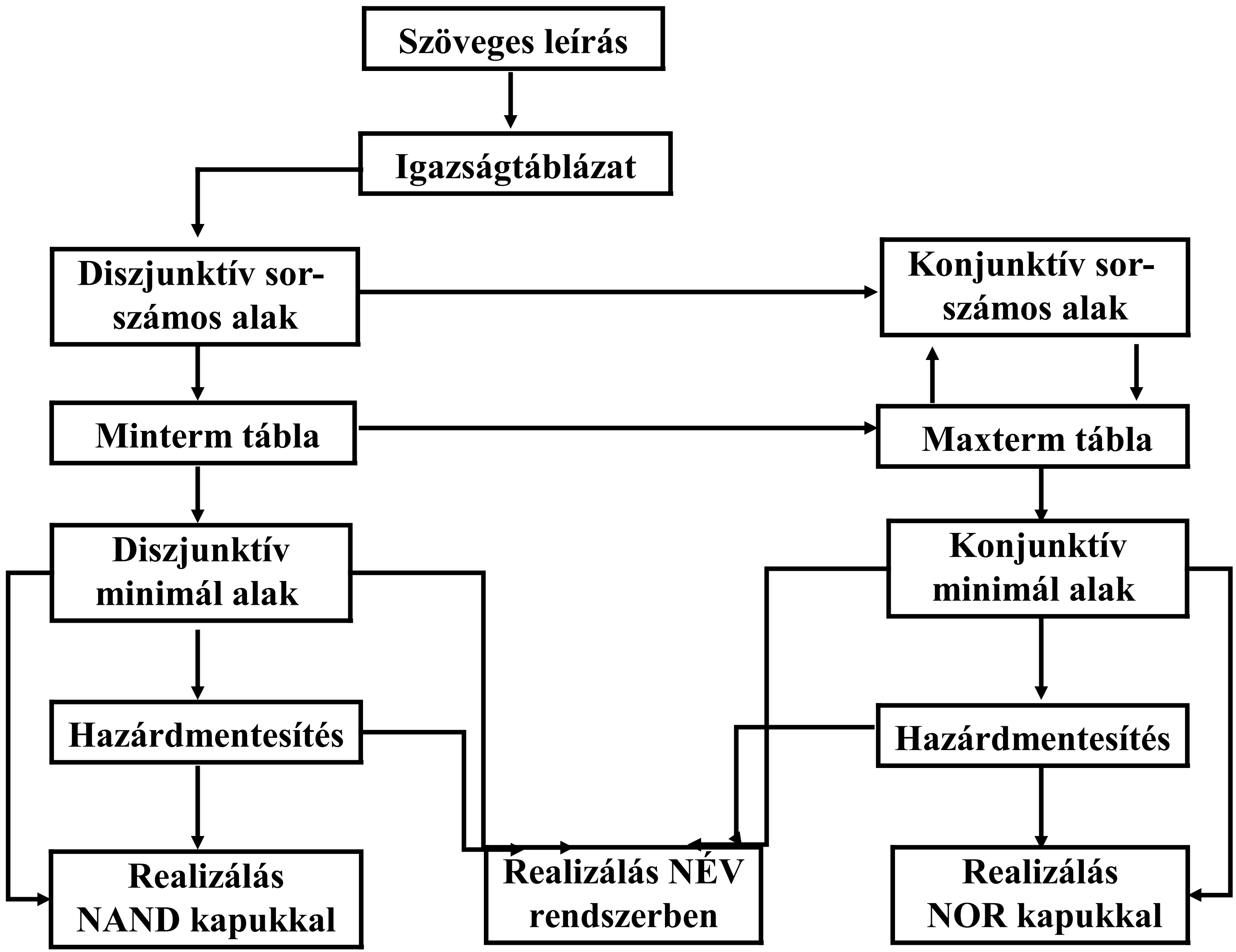
DINAMIKUS HAZÁRD

- <u>**HÁROM, VAGY TÖBB SZINTŰ HÁLÓZATOKNÁL FORDULHAT ELŐ**</u>
- <u>**A DINAMIKUS HAZÁRD BEKÖVETKEZÉSÉBEN A STATIKUS HAZÁRD JÁTSZIK SZEREPET, AZOK MEGSZÜNTETÉSÉVEL A DINAMIKUS HAZÁRD IS KIKÜSZÖBÖLHETŐ**</u>

FUNKCIONÁLIS HAZÁRD



1⇒1 **1⇒0⇒1** **1⇒1⇒1**


Szöveges leírás
Igazságtáblázat
Diszjunktív sor-számos alak
Konjunktív sor-számos alak
Minterm tábla
Maxterm tábla
Diszjunktív minimál alak
Konjunktív minimál alak
Hazárdmentesítés
Hazárdmentesítés
Realizálás NAND kapukkal
Realizálás NÉV rendszerben
Realizálás NOR kapukkal

10. ELŐADÁS

FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEK I.

- **MULTIPLEXEREK**
- **MULTIPLEXEREK BŐVÍTÉSE**
- **LOGIKAI FÜGGVÉNYEK REALIZÁLÁSA MULTIPLEXERREL**
- **DEMULTIPLEXEREK**
- **DEMULTIPLEXEREK BŐVÍTÉSE**
- **KÓDÁTALAKÍTÓK**

FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEK

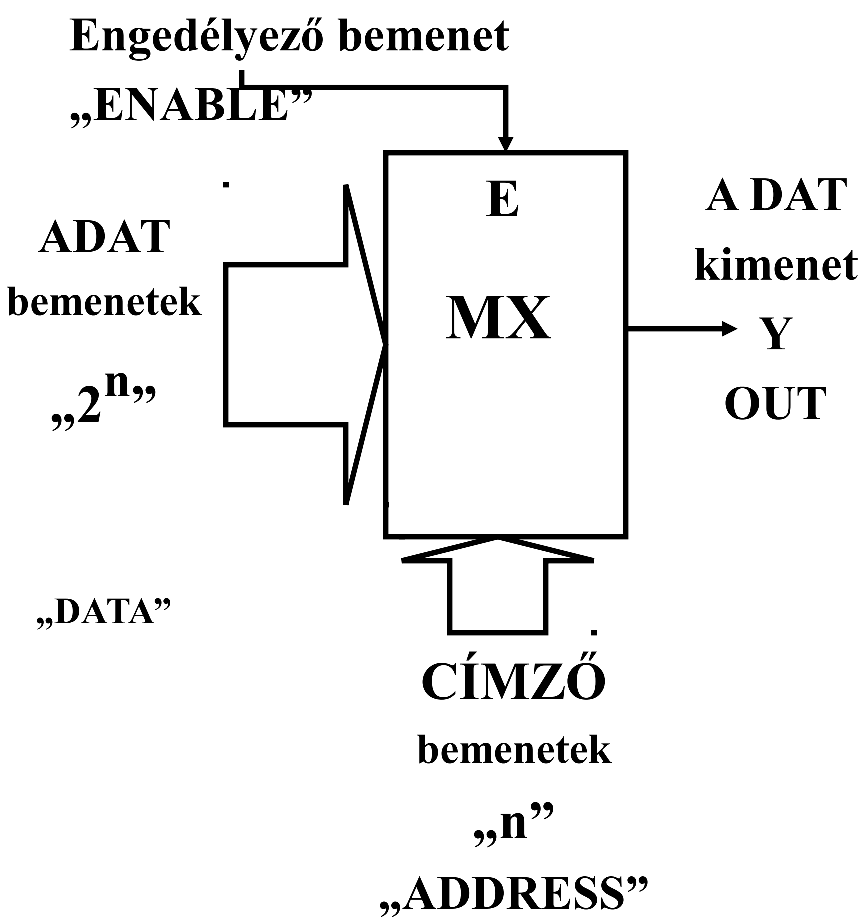
A funkcionális egységek valamely komplex feladatra kialakított, rendszerint moduláris szempontokat is figyelembevevő összetetett elektronikus hálózatok

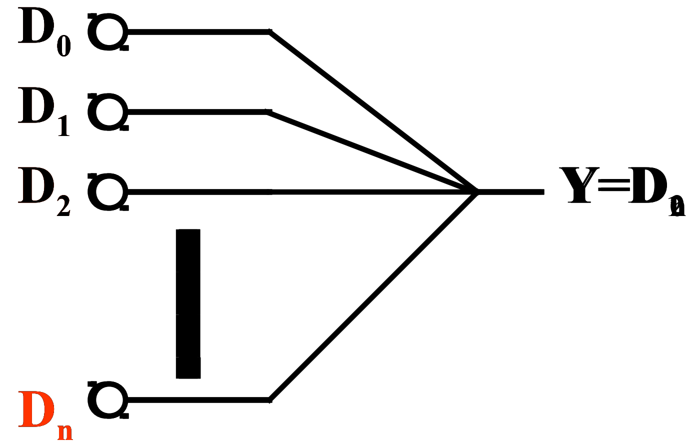
FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEK

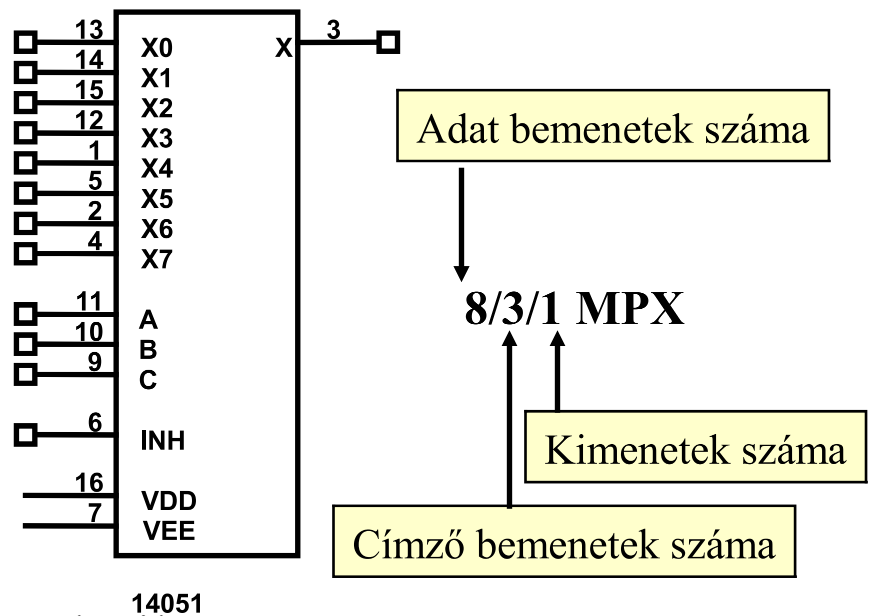
- **Kombinációs hálózatokra épülő egységek**
  - **multiplexerek/demultiplexerek**
  - **kódolók/dekódolók**
  - **összeadók**
  - **komparátorok**
- **Szekvenciális hálózatokra épülő egységek**
  - **flip-flop-ok**
  - **regiszterek**
  - **számlálók**
- **Memóriák**
  - **ROM**
  - **RAM**
- **A/D és D/A átalakítók**

KOMBINÁCIÓS HÁLÓZATOKRA ÉPÜLŐ EGYSÉGEK

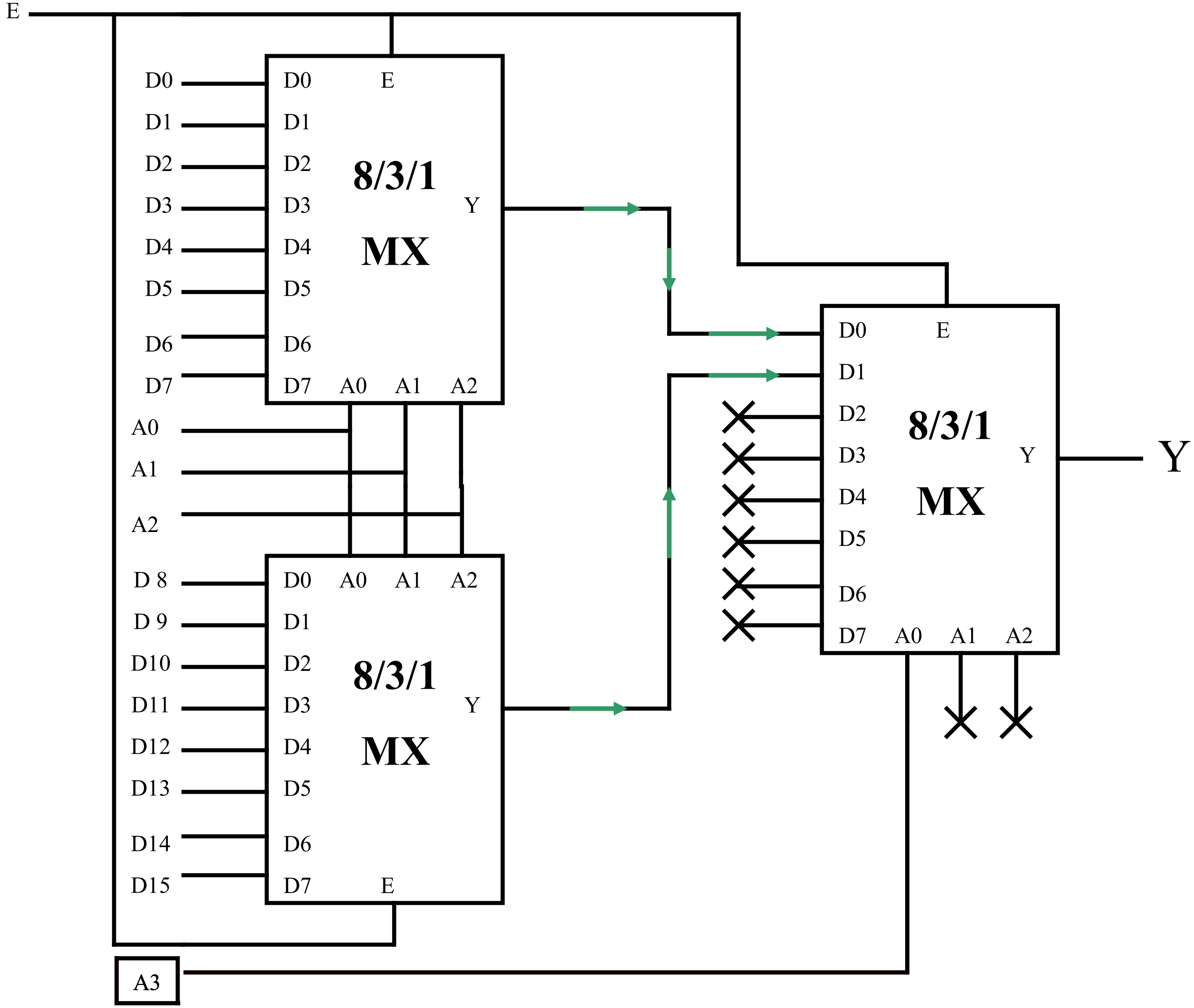
MULTIPLEXEREK



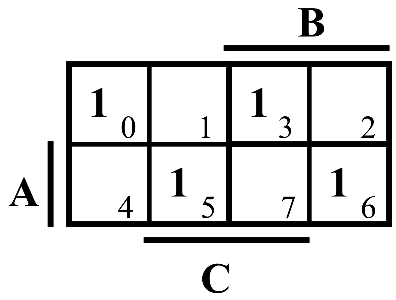




MULTIPLEXEREK BŐVÍTÉSE



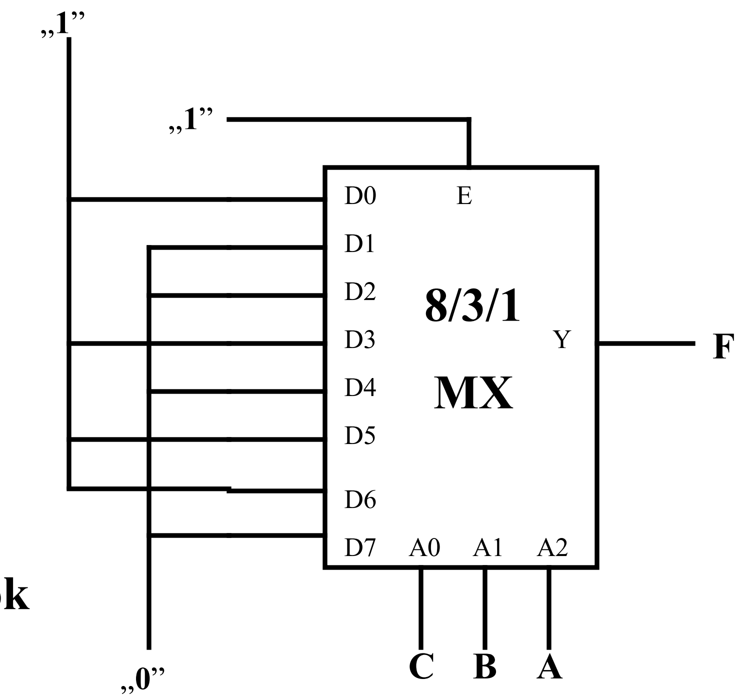
LOGIKAI FÜGGVÉNYEK REALIZÁLÁSA MULTIPLEXERREL



$$F(A,B,C)=\sum{}^{3}(0,3,5,6)$$

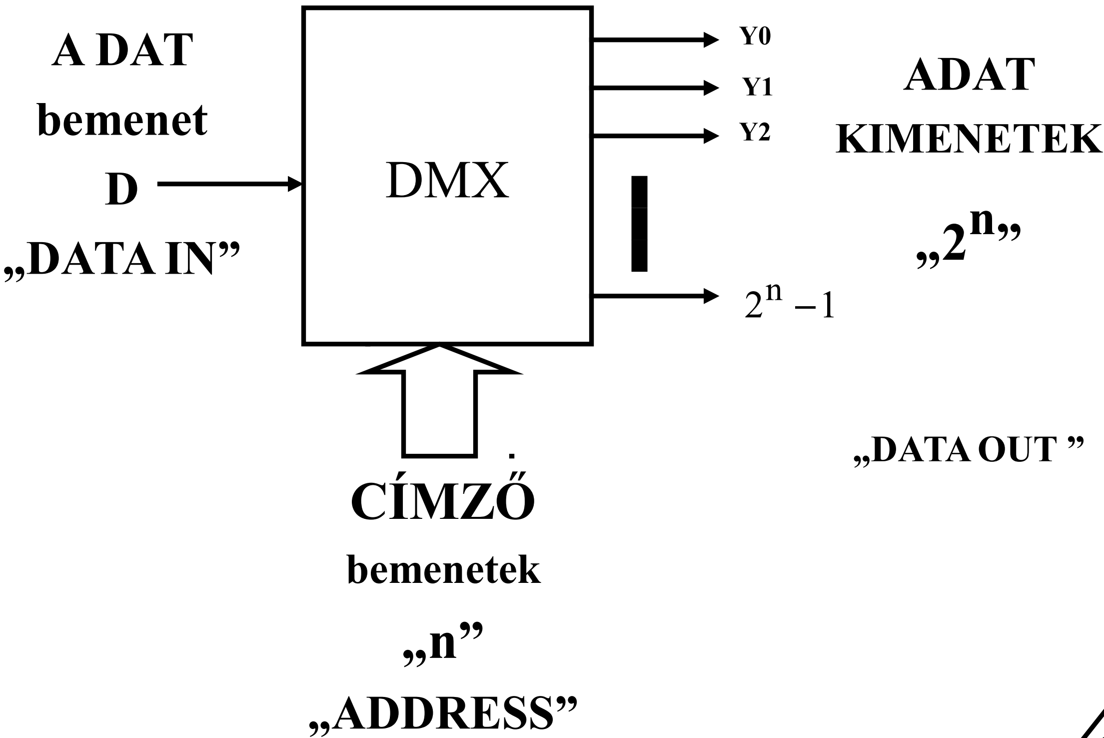
$$F(A,B,C)=\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}\cdot B\cdot C+A\cdot\overline{B}\cdot C+A\cdot B\cdot\overline{C}$$

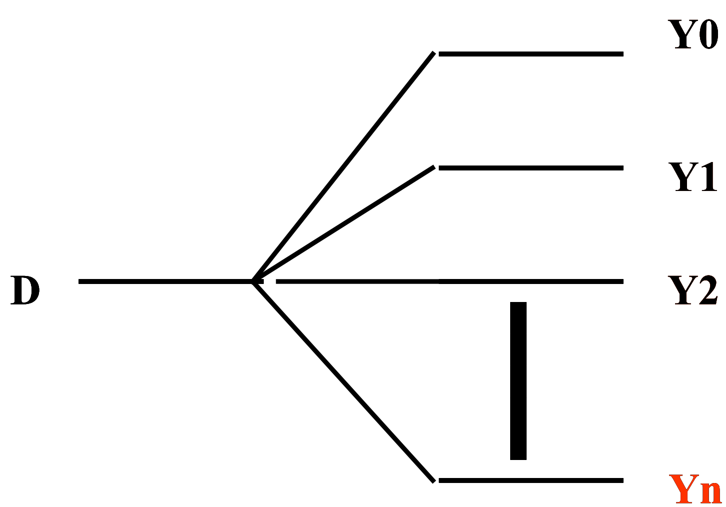
Kapukkal minimum 3 tok

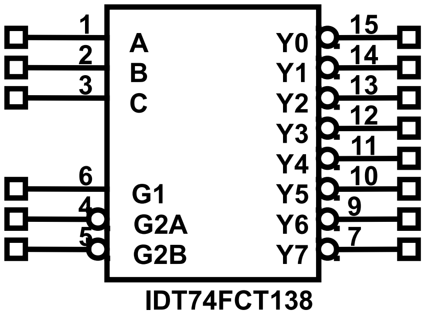


Multiplexerrel egyetlen tok

DEMULTIPLEXEREK







3/3/8 DMX

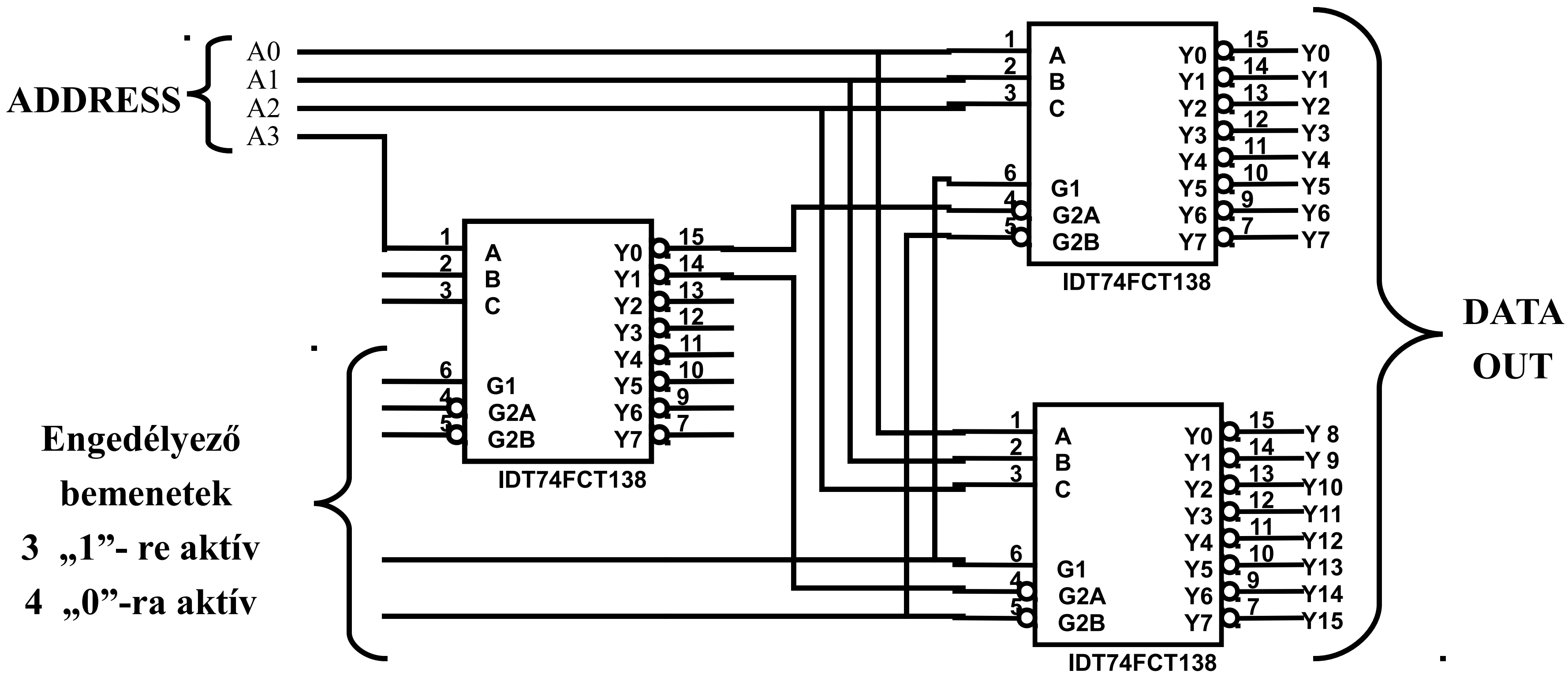
A=2^0, B= 2^1, C= 2^2, címző bemenetek

Y0-Y7 kimenetek

bamenőjel=G1*G2A*G2B

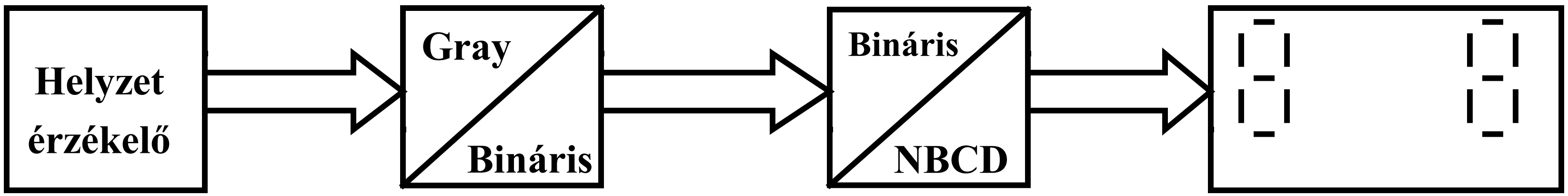
	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
	0	0	0	D	1	1	1	1	1	1	1
	0	0	1	1	D	1	1	1	1	1	1
	0	1	0	1	1	D	1	1	1	1	1
Ha G1*G2A*G2B=1	0	1	1	1	1	1	D	1	1	1	1
	1	0	0	1	1	1	1	D	1	1	1
	1	0	1	1	1	1	1	1	D	1	1
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	D	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	D
Ha G1*G2A*G2B=0	h	h	h	1	1	1	1	1	1	1	1

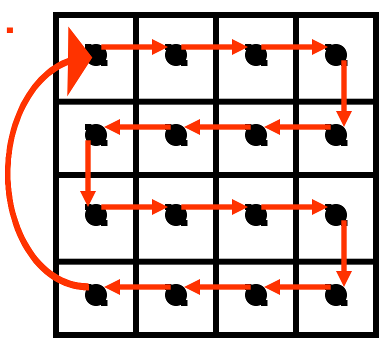
DEMULTIPLEXEREK BŐVÍTÉSE



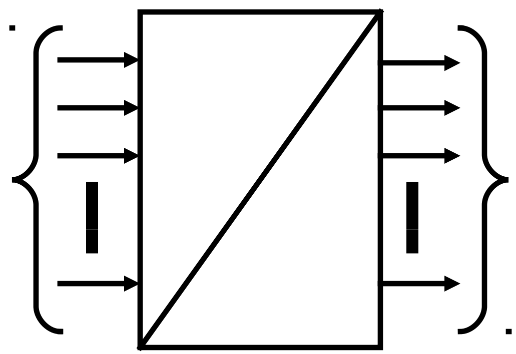
KÓDÁTALAKÍTÓK

Kódátalakítókra akkor van szükség, ha az adatforrás és a nyelő kódrendszere nem egyezik meg. Pl.:





Gray
0 0 0 0
0 0 0 1
0 0 1 1
0 0 1 0
0 1 1 0
0 1 1 1
0 1 0 1
0 1 0 0
1 1 0 0
1 1 0 1
1 1 1 1
1 1 1 0
1 0 1 0
1 0 1 1
1 0 0 1
1 0 0 0



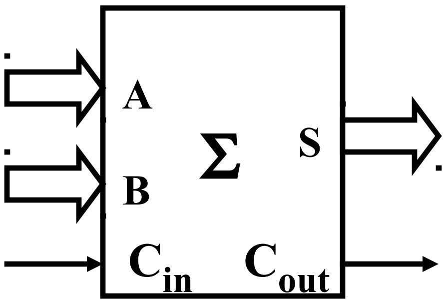
10	1
8421	**8421**
0 0 0 0	0 0 0 0
0 0 0 0	0 0 0 1
0 0 0 0	0 0 1 0
0 0 0 0	0 0 1 1
0 0 0 0	0 1 0 0
0 0 0 0	0 1 0 1
0 0 0 0	0 1 1 0
0 0 0 0	0 1 1 1
0 0 0 0	1 0 0 0
0 0 0 0	1 0 0 1
0 0 0 1	1 0 1 0
0 0 0 1	1 0 1 1
0 0 0 1	1 1 0 0
0 0 0 1	1 1 0 1
0 0 0 1	1 1 1 0
0 0 0 1	1 1 1 1

11. ELŐADÁS

FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEK II.

- **BINÁRIS ÖSSZEADÓK**
- **SOROS / PÁRHUZAMOS ÁTVITELKÉPZÉS**
- **BCD ÖSSZEADÓK**
- **KIVONÓK ARITMETIKAI LOGIKAI EGYSÉGEK**
- **KOMPARÁTOROK**
- **KOMPARÁTOROK BŐVÍTÉSE**

ÖSSZEADÓK



Az összeadó áramkörök (adder) az A és B bemeneteiken érkező számoknak valamint az előző helyérték átvitelének (Cin-carry)az összegét (S) és átvitelét (Cout) állítja elő kimeneteiken

- **Fél összeadók** **(half adder)**
- **Teljes összeadók** **(full adder)**

Működési mód tekintetében:

- **SOROS ÖSSZEADÓK**
- **PÁRHUZAMOS ÖSSZEADÓK**

Az operandusok kódolását tekintve:

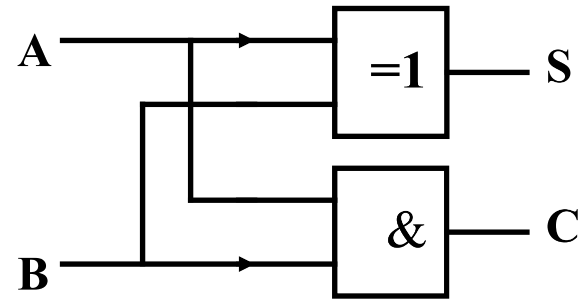
- **BINÁRIS ÖSSZEADÓK**
- **BCD ÖSSZEADÓK**

FÉL ÖSSZEADÓK

Nem veszik figyelembe az előző helyérték átvitelét

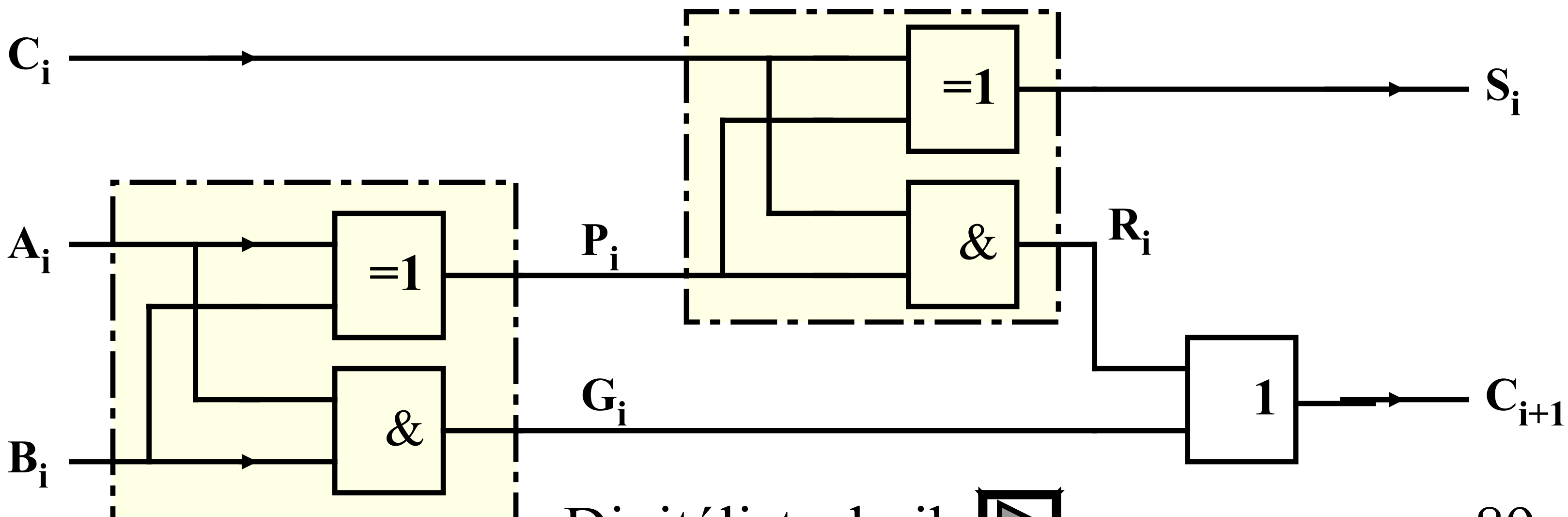
0+0=0
0+1=1
1+0=1
1+1=10

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



Csak a legkisebb helyértéken használható

TELJES ÖSSZEADÓK



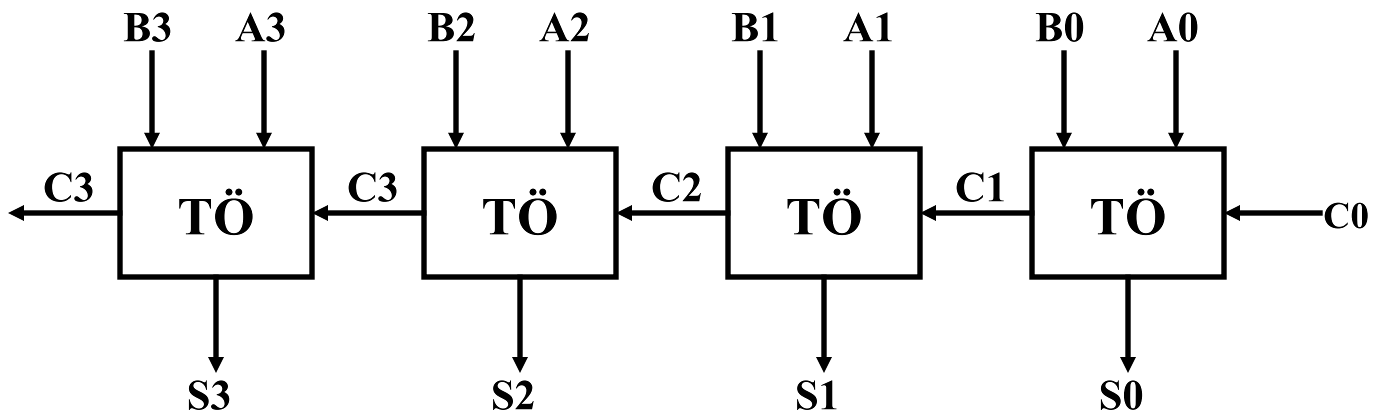
TELJES ÖSSZEADÓK

Bemenet			Belső			Kimenet		Decimális
Ai	**Bi**	**Ci**	**Pi**	**Gi**	**Ri**	**Si**	**Ci+1**	**Í**
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	0	1	2
0	0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0	1	2
1	0	1	1	0	1	0	1	2
1	1	1	0	1	0	1	1	3

$$S_i = A_i + B_i + C_i$$

$$C_{i+1} = A_i B_i + A_i C_i + B_i C_i$$

SOROS ÁTVITELŰ 4 BITES ÖSSZEADÓ



S_i és C_i eredményt csak azután kapjuk meg amikor C_{i-1} felvette végső értékét.

LASSÚ!!!

PÁRHUZAMOS ÁTVITELŰ 4 BITES ÖSSZEADÓ

$$C_{i+1} = A_iB_i + \underbrace{(A_i + B_i)}_{Pi}C_i$$

Generate carry — Gi

Pi — Propagate carry

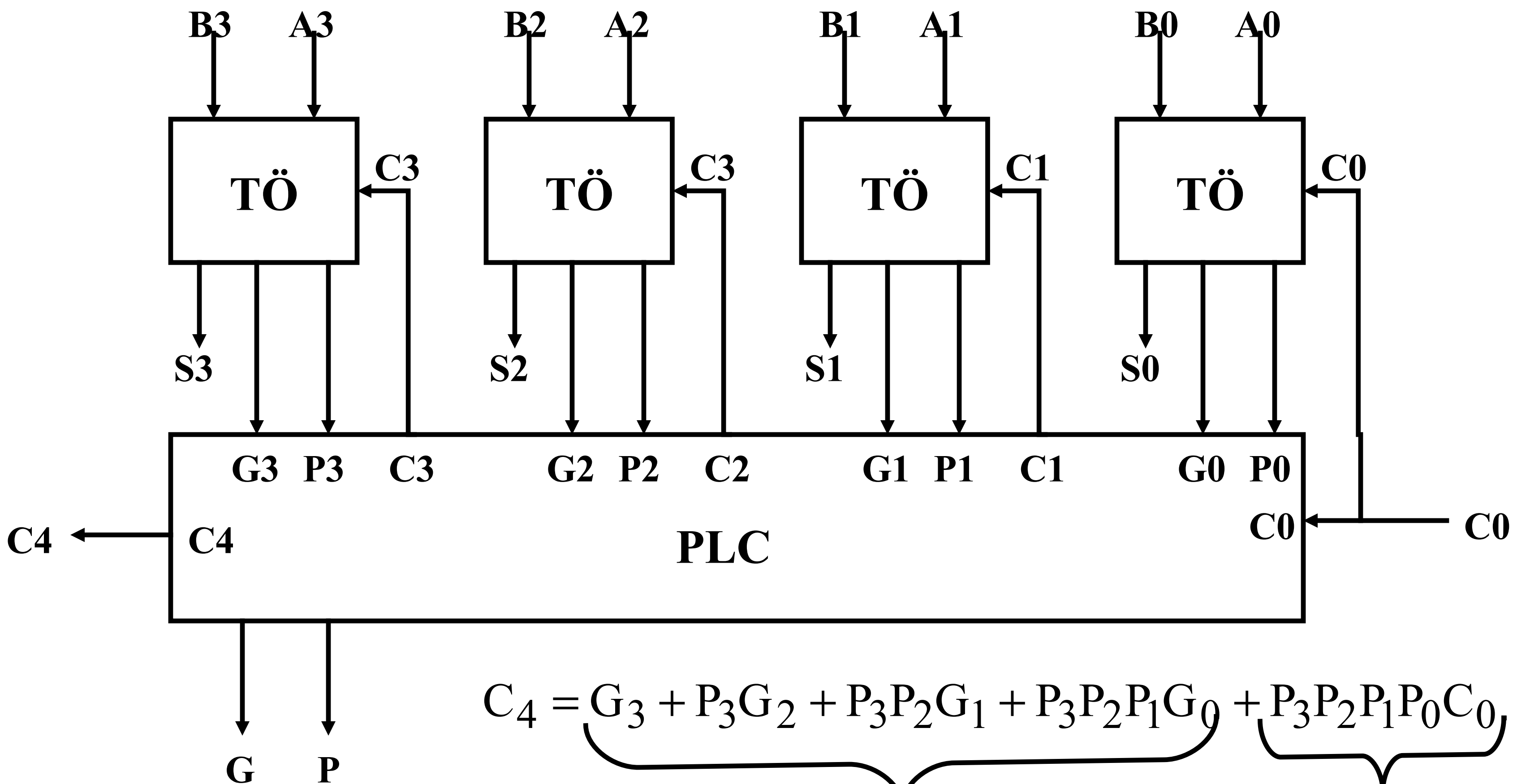
$$C_1 = G_0 + P_0C_0$$

$$C2 = G_1 + P_1C_1 = G_1 + P_1G_0 + P_1P_0C_0$$

$$C_3 = G_2 + P_2C_2 = G_2 + P_2G_1 + P_2P_1G_0 + P_2P_1P0C_0$$

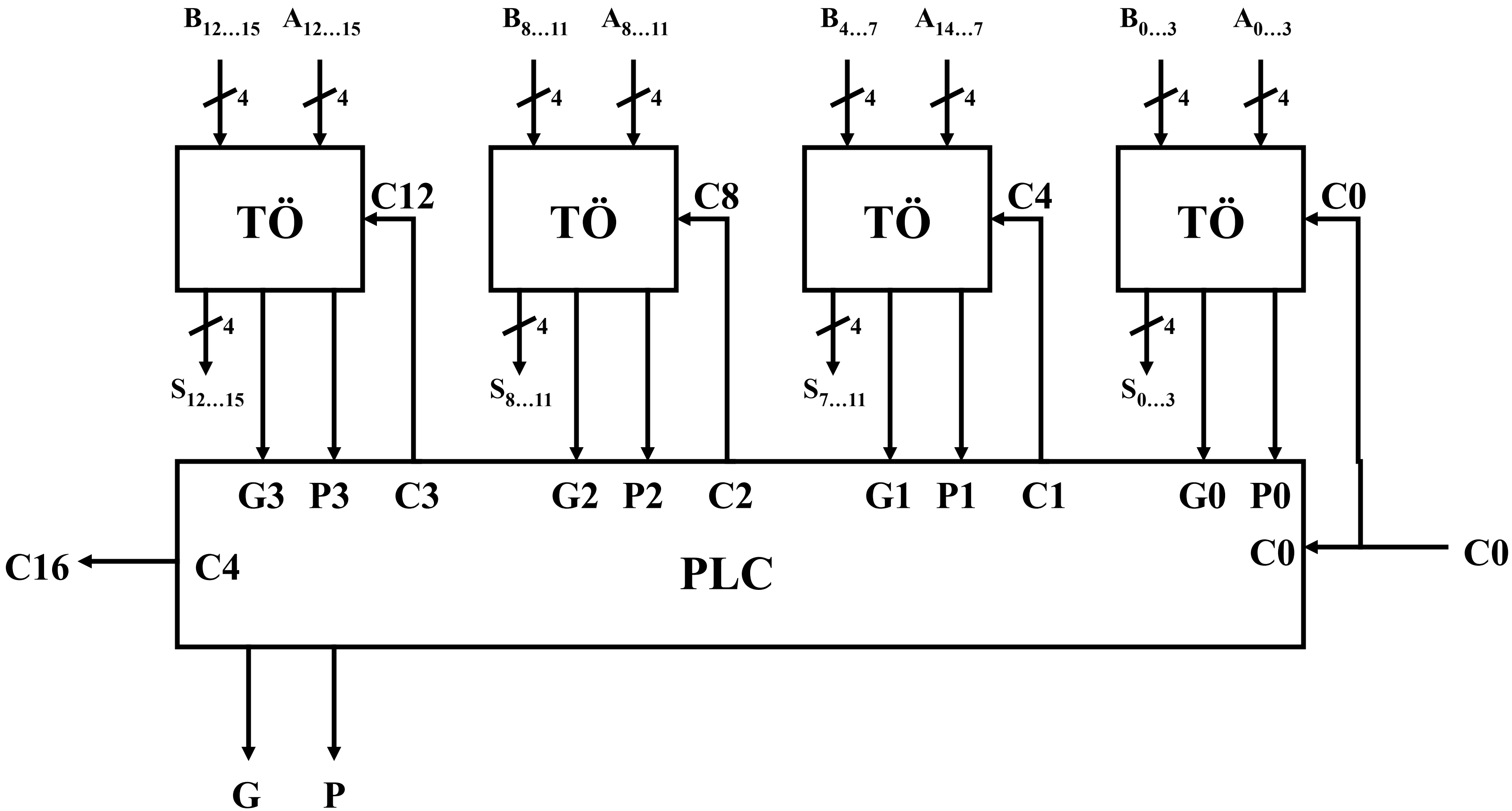
$$C_4 = G_3 + P_3C_3 = G_3 + P_3G_2 + P_3P_2G_1 + P_3P_2P_1G_0 + P_3P_2P_1P_0C_0$$

Párhuzamos átviteli logikájú 4 bites összeadó

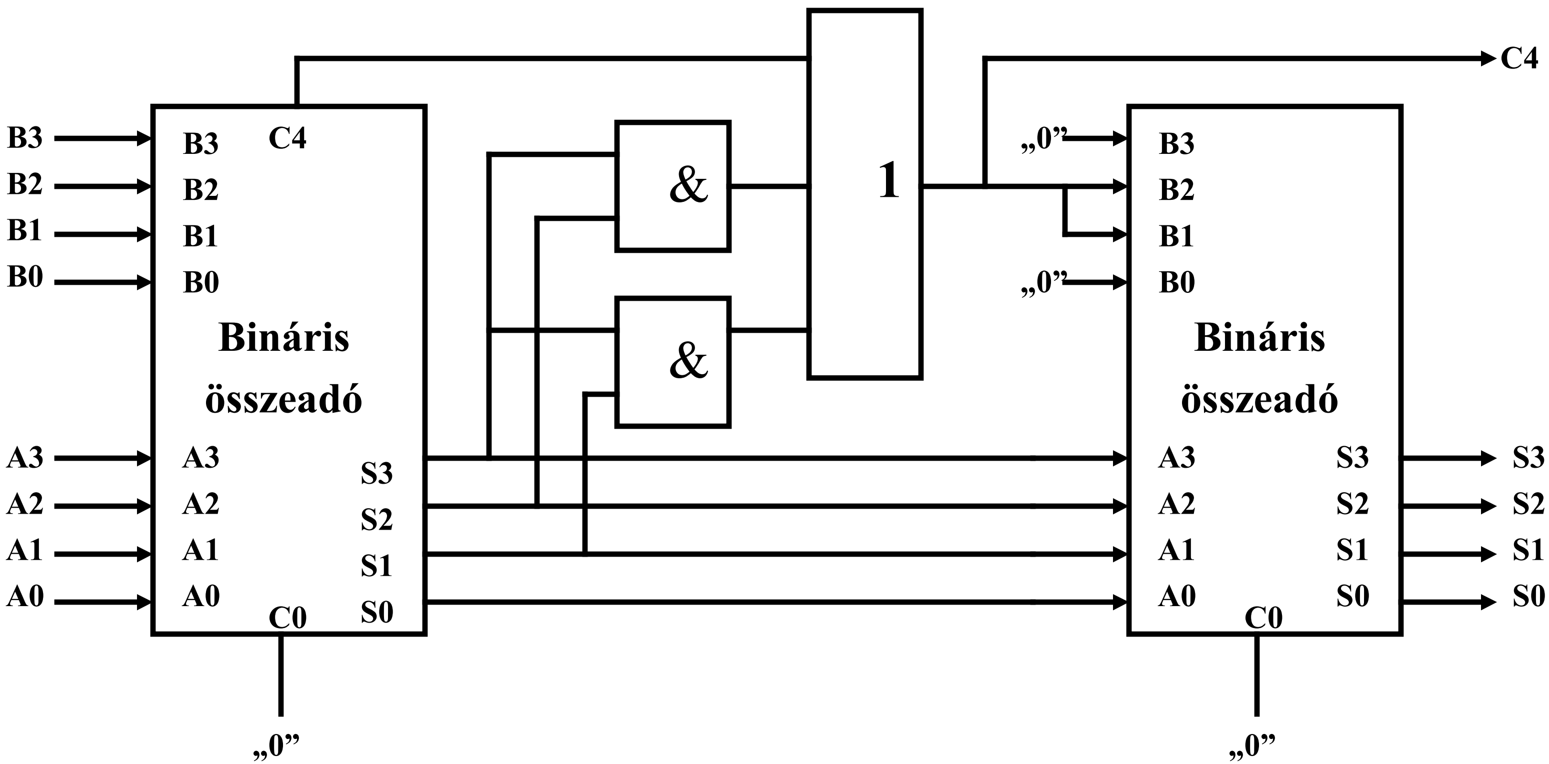


$$C_4 = \underbrace{G_3 + P_3G_2 + P_3P_2G_1 + P_3P_2P_1G_0}_{G} + \underbrace{P_3P_2P_1P_0C_0}_{P}$$

Kétsíkú párhuzamos átviteli logikájú 16 bites összeadó



BCD számok összeadása



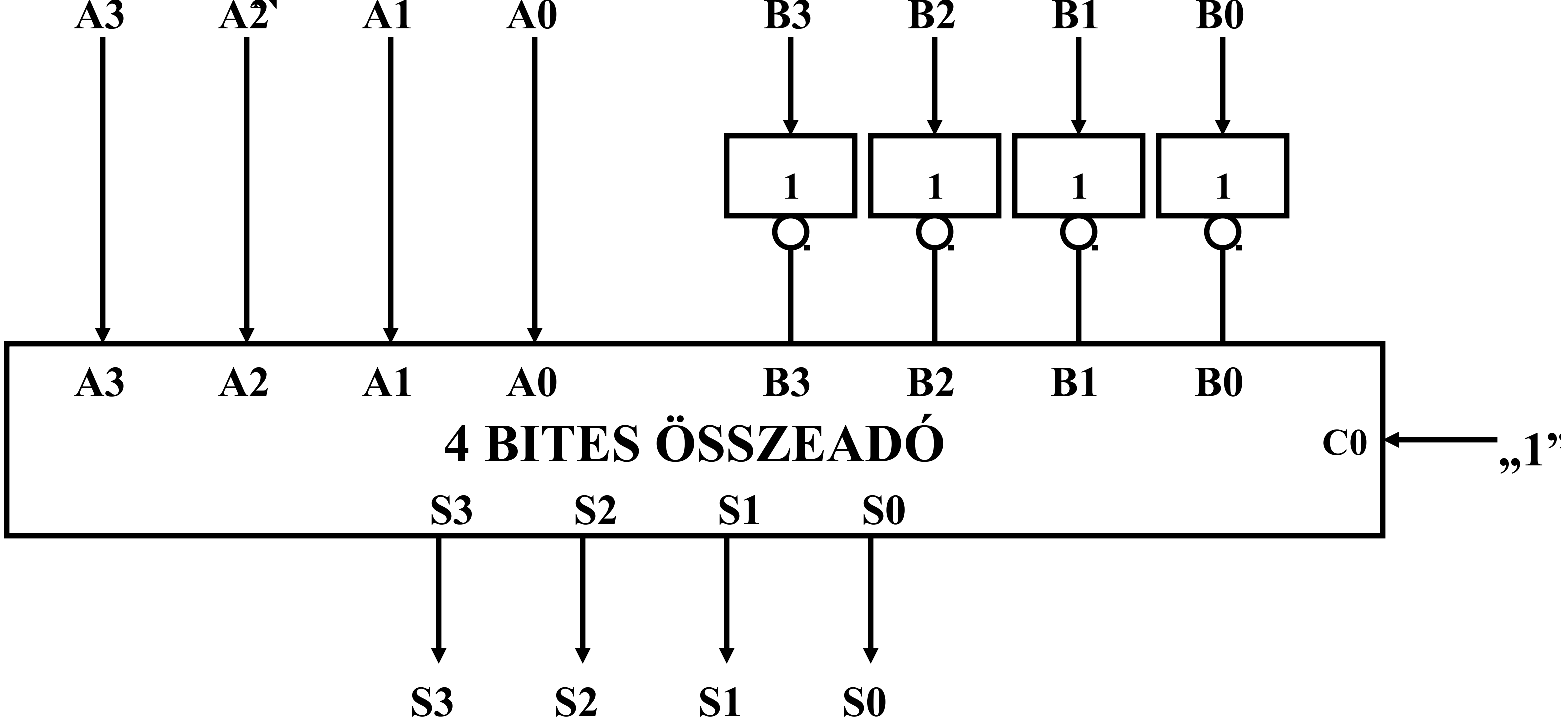
KIVONÁS

$A\text{-}B=A+(-B)$

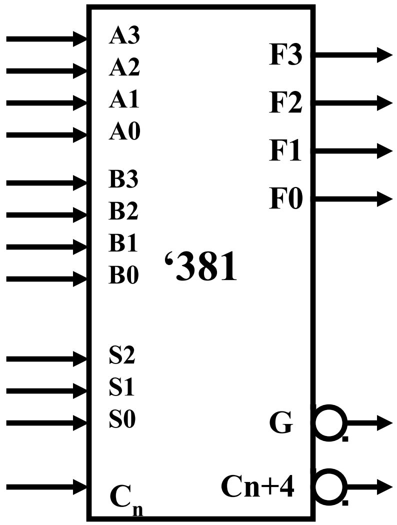
$-B_N = B_N^{(2)}$

$B_2^{(2)} = \overline{B}+1$

$A\text{-}B=A+ B_N^{(2)}$



ARITMETIKAI-LOGIKAI EGYSÉGEK

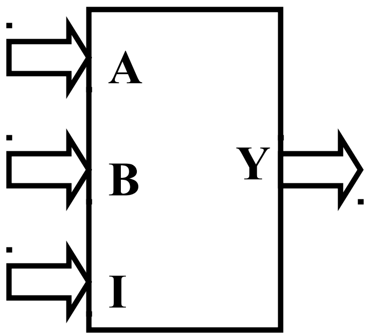


Az aritmetikai-logikai egységek olyan kombinációs hálózatok, amelyek a bemeneteikre érkező két számmal (A és B) az S bemeneteken megadott logikai vagy aritmetikai műveletet végzik el, és az eredményt az F kimeneteken jelenítik meg. Összeadás és kivonás művelet elvégzésekor figyelembe veszik az előző helyérték átvitelét (Cn), és az előállított átvitelt továbbítják a következő helyértékre (C).

Jelnév	Név	Funkció
A_3-A_0		Első négy bites operandus
B_3-B_0		Második négy bites operendus
S_2-S_0	Select-kiválasztás	Művelet kiválasztás
C_n	Carry-átvitel	Átvitel az előző helyértékről
F_3-F_0	Function-függvény	A művelet eredménye
G	Generation-előállítás	Kimenet az átvitel gyorsítóhoz
P	Propagation-terjedés	Kimenet az átvitel gyorsítóhoz
Cn+4	Carry-átvitel	Átvitel a következő helyértékre

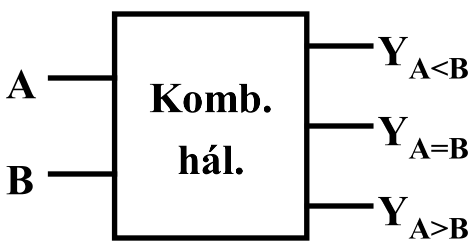
S2	S1	S0	Művelet
0	0	0	F=0000
0	0	1	F=B-A
0	1	0	F=A-B
0	1	1	F=A+B
1	0	0	$F=A\oplus B$
1	0	1	$F=A\vee B$
1	1	0	$F=A\wedge B$
1	1	1	F=1111

KOMPARÁTOROK

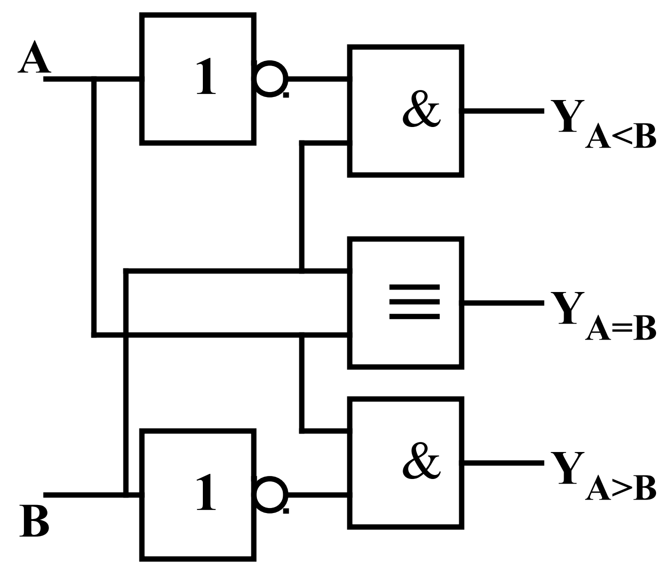


A komparátorok olyan kombinációs hálózatok, amelyek a bemenetükre érkező két szám (A és B) nagyságának egymáshoz való viszonyát, relációját (kisebb, egyenlő, nagyobb) mutatja meg az Y kimeneteken, lehetőséget biztosítva a bővítésre az I jelű bemenetek segítségével.

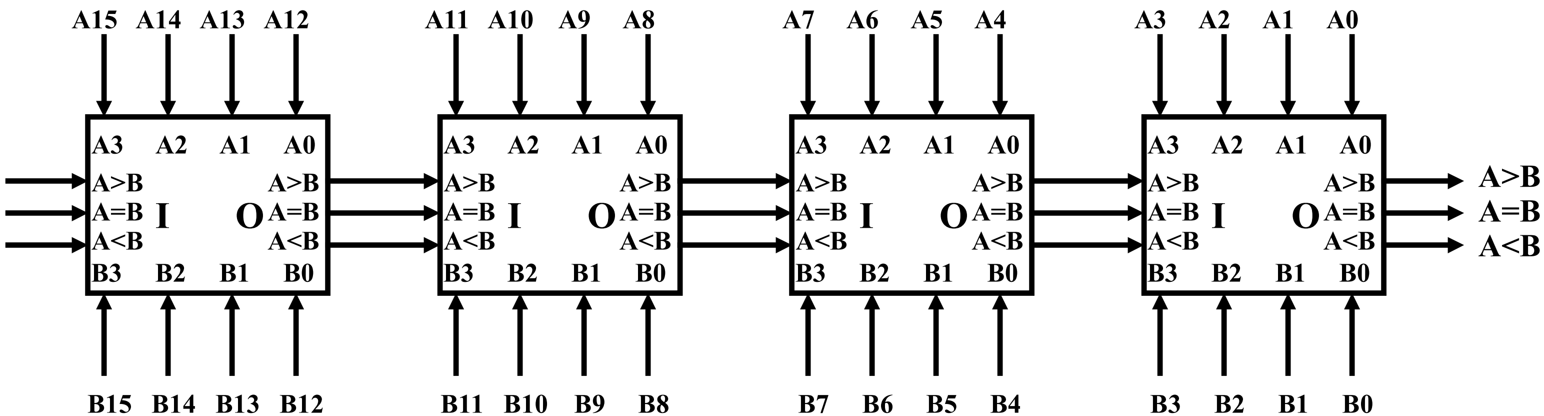
Egy bites komparátor



A	B	$Y_{A<B}$	$Y_{A=B}$	$Y_{A>B}$
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0



KOMPARÁTOROK SOROS BŐVÍTÉSE



FUNCTION TABLES

COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B2	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	H	L	L	H

'85, 'LS85, 'S85

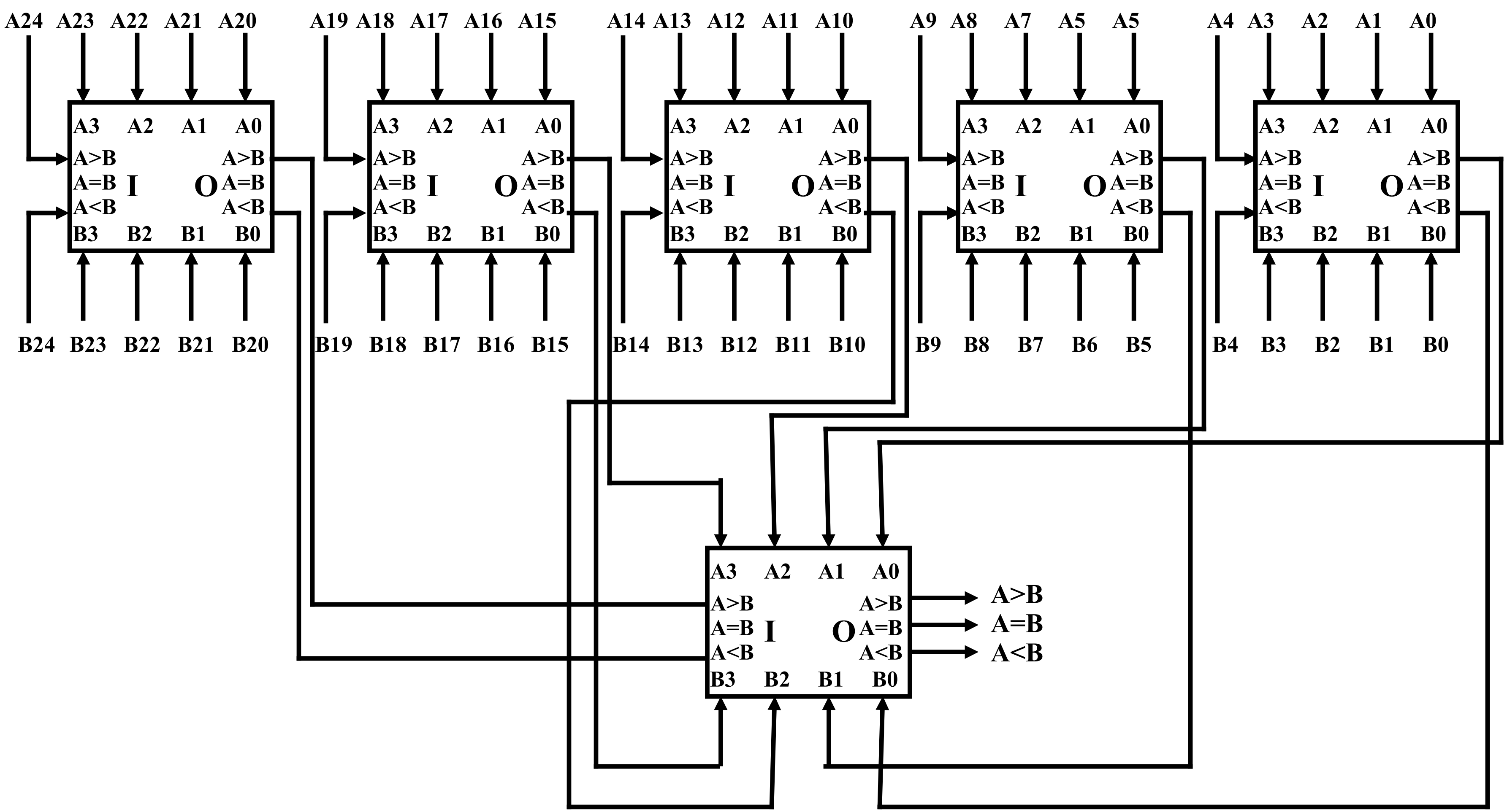
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	L	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	H	H	L

'L85

A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	H	L	H	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	H	H	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	H	H	H	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	H	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	L	L	L

H = high level, L = low level, X = irrelevant

KOMPARÁTOROK PÁRHUZAMOS BŐVÍTÉSE



12. ELŐADÁS

TÁROLÓK

- **SZEKVENCIÁLIS HÁLÓZATOK**
- **RS TÁROLÓK**
- **JK TÁROLÓK**
- **T ÉS D TÍPUSÚ TÁROLÓK**

SZEKVENCIÁLIS HÁLÓZATOK

- **SZEKVENCIÁLIS HÁLÓZATOK FOGALMA**
- **A TÁROLÓK**
  - **ALAPTÍPUSOK**
  - **FIZIKAI VEZÉRLÉS**
- **SZÁMLÁLÓK**
  - **SZINRON SZÁMLÁLÓK**
  - **ASZINKRON SZÁMLÁLÓK**
- **REGISZTEREK**

SZEKVENCIÁLIS HÁLÓZATOK FOGALMA

Logikai függvény

kombinációs hálózat
a bemeneti változók pillanatértéke egyértelmüen meghatározza a kimeneti változók értékét

szekvenciális hálózat
a kimeneti változók értékét a bemeneti változok és a belsõ állapotok határozzák meg

Belső állapot függvények

$$Q_1' = F_{Q1}(X_1, X_2, \ldots X_n, Q_1, Q_2, \ldots Q_p)$$

$$Q_2' = F_{Q2}(X_1, X_2, \ldots X_n, Q_1, Q_2, \ldots Q_p)$$

$$Q_p' = F_{Qp}(X_1, X_2, \ldots X_n, Q_1, Q_2, \ldots Q_p)$$

Kimeneti függvények

$$Z_1 = F_{Z1}(X_1, X_2, \ldots X_n, Q_1, Q_2, \ldots Q_p)$$

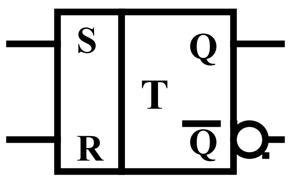
$$Z_2 = F_{Z2}(X_1, X_2, \ldots X_n, Q_1, Q_2, \ldots Q_p)$$

$$Z_p = F_{Zm}(X_1, X_2, \ldots X_n, Q_1, Q_2, \ldots Q_p)$$

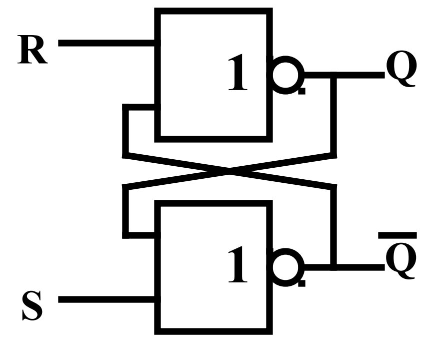
TÁROLÓK

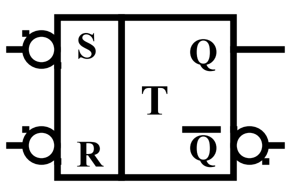
- **ÜZEMMÓDJAIK:**
  - **beírás SET a tárolóba logikai „1” beírása**
  - **törlés RESET a tárolóba logikai „0” beírása**
  - **tárolás STORE az előző állapot (0 vagy 1) megtartása**
- **TÍPUSAIK:**
  - **R-S tároló**
  - **J-K tároló**
  - **D tároló**
  - **T tároló**
- **VEZÉRLÉSI TÍPUSOK:**
  - **sztatikus tárolók**
  - **kapuzott tárolók**
  - **közbenső tárolású tárolók**
    - **élekkel vezérelt tárolók**
    - **élvezérlésű tárolók**
  - **vegyes vezérlésű tárolók**

R-S TÁROLÓK

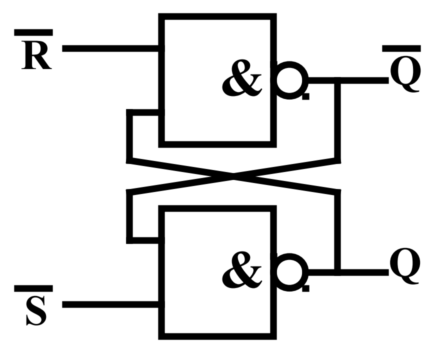


R	S	Q^{n+1}	$\overline{Q^{n+1}}$	Művelet
0	0	Q^n	$\overline{Q^n}$	tárolás
0	1	1	0	beírás
1	0	0	1	törlés
1	1	T	T	tiltott

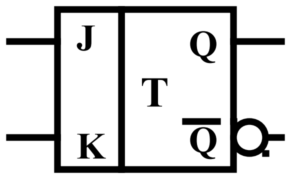


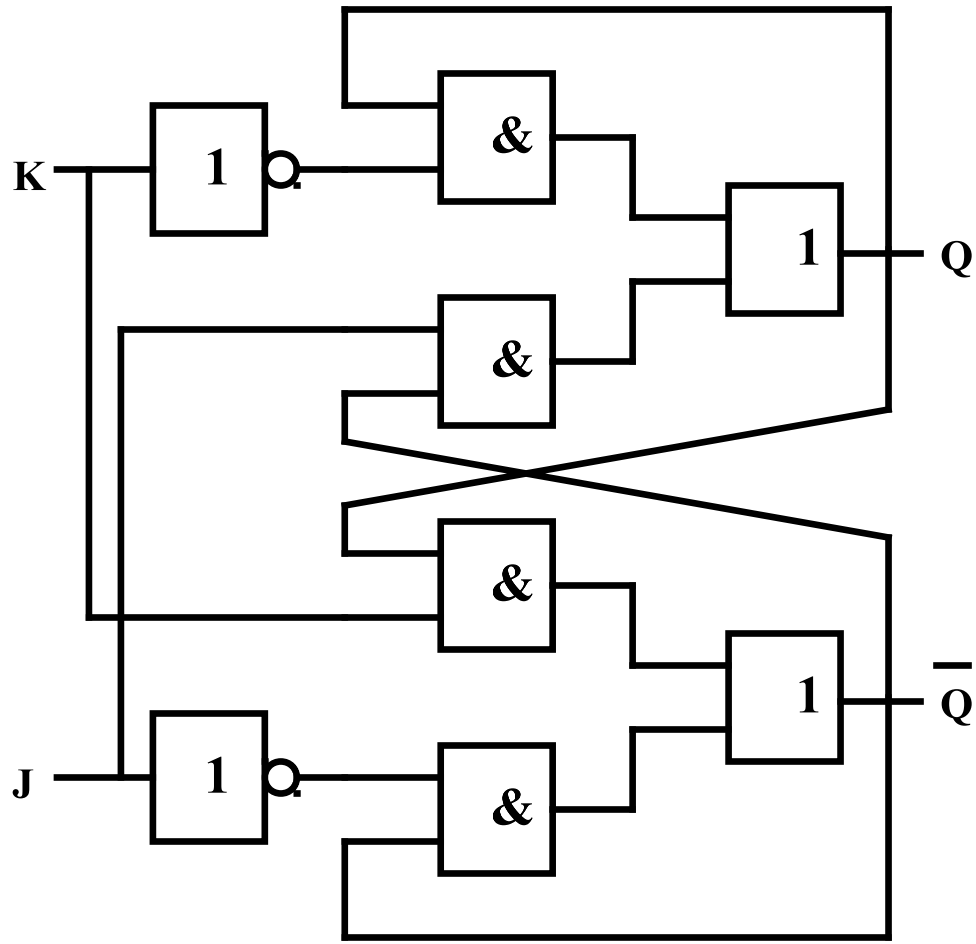


$\overline{R}$	$\overline{S}$	Q^{n+1}	$\overline{Q^{n+1}}$	Művelet
0	0	T	T	tiltott
0	1	0	1	törlés
1	0	1	0	beírás
1	1	Q^n	$\overline{Q^n}$	tárolás



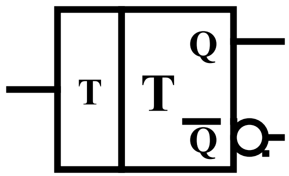
J-K TÁROLÓK



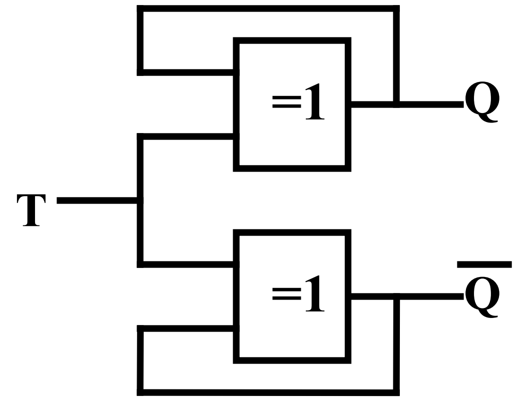


J	K	Q^{n+1}	$\overline{Q^{n+1}}$	Művelet
0	0	Q^n	$\overline{Q}^n$	tárolás
0	1	0	1	beírás
1	0	1	0	törlés
1	1	$\overline{Q}^n$	Q^n	negálás

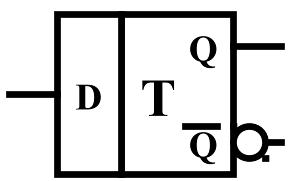
„T” TÍPUSÚ TÁROLÓ



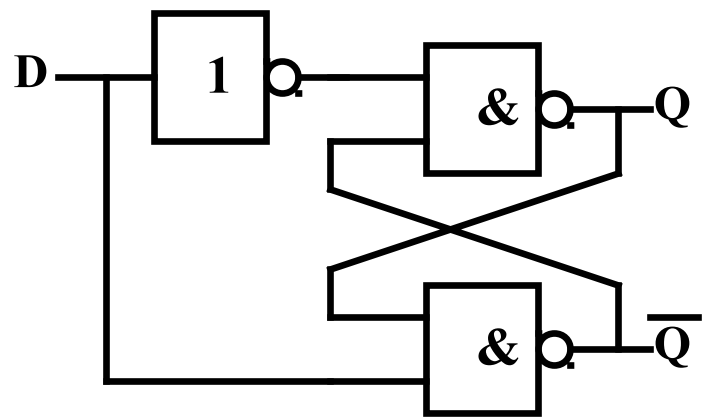
T	Q^{n+1}
0	Q^n
1	$\overline{Q^n}$



„D” TÍPUSÚ TÁROLÓ



D	Q^{n+1}
0	0
1	1

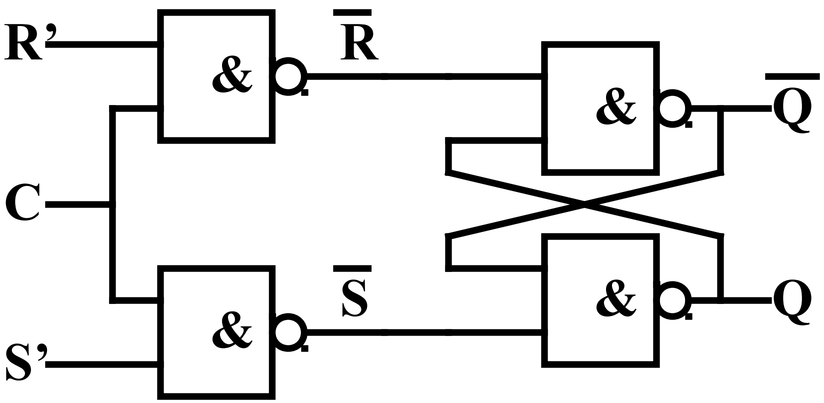


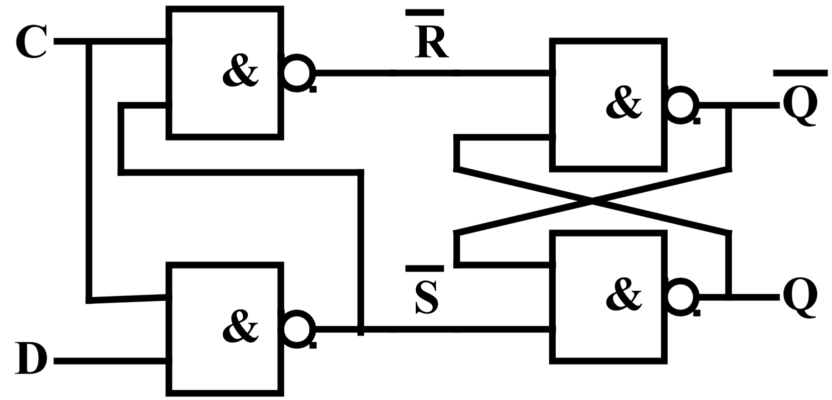
13. ELŐADÁS

TÁROLÓK VEZÉRLÉSE

- **<u>KAPUZOTT TÁROLÓK</u>**
- **<u>KÖZBENSŐ TÁROLÁSÚ TÁROLÓK</u>**
- **<u>VEGYES VEZÉRLÉSŰ TÁROLÓK</u>**

KAPUZOTT TÁROLÓK





C	R	S	Q^{n+1}	$\overline{Q}^{n+1}$
0	0	0	Q_{-1}	$\overline{Q_{-1}}$
0	0	1	Q_{-1}	$\overline{Q_{-1}}$
0	1	0	Q_{-1}	$\overline{Q_{-1}}$
0	1	1	Q_{-1}	$\overline{Q_{-1}}$
1	0	0	Q_{-1}	$\overline{Q_{-1}}$
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	1	T	T

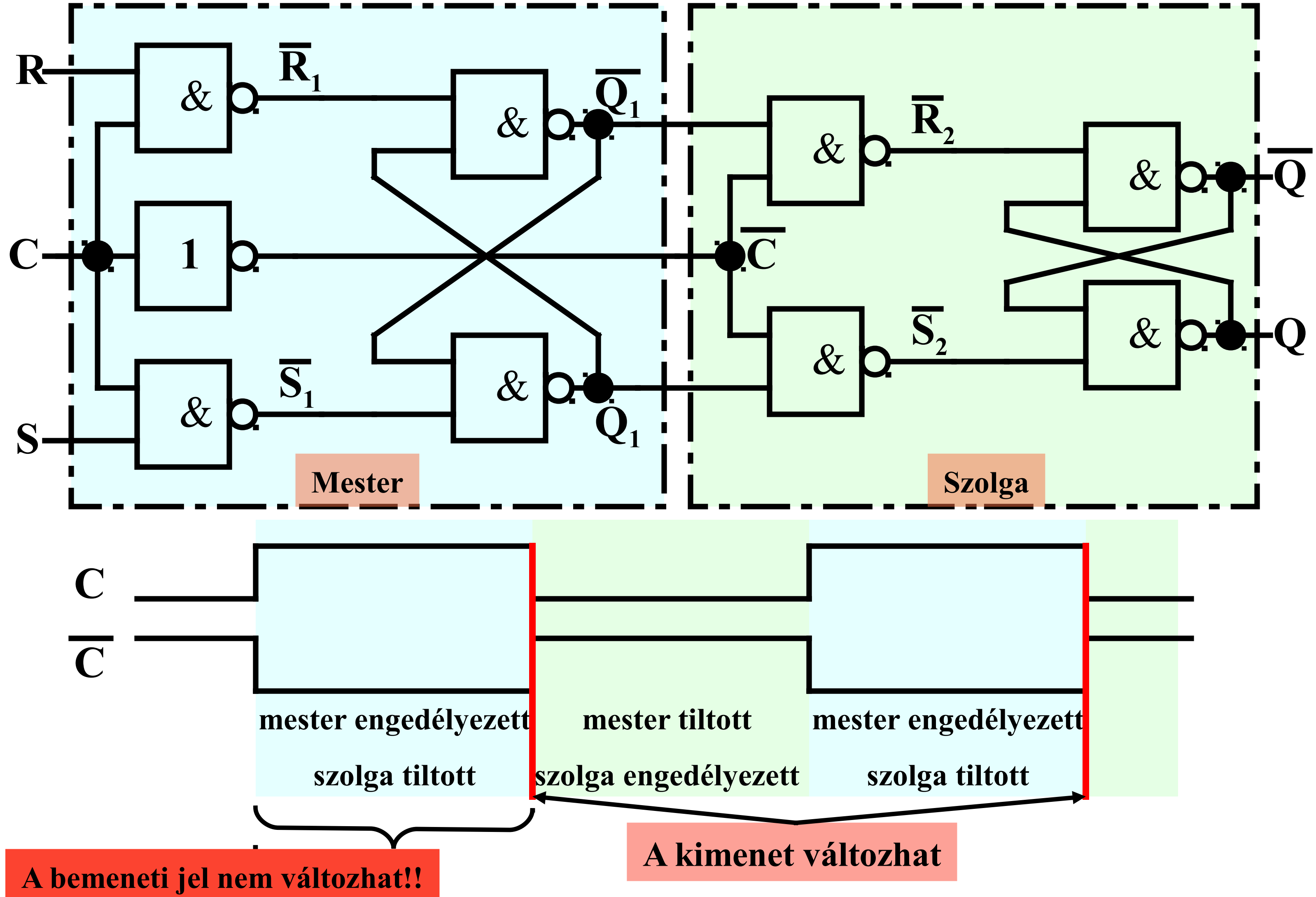
C	D	Q^{n+1}	$\overline{Q}^{n+1}$
0	0	Q_{-1}	Q_{-1}
0	1	Q_{-1}	Q_{-1}
1	0	0	1
1	1	1	0

KAPUZOTT „D” TÁROLÓ

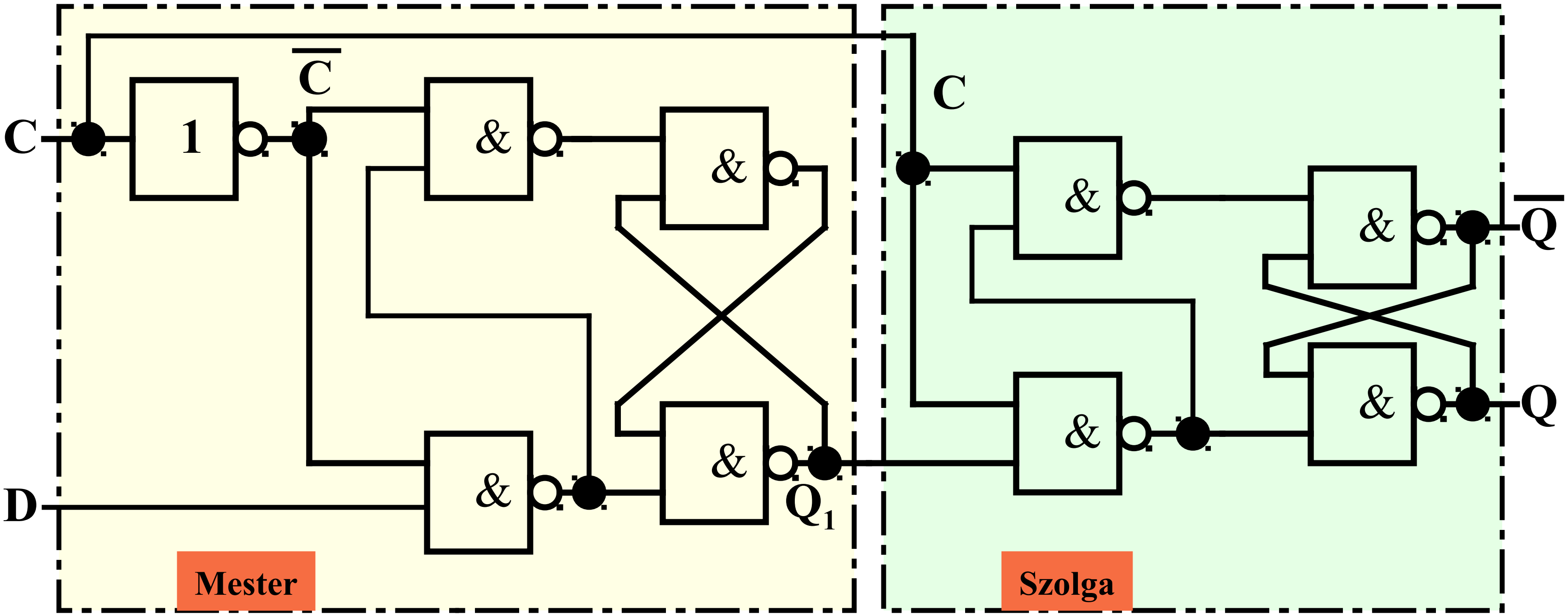
„ÁTLÁTSZÓ”

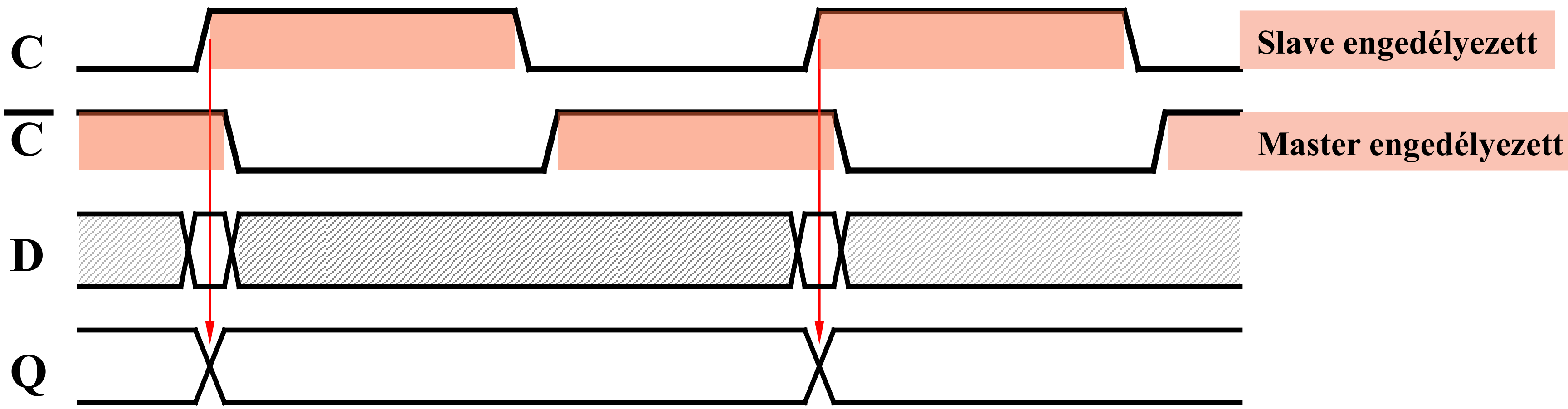
KÖZBENSŐ TÁROLÁSÚ TÁROLÓK

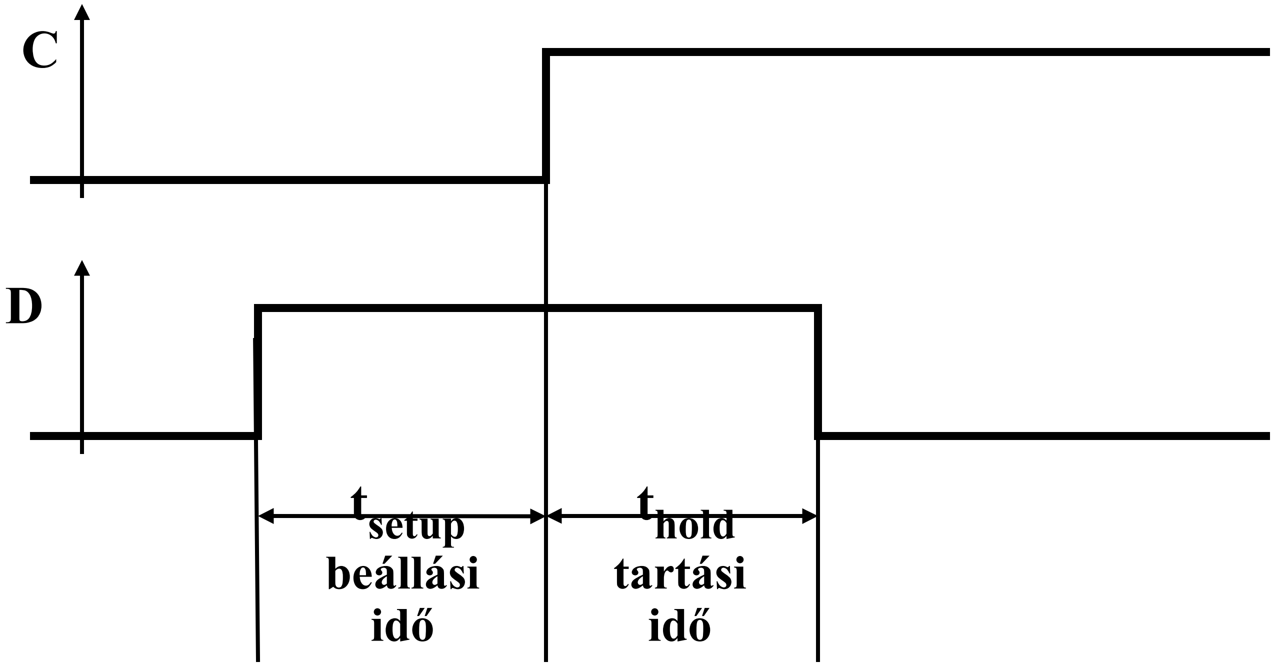
Két éllel vezérelt tároló:

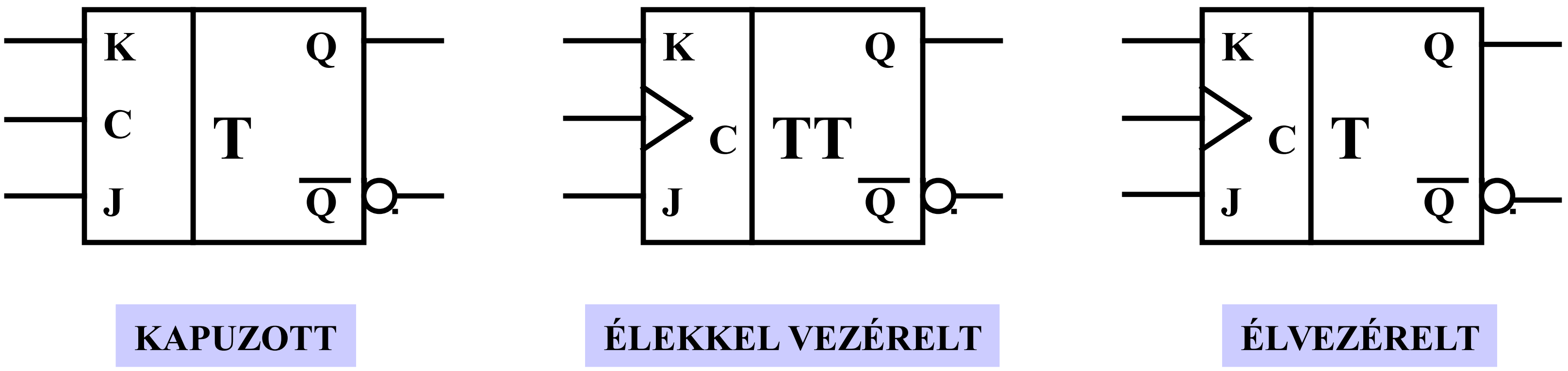


EGY ÉLLEL VEZÉRELT TÁROLÓK

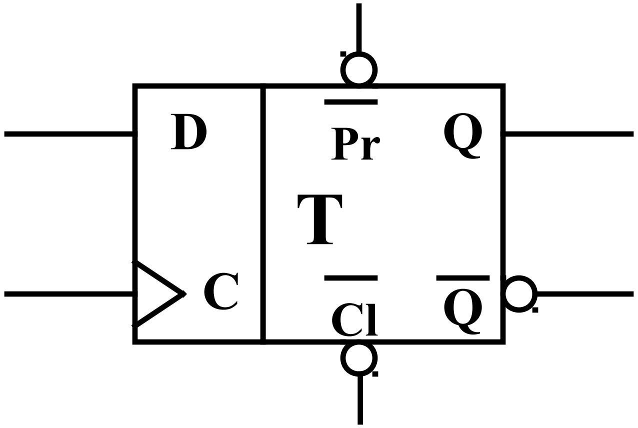





C
D
t setup
beállási
idő
t hold
tartási
idő


K
C
J
T
Q
Q
K
C
J
TT
Q
Q
K
C
J
T
Q
Q
KAPUZOTT
ÉLEKKEL VEZÉRELT
ÉLVEZÉRELT

VEGYES VEZÉRLÉSŰ TÁROLÓK

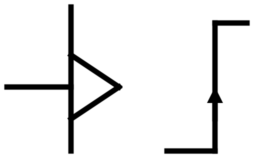


Élvezérelt „D" tároló

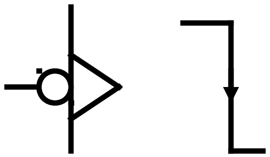
direkt beíró és

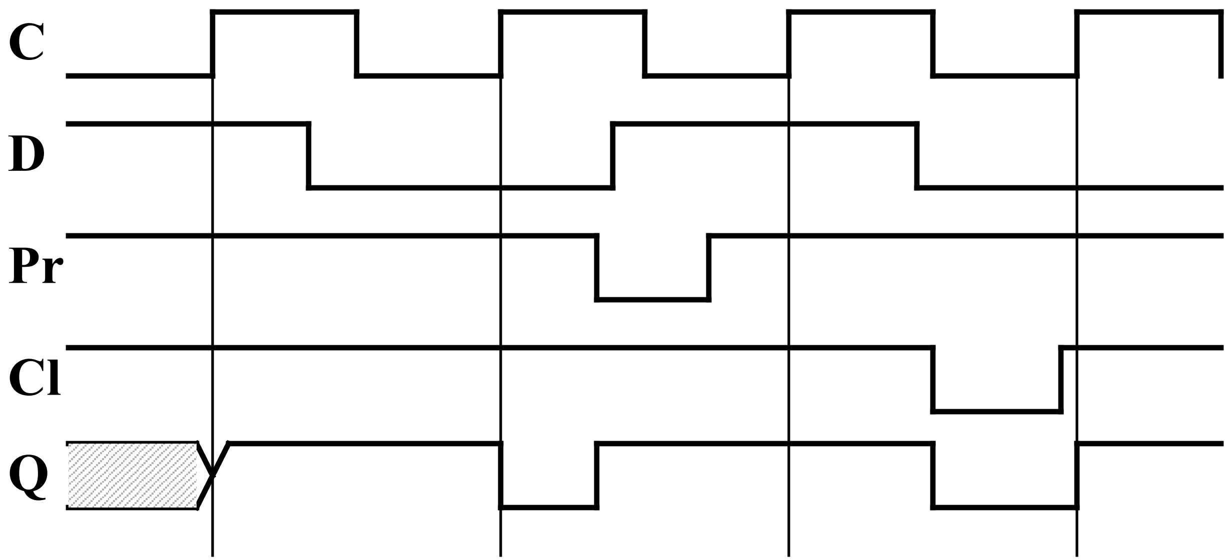
direkt törlő bemenettel

Felfutó élre érzékeny



Lefutó élre érzékeny





14. ELŐADÁS

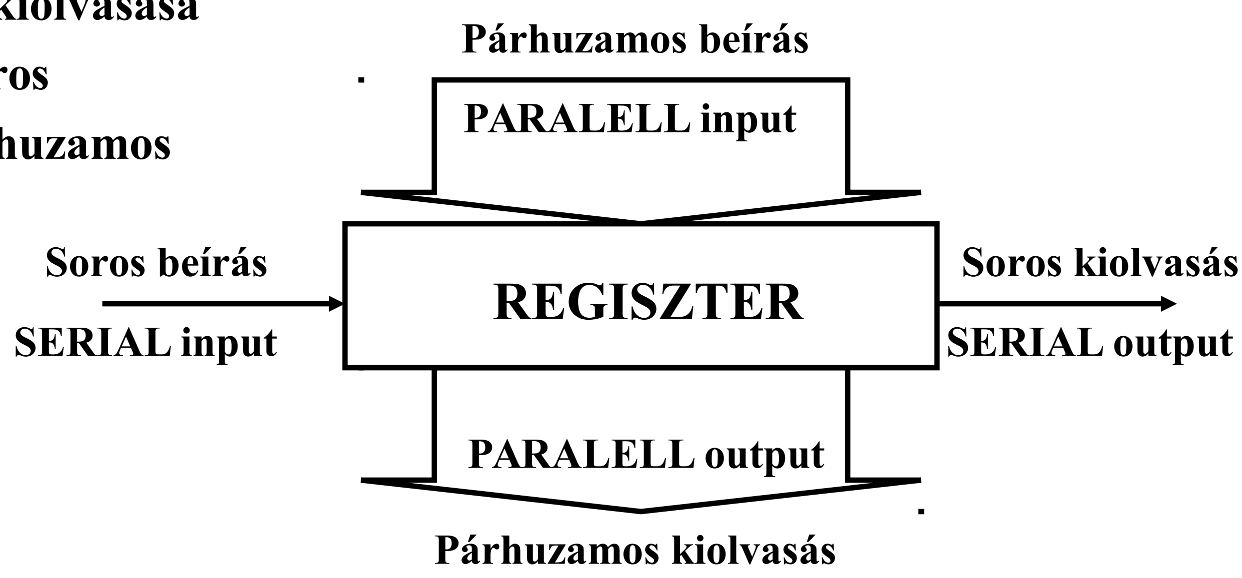
REGISZTEREK

- **REGISZTEREK OSTÁLYOZÁSA**
- **PUFFER REGISZTER**
- **SHIFT REGISZTEREK**
- **REGISZTEREK FELHASZNÁLÁSA**
- **GYŰRŰS SZÁMLÁLÓK**

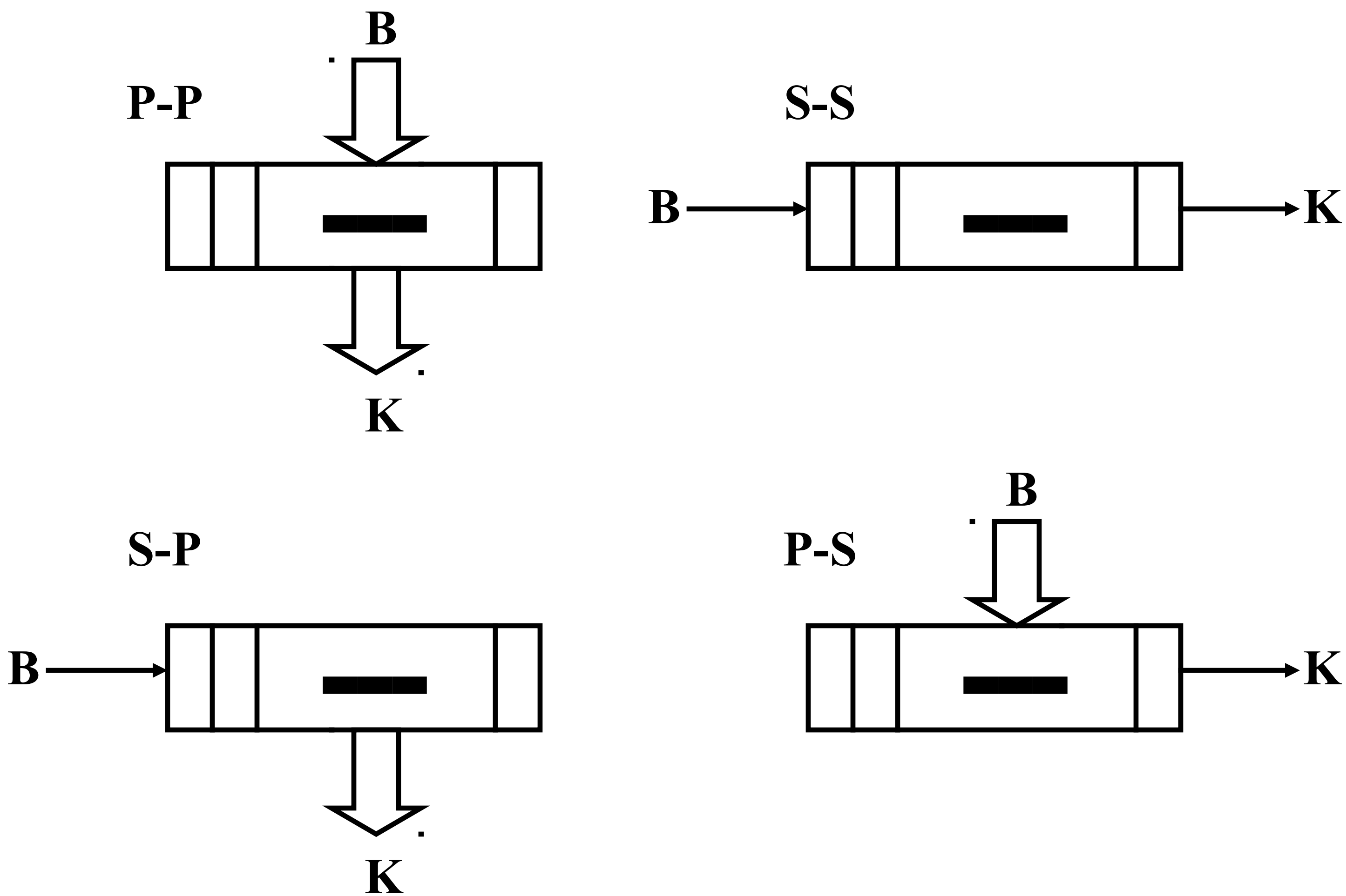
REGISZTEREK

A regiszterek tárolók hálózatából adott típusfeladatra kialakított funkcionális egységek.

- **Működési funkciói:**
  - **adatok beírása**
    - ♦ **soros**
    - ♦ **párhuzamos**
  - **adatok tárolása**
  - **adatok kiolvasása**
    - ♦ **soros**
    - ♦ **párhuzamos**

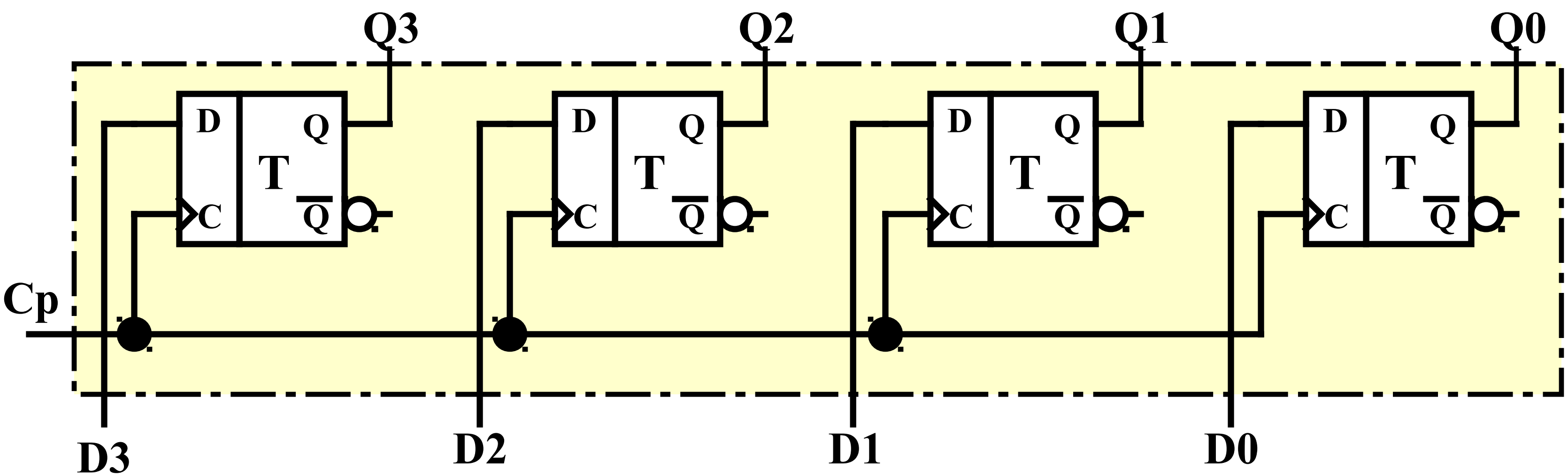


REGISZTEREK ALAPTÍPUSAI



P-P REGISZTEREK

A párhuzamos beírású és kiolvasású regisztereket átmeneti tárolóknak vagy más néven puffer regisztereknek nevezzük.



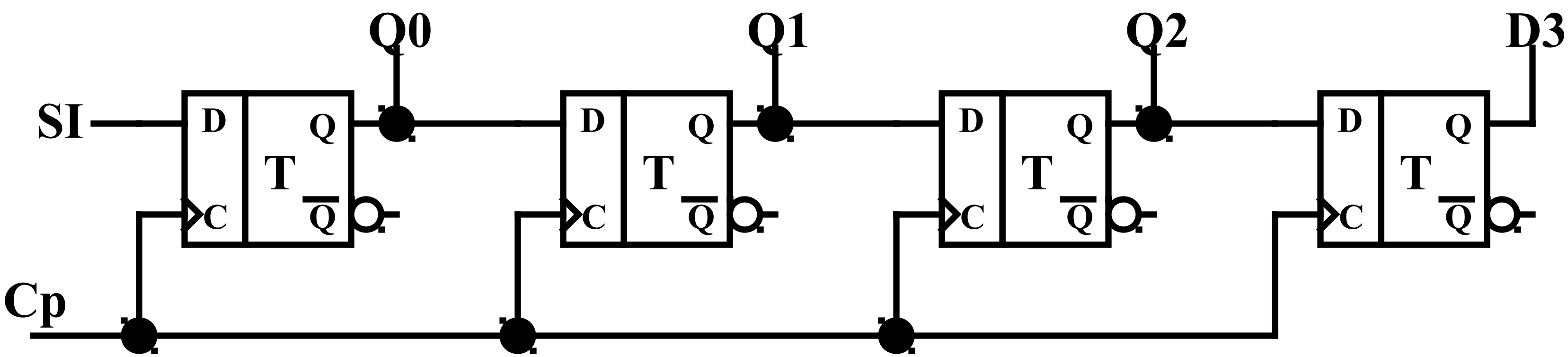
A tárolók lehetnek kapuzottak vagy élvezéreltek

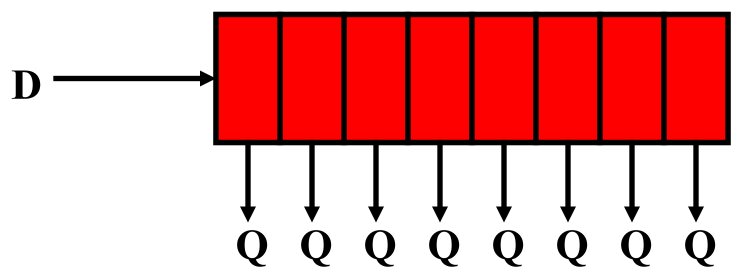
Kapuzott D tárolókból felépített regisztert LATCH-nek nevezzük

SHIFT REGISZTEREK

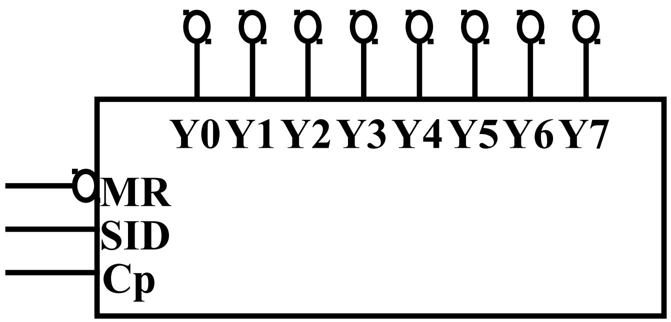
Azokat a regisztereket, amelyeknek van soros be- és/vagy kimenete <u>léptető</u>- vagy <u>shift regiszterek</u>nek nevezzük.

S-P regiszterek

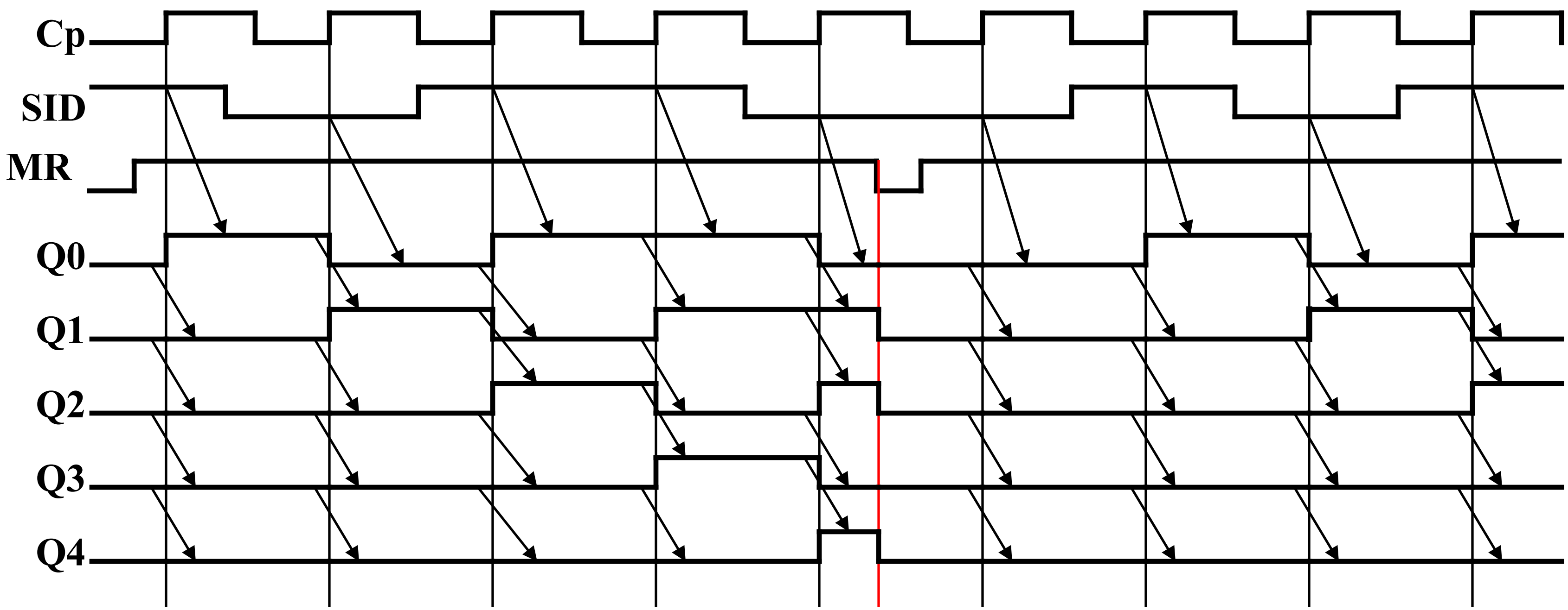




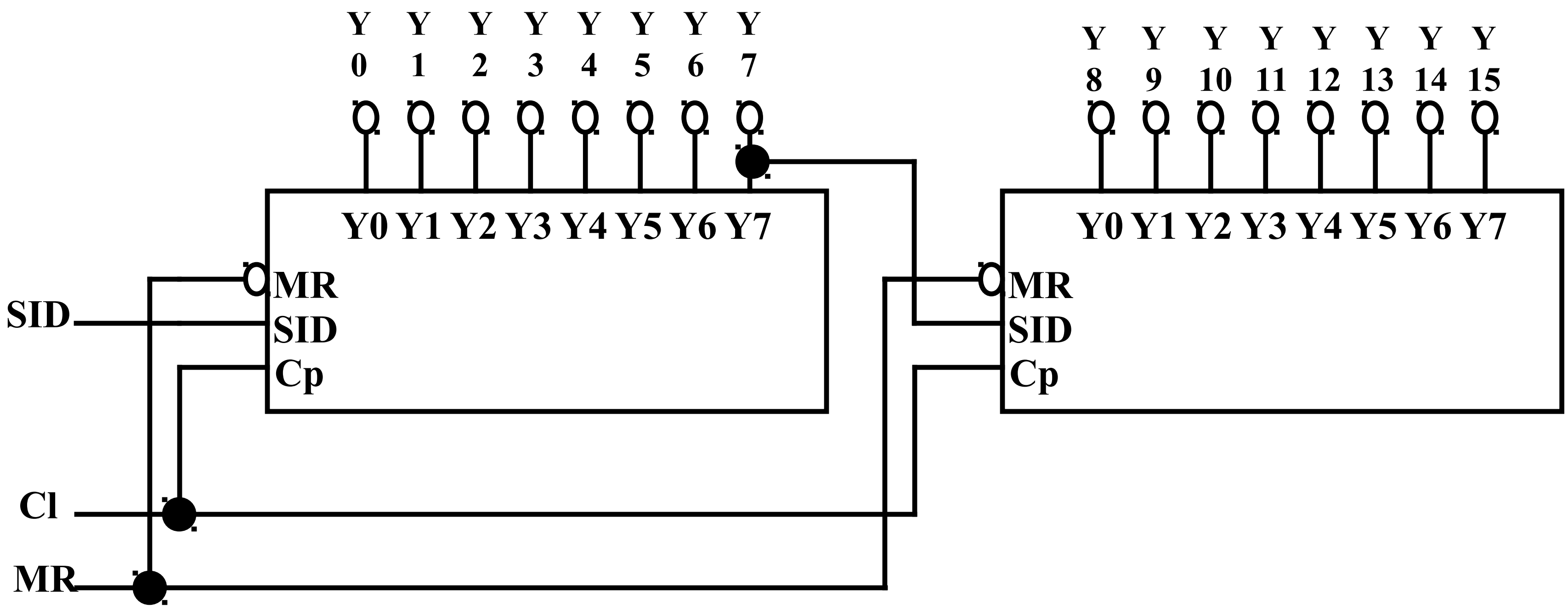
8 BITES S-P SHIFT REGISZTER



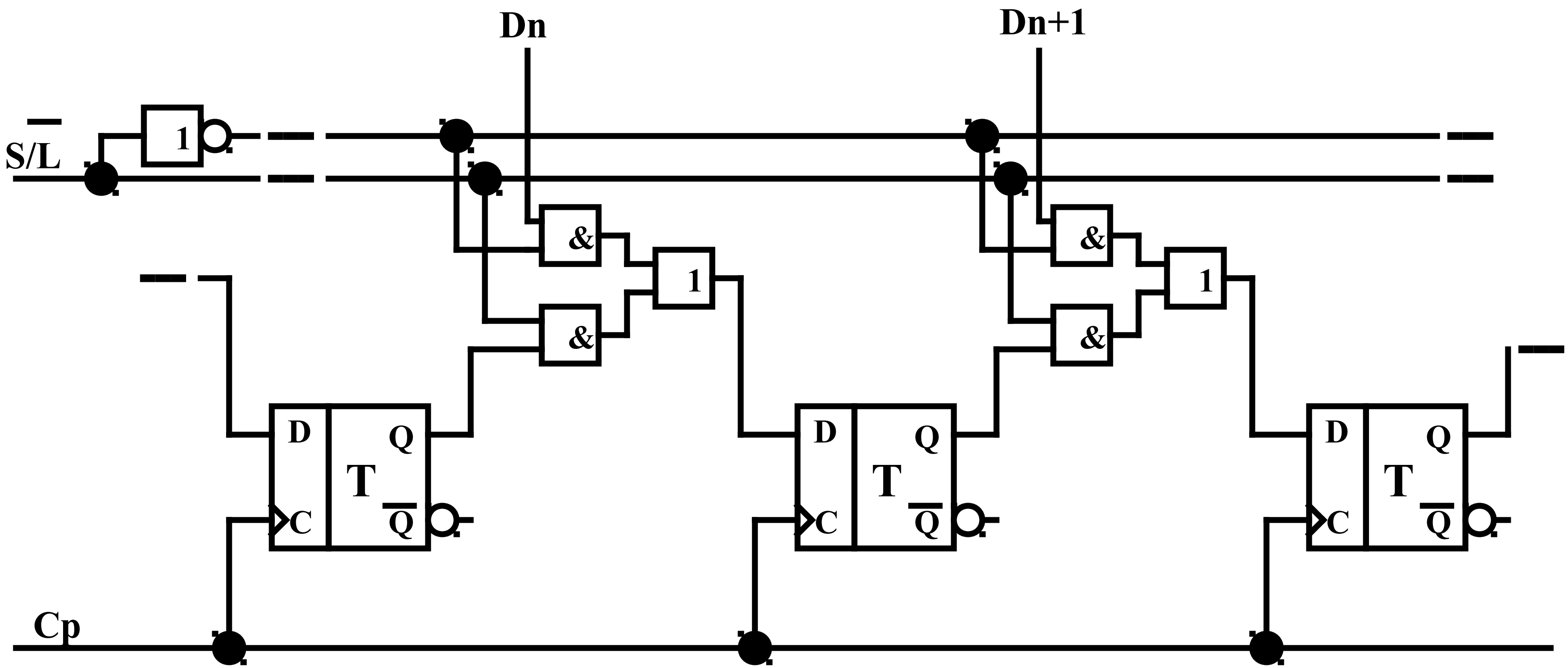
Cp	**Clock pulzus**	**órajel bemenet**
SID	**Serial input data**	**soros adatbemenet**
Y0-Y7	**Paralell output**	**párhuzamos kimenetek**
MR	**Master reset**	**törlő bemenet**



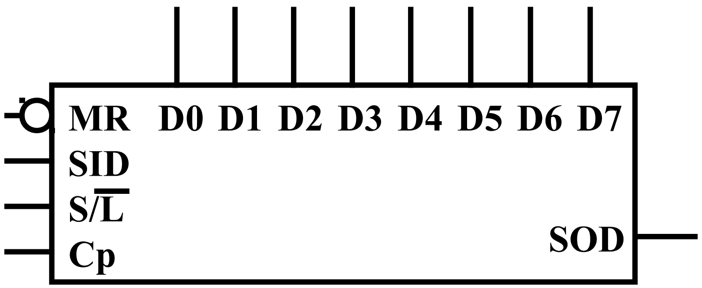
S-P SHIFT REGISZTEREK BŐVÍTÉSE



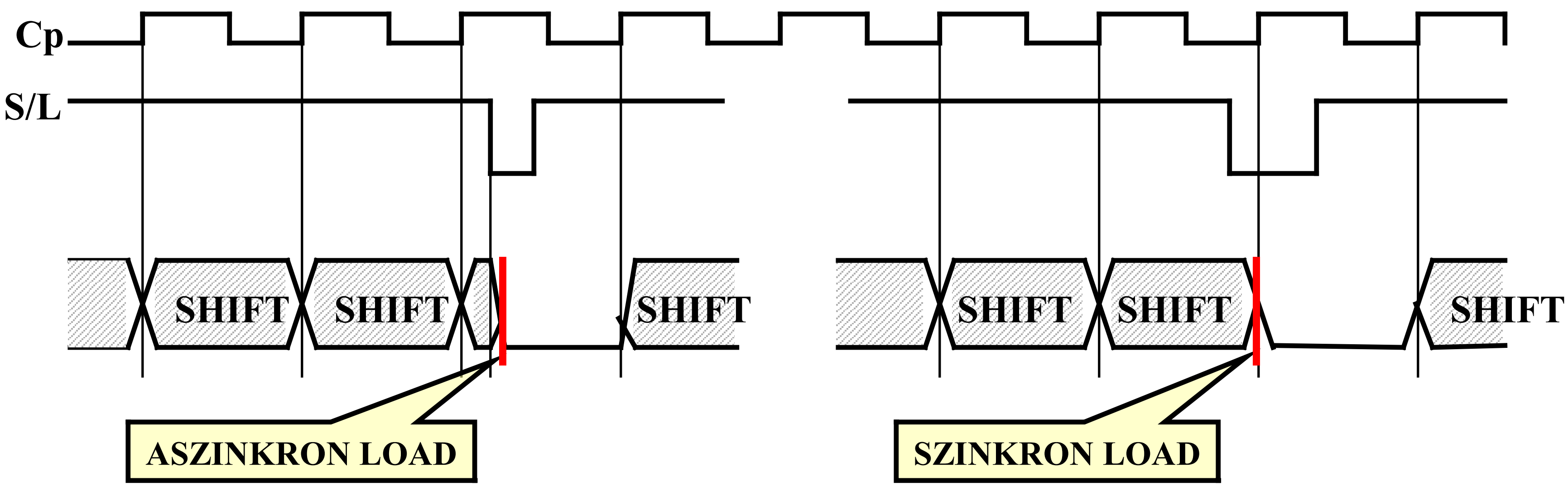
P-S SHIFT REGISZTEREK



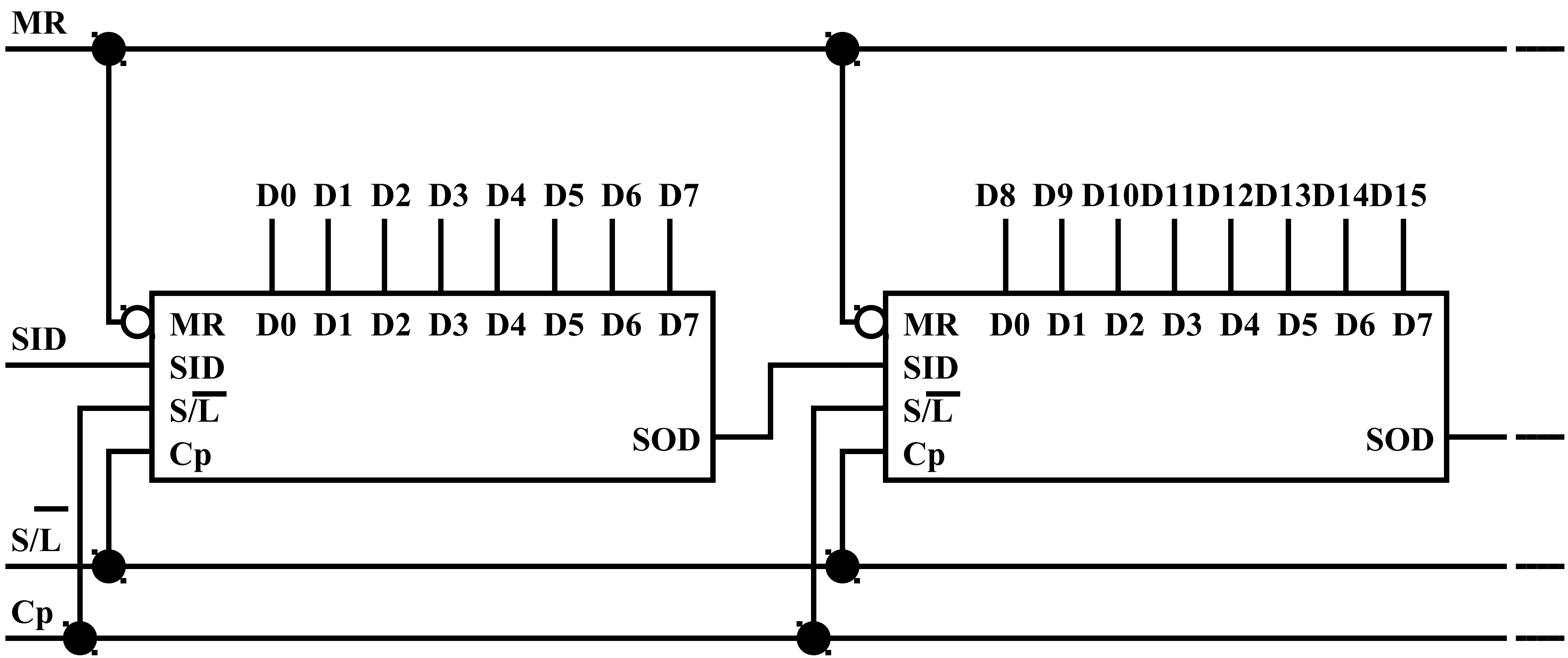
8 BITES P-S SHIFT REGISZTEREK



Cp	**Clock pulzus**	**órajel bemenet**
SID	**Serial input data**	**soros adatbemenet**
SOD	**Serial out data**	**soroa adatkimenet**
S/L	**Shift/Load**	**léptetés/beírás választó**
D0-D7	**Paralell input**	**párhuzamos bemenetek**
MR	**Master reset**	**törlő bemenet**



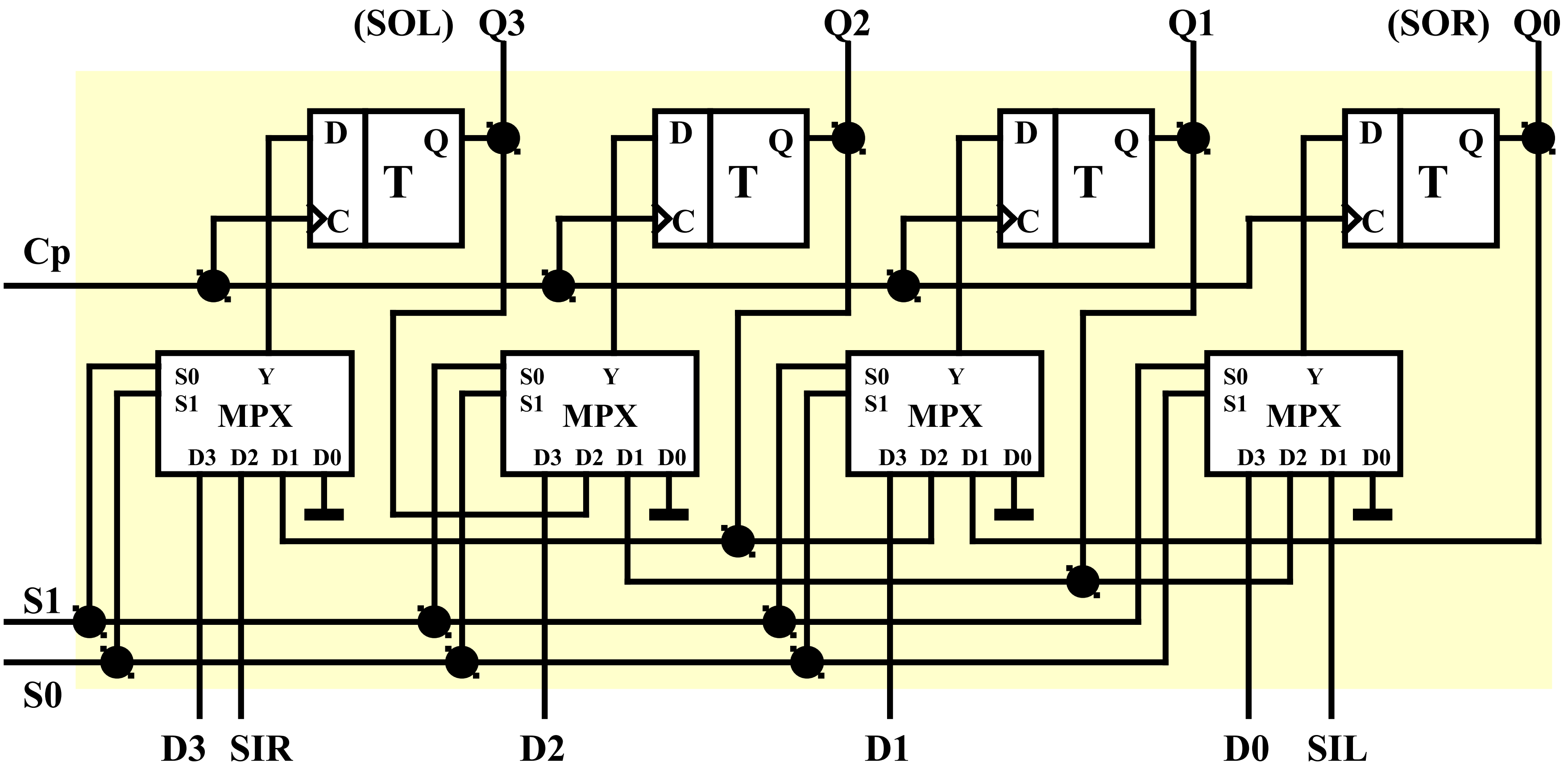
P-S SHIFT REGISZTEREK BŐVÍTÉSE



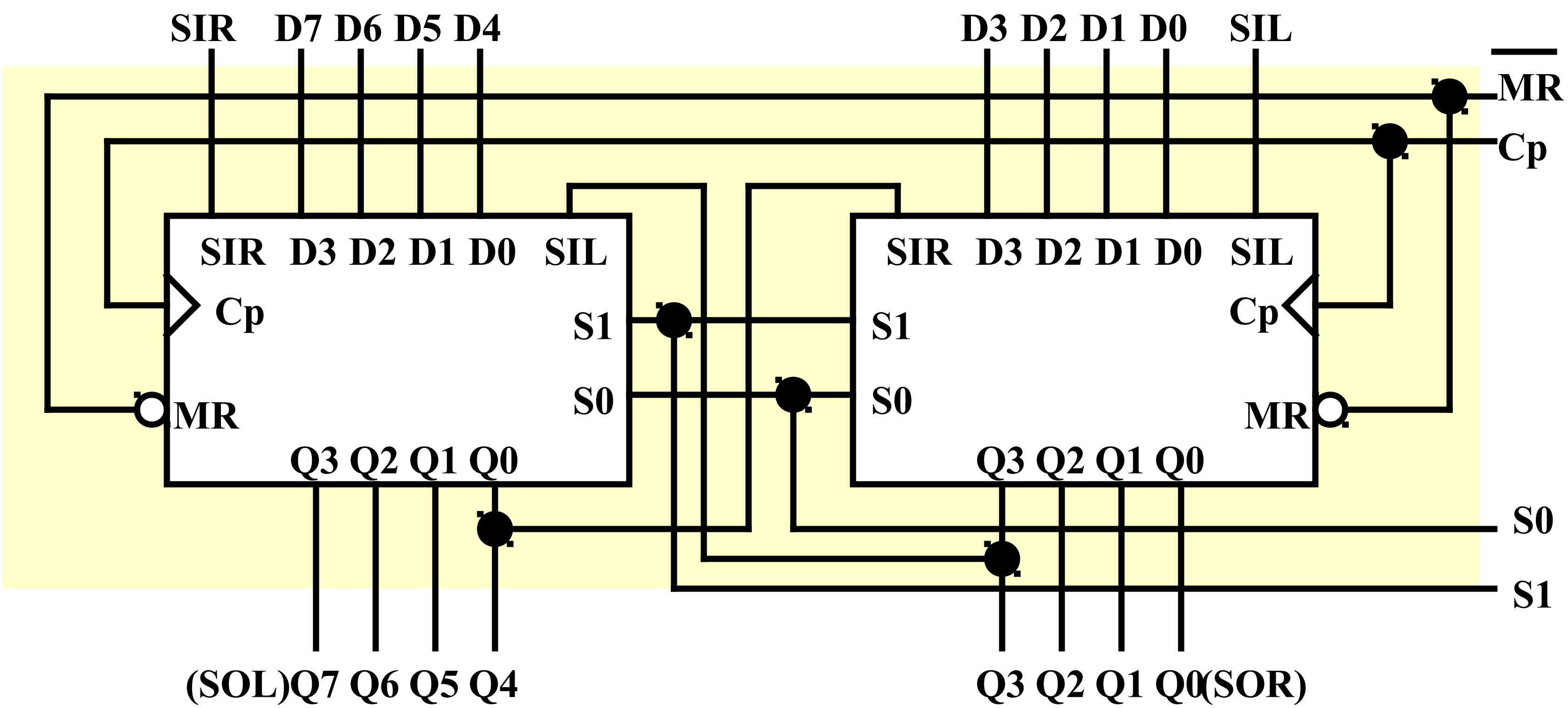
UNIVERZÁLIS SHIFT REGISZTEREK

Azokat a regisztereket, amelyek képesek az adatok soros és párhuzamos fogadására, párhuzamos megjelenítésére, két irányban az adatok léptetésére és az adatok törlésére <u>univerzális shift regiszterek</u>nek nevezzük.

S1	S2	Üzemmód
0	0	szinkron törlés
0	1	léptetés balra
1	0	léptetés jobbra
1	1	párhuzamos beírás



UNIVERZÁLIS SHIFT REGISZTEREK BŐVÍTÉSE



REGISZTEREK FELHASZNÁLÁSA

- **<u>PUFFER REGISZTEREK</u>**

  ADATOK ÁTMENETI TÁROLÁSA

- **<u>SHIFT REGISZTEREK</u>**

  FORMÁTUM ÁTALAKÍTÁS

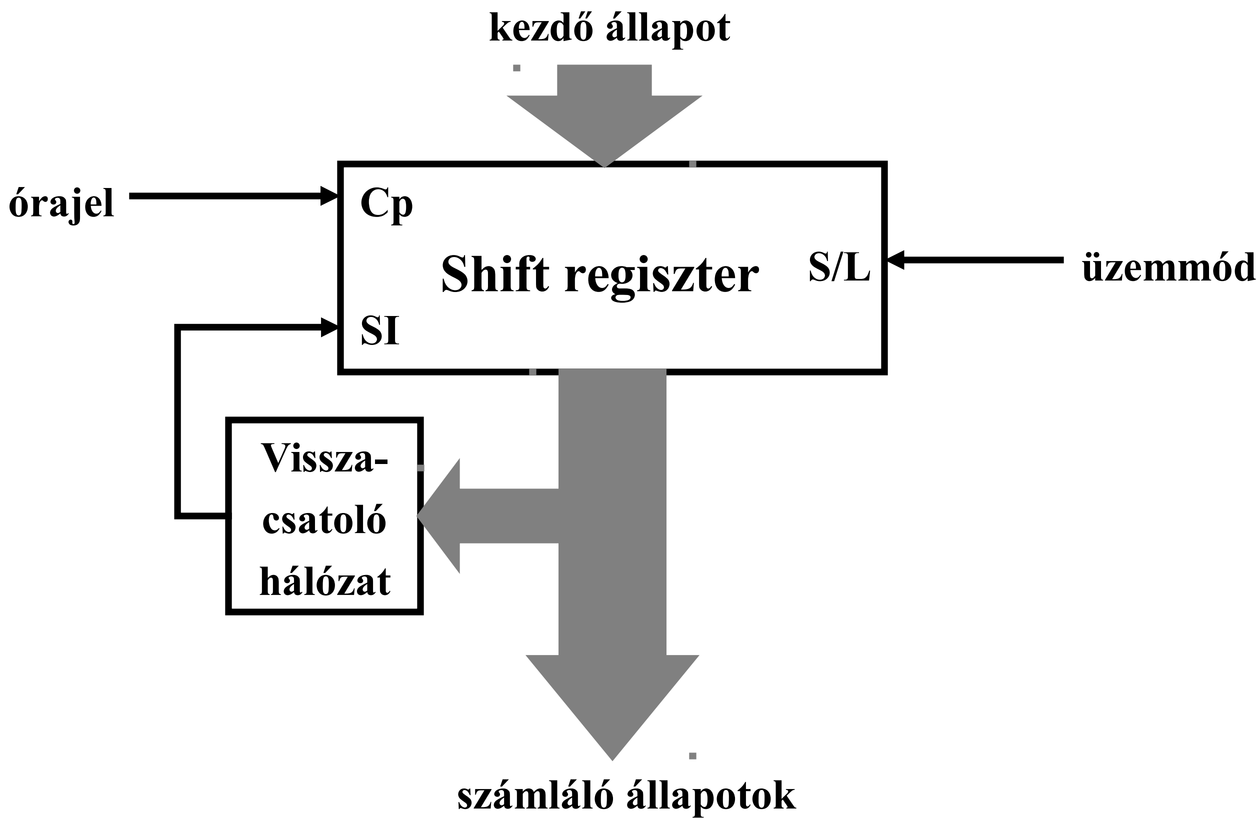
  - **S-P SOROS / PÁRHUZAMOS ÁTALAKÍTÁS**
  - **P-S PÁRHUZAMOS / SOROS ÁTALAKÍTÁS**

  GYŰRŰS SZÁMLÁLÓK

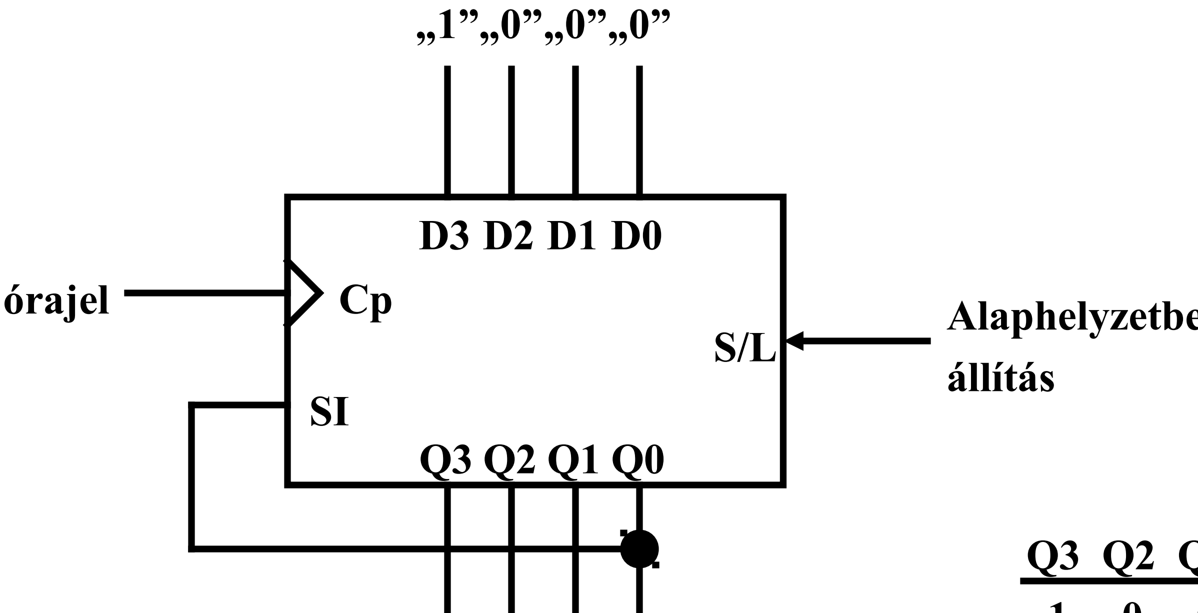
  - **N-BŐL 1 SZÁMLÁLÓ**
  - **JOHNSON SZÁMLÁLÓ**
  - **MAXIMÁLIS HOSSZÚSÁGÚ SZÁMLÁLÓ**

GYŰRŰS SZÁMLÁLÓK

A gyűrűs számlálók egyszerű visszacsatolással ellátott shift regiszterek.

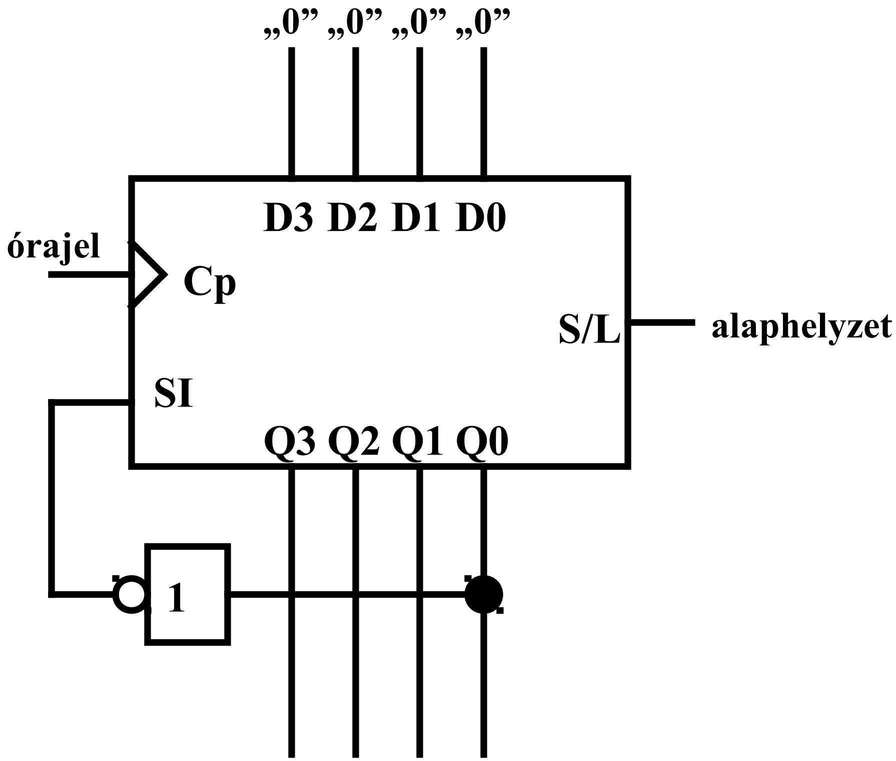


N-BŐL 1 SZÁMLÁLÓ



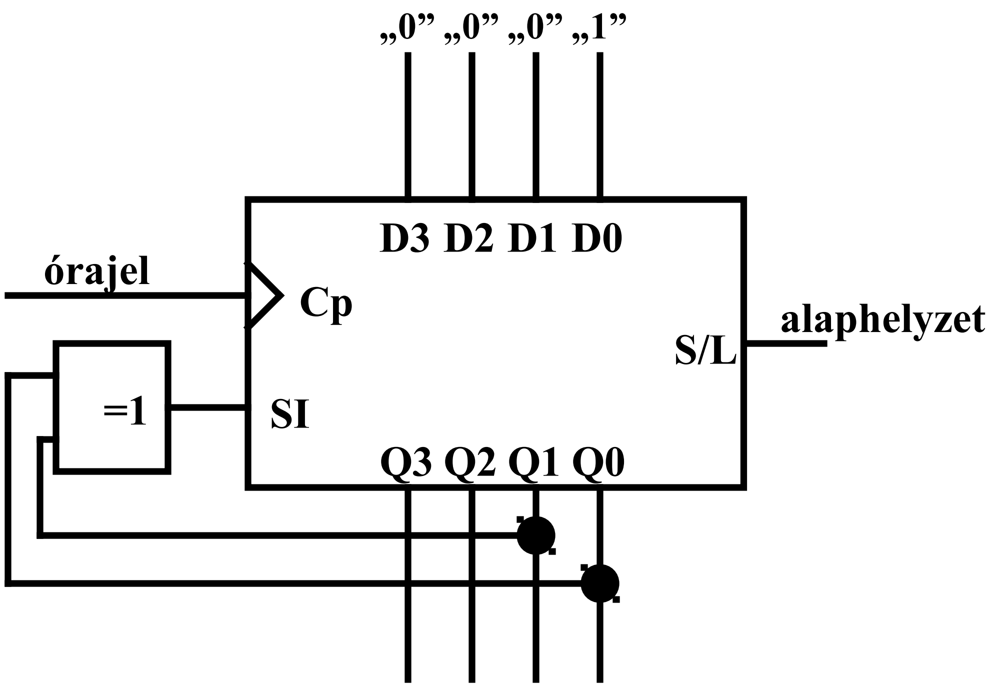
Q3	Q2	Q1	Q0	Órajel ciklus
1	0	0	0	alaphelyzet
0	1	0	0	1. órajel
0	0	1	0	2. órajel
0	0	0	1	3. órajel
1	0	0	0	4. órajel

JOHNSON SZÁMLÁLÓ



Q3	Q2	Q1	Q0	CIKLUS
0	0	0	0	alaphelyzet
1	0	0	0	1. órajel
1	1	0	0	2. órajel
1	1	1	0	3. órajel
1	1	1	1	4. órajel
0	1	1	1	5. órajel
0	0	1	1	6. órajel
0	0	0	1	7. órajel
0	0	0	0	8. órajel
1	0	0	0	9. órajel

MAXIMÁLIS HOSSZÚSÁGÚ SZÁMLÁLÓ



Q3	Q2	Q1	Q0	CIKLUS
0	0	0	1	alaphelyzet
1	0	0	0	1. órajel
0	1	0	0	2. órajel
0	0	1	0	3. órajel
1	0	0	1	4. órajel
1	1	0	0	5. órajel
0	1	1	0	6. órajel
1	0	1	1	7. órajel
0	1	0	1	8. órajel
1	0	1	0	9. órajel
1	1	0	1	10. órajel
1	1	1	0	11. órajel
1	1	1	1	12. órajel
0	1	1	1	13. órajel
0	0	1	1	14. órajel
0	0	0	1	15. órajel
1	0	0	0	16. órajel

15. ELŐADÁS

SZÁMLÁLÓK

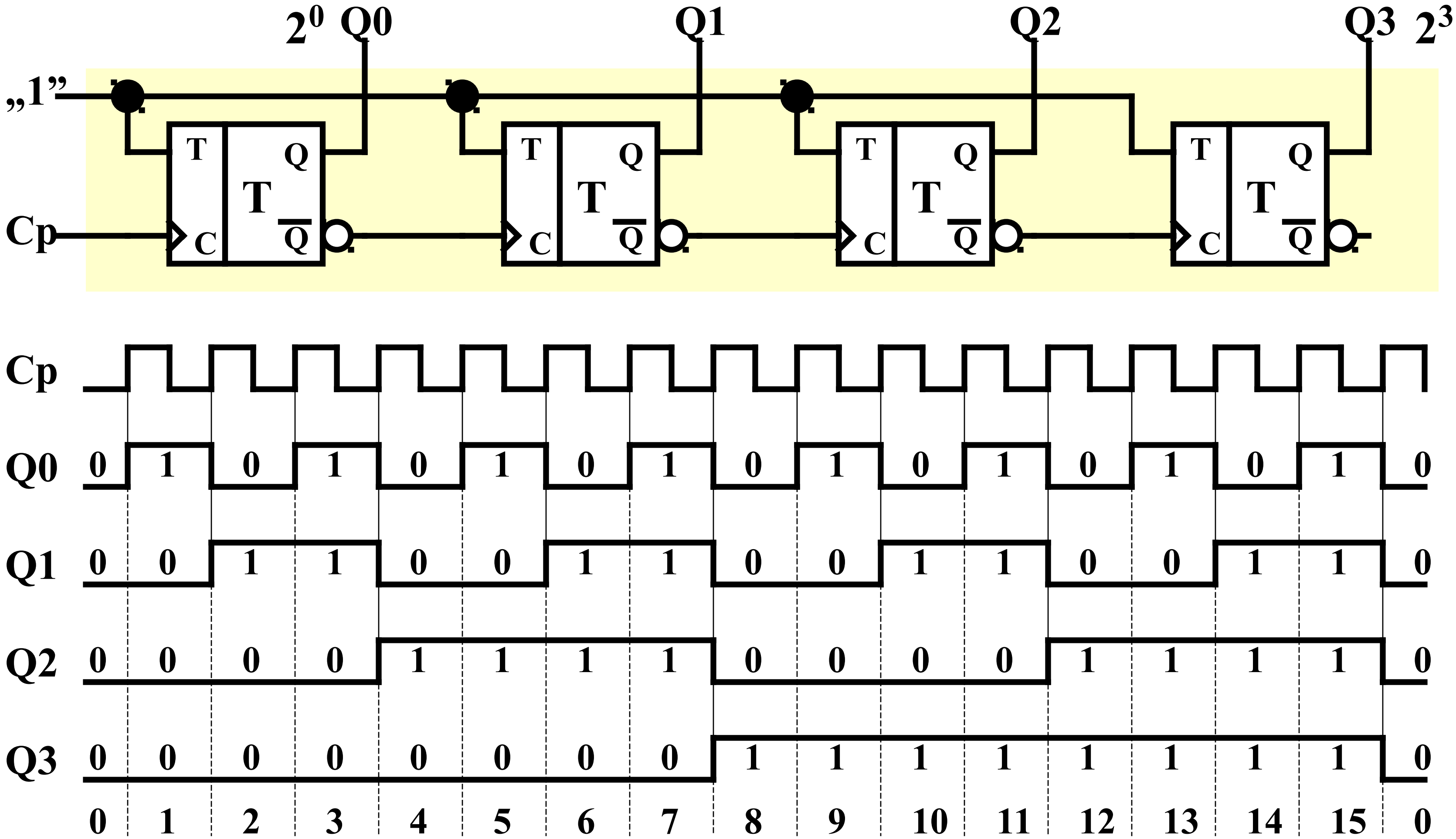
- **ASZINKRON SZÁMLÁLÓK**
- **SZINKRON SZÁMLÁLÓK**
- **REVERZIBILIS SZÁMLÁLÓK**
- **SZÁMLÁLÓK SZOLGÁLTATÁSAI (Cl; Ld)**
- **CIKLUSRÖVIDÍTÉS**

SZÁMLÁLÓK

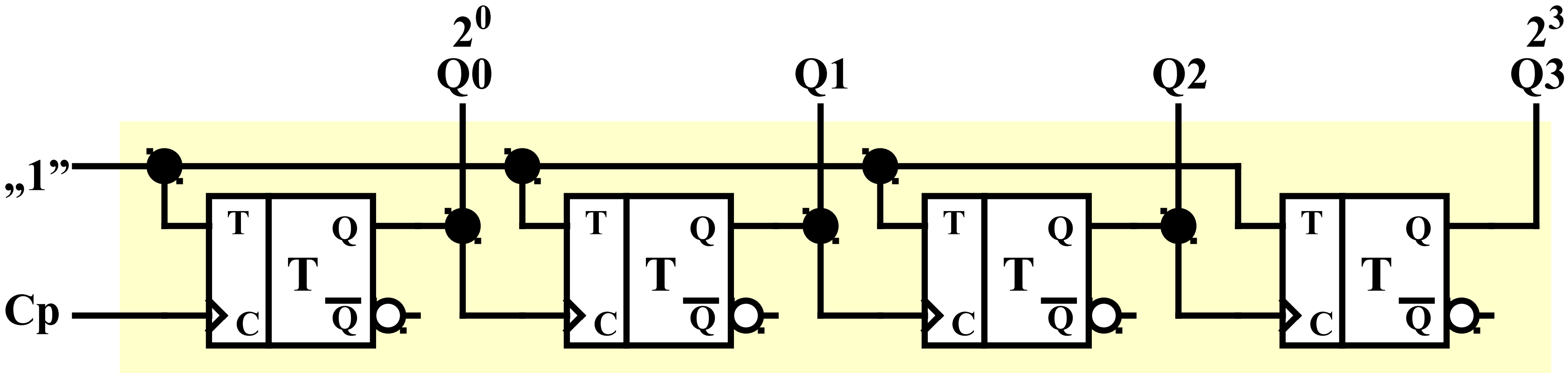
A számlálók olyan szekvenciális áramkörök, amelyek a Cp bemenetükre érkező impulzusokat összeszámlálják, és az eredményt a Q kimeneteken jelenítik meg.

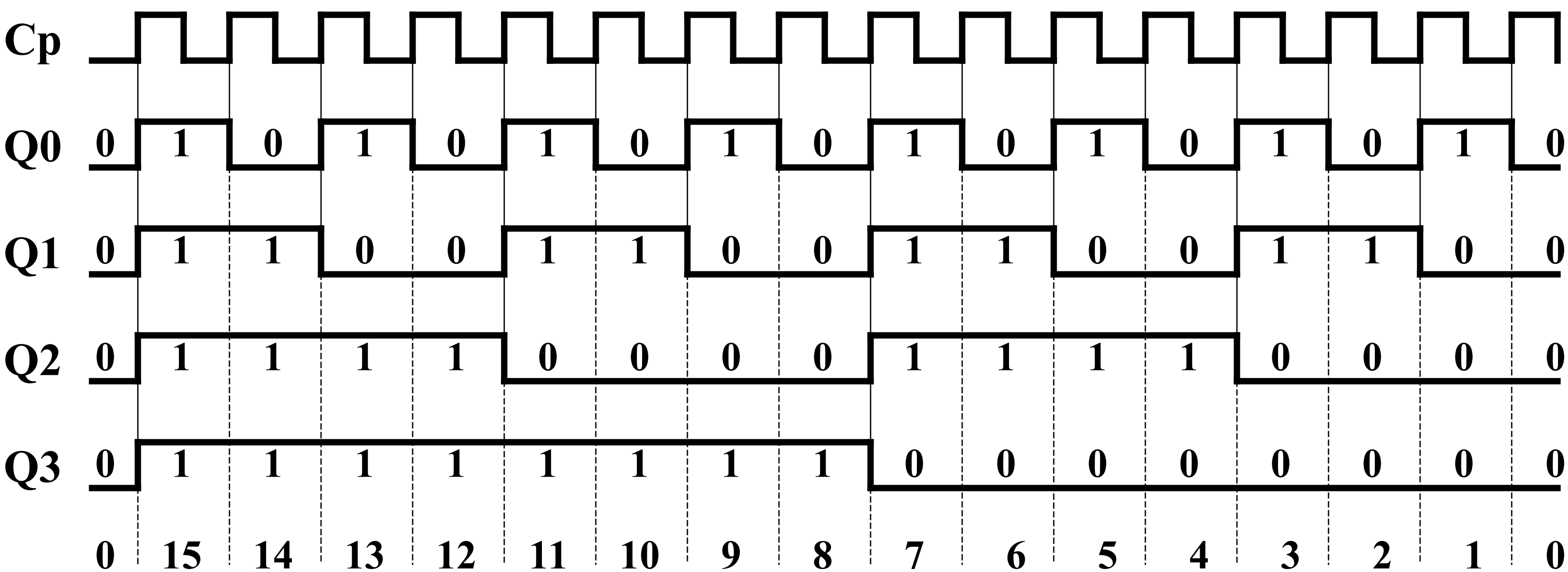
- ♦ **Vezérlési mód szempontjából:**
  - **aszinkron**
  - **szinkron**
- ♦ **Számlálás kódja szerint:**
  - **bináris**
  - **BCD**
- ♦ **Számlálás iránya szerint:**
  - **előre számlálók**
  - **reverzibilis számlálók**
- ♦ **Egyéb szolgáltatások:**
  - **szinkron/aszinkron törlés**
  - **szinkron aszinkron kezdőérték beállítás (programozhatóság)**

ASZINKRON SZÁMLÁLÓK

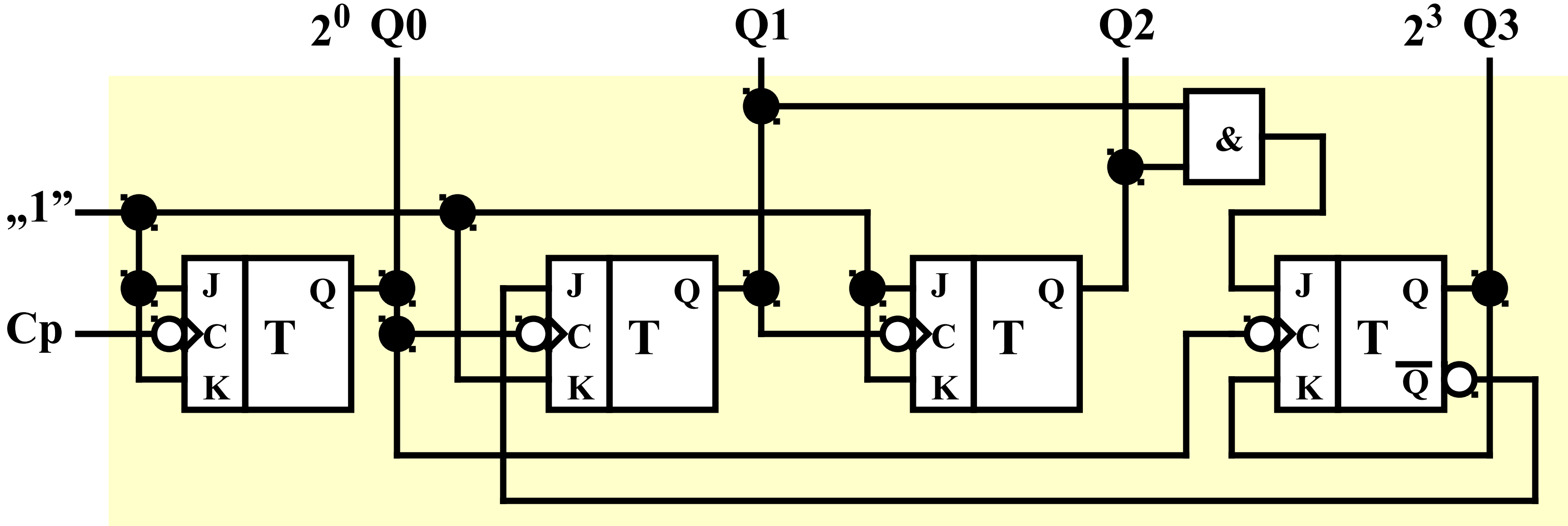


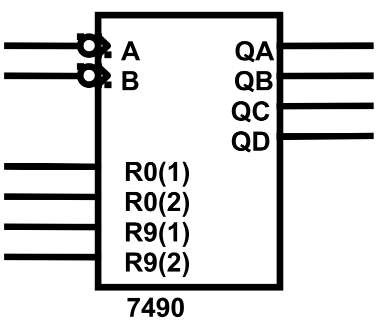
ASZINKRON HÁTRA SZÁMLÁLÓ





ASZINKRON DECIMÁLIS SZÁMLÁLÓK

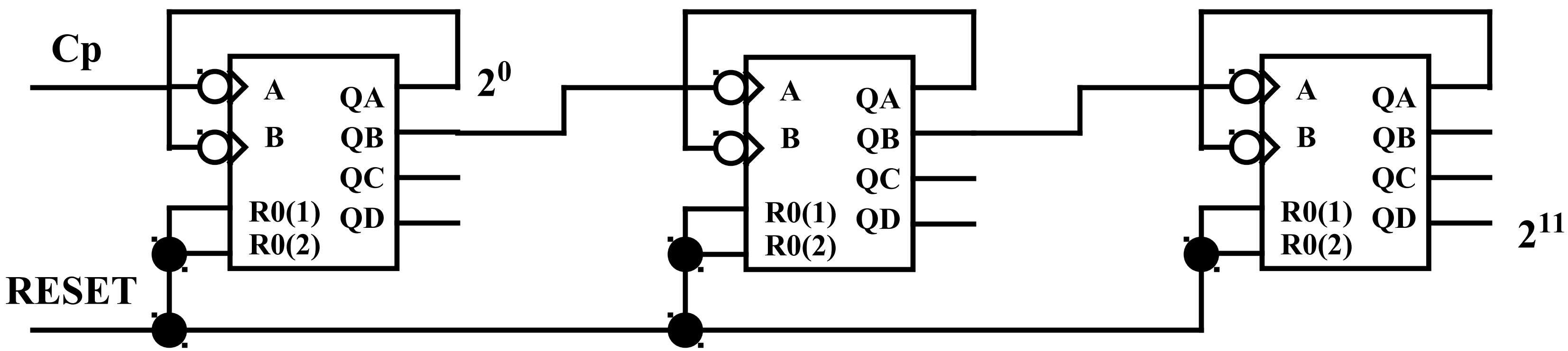




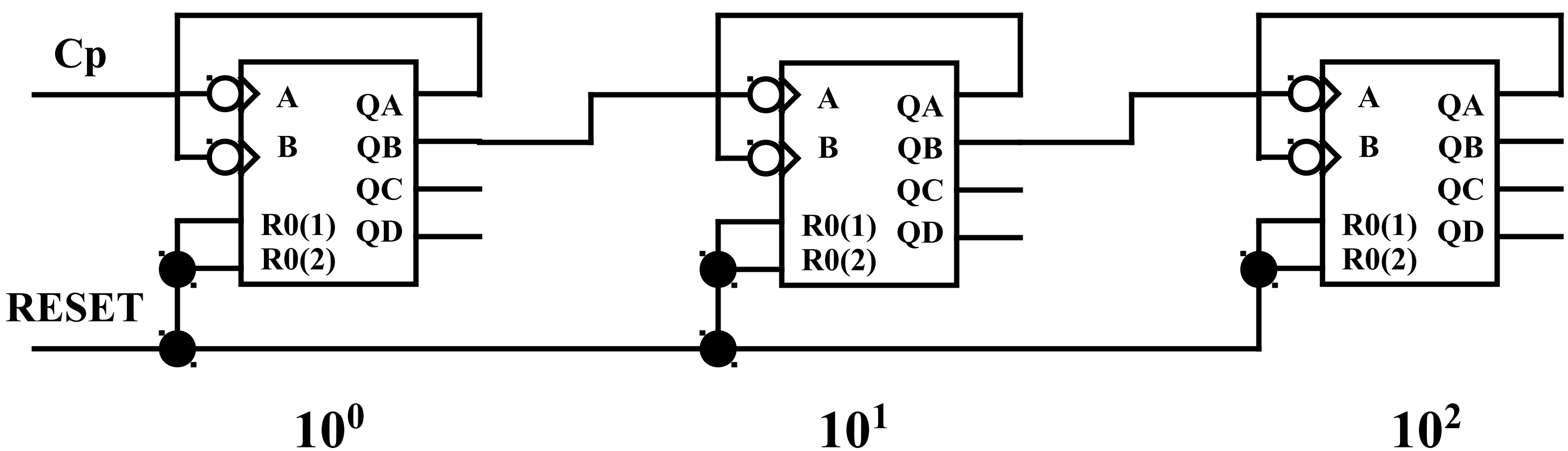
A	**Cp A**	**Az A tároló órajel bemenete**
B	**Cp B**	**A B tároló órajel bemenete**
QA-QD		**Számláló kimenetek**
R0(1-2)		**Aszinkron törlő bemenetek**
R9(1-2)		**Végértéket (9) beíeó bemenet**

ASZINKRON SZÁMLÁLÓK BŐVÍTÉSE

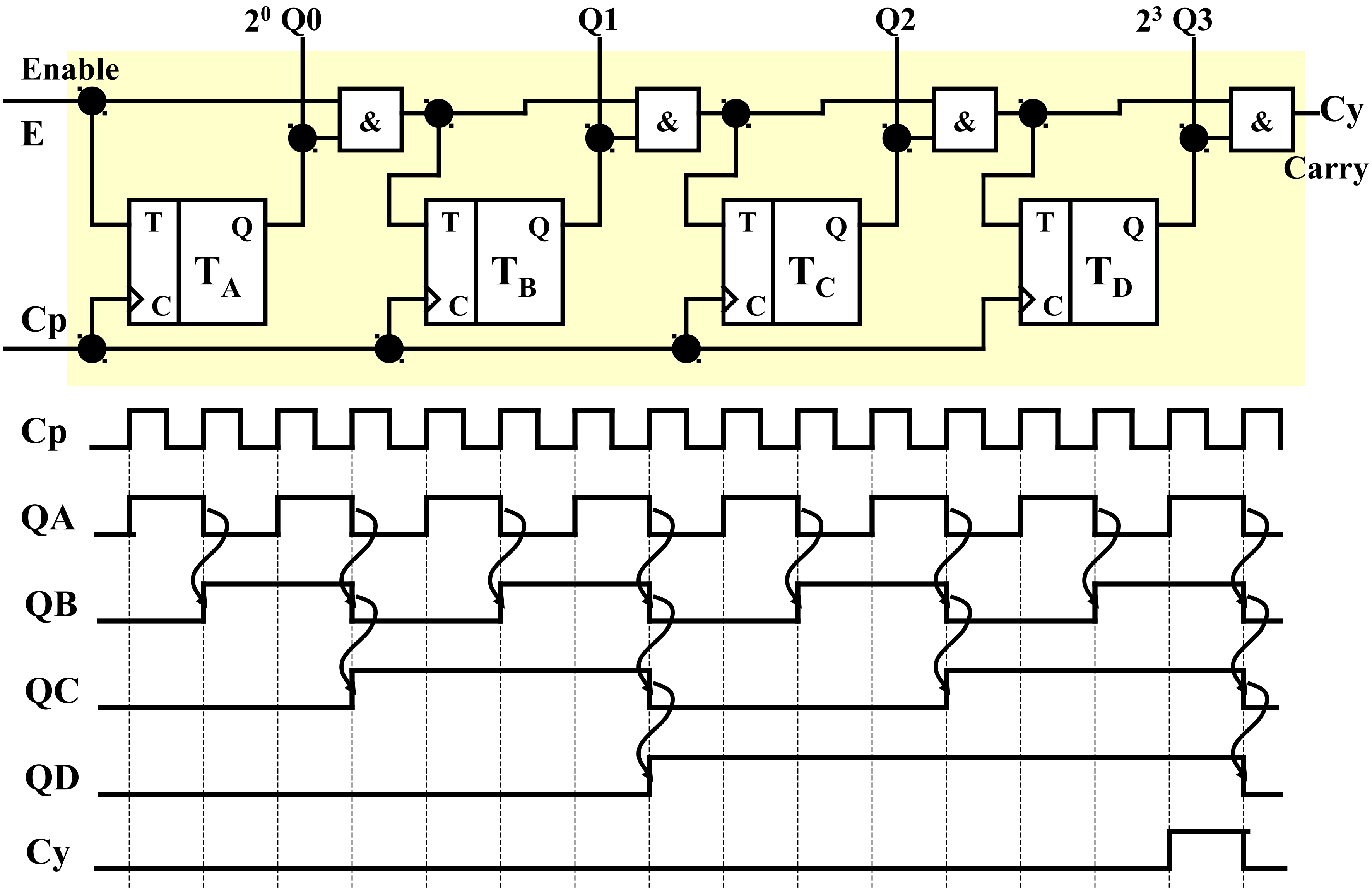
BINÁRIS



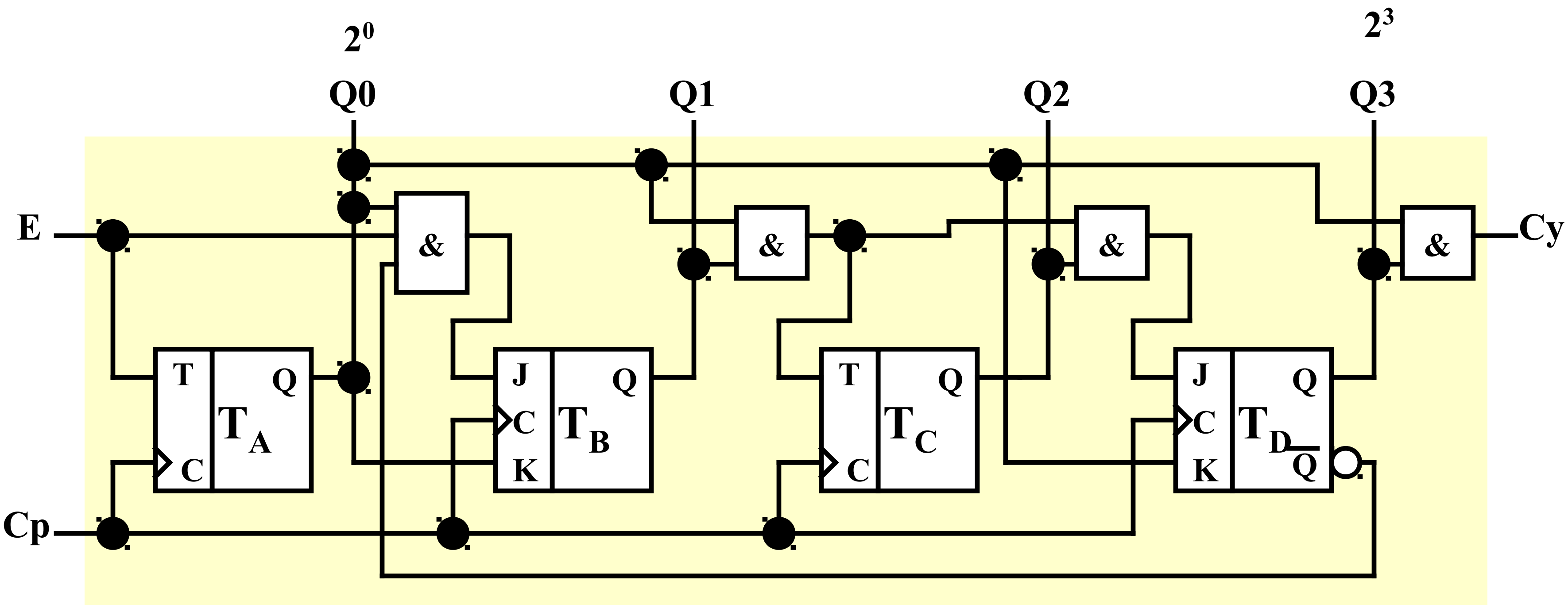
DECIMÁLIS



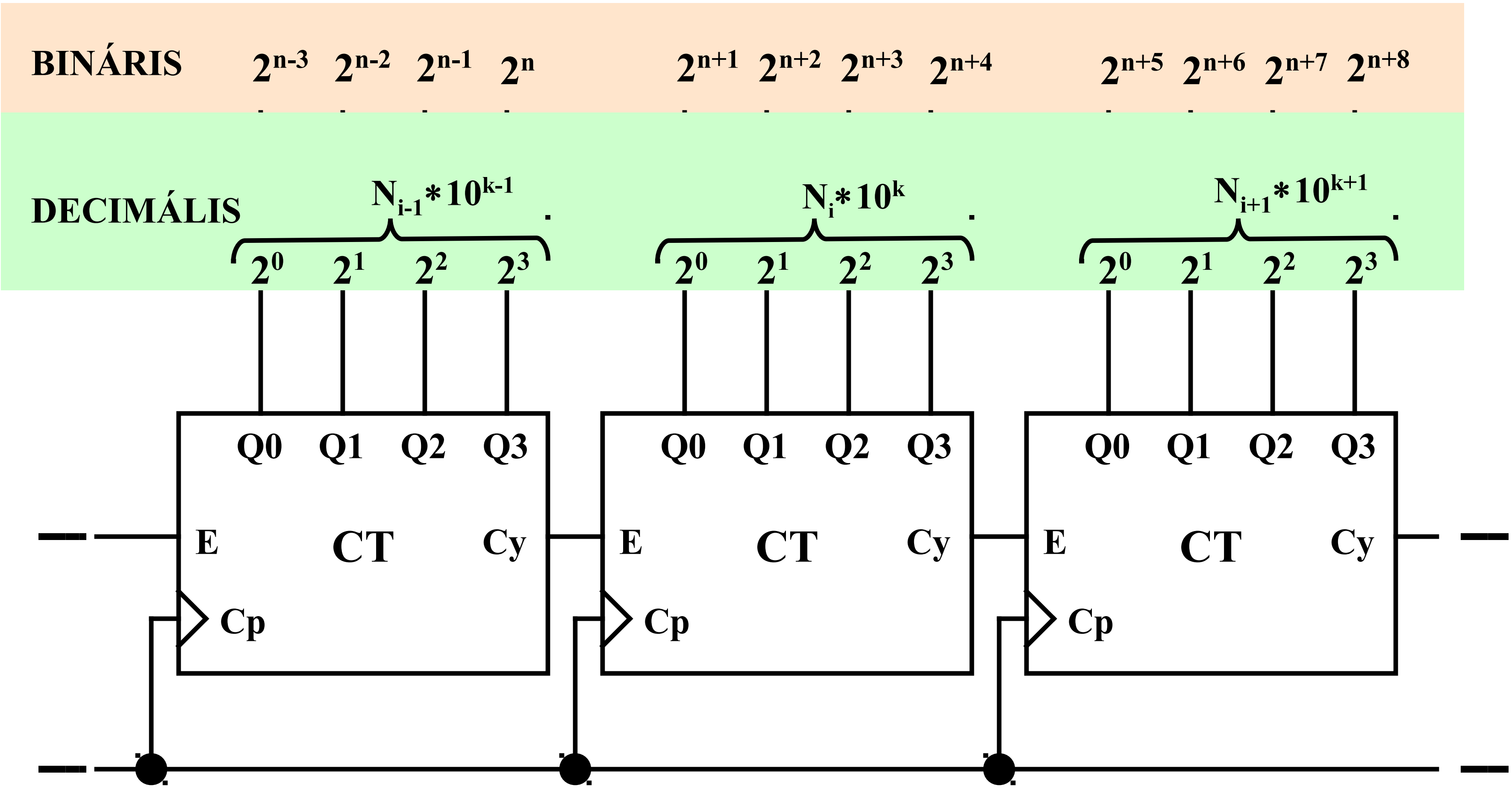
SZINKRON BINÁRIS SZÁMLÁLÓK



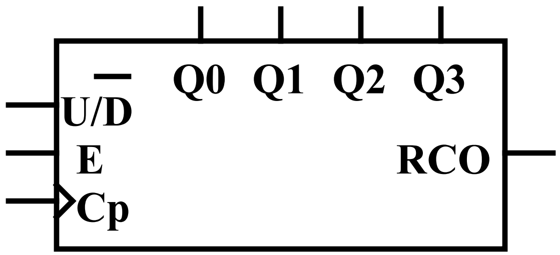
SZINKRON DECIMÁLIS SZÁMLÁLÓK



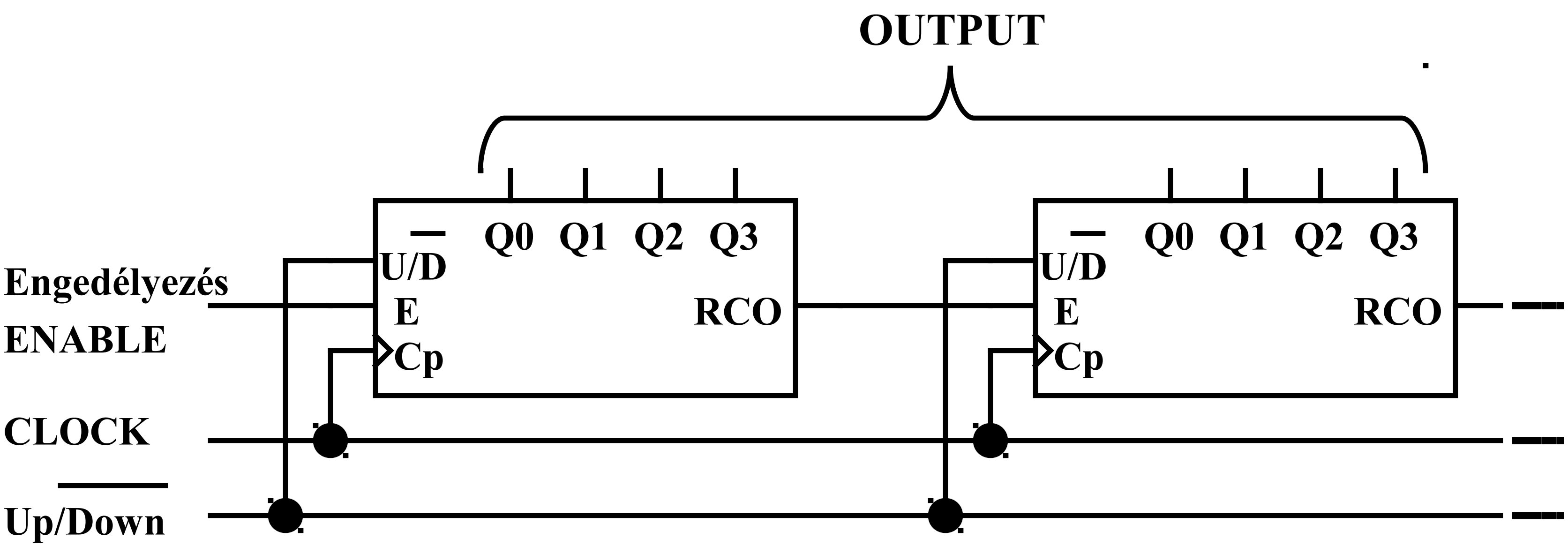
SZINKRON SZÁMLÁLÓK BŐVÍTÉSE



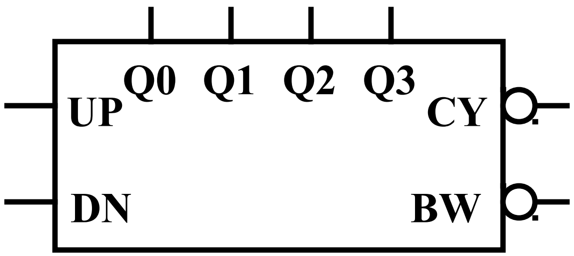
REVERZIBILIS SZÁMLÁLÓK



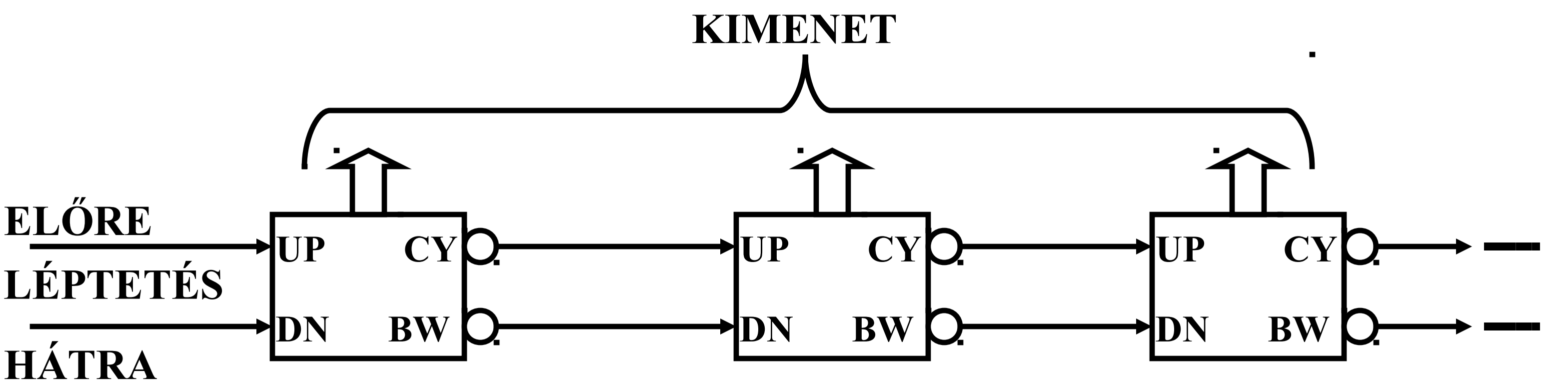
Cp	**Clock pulzus**	**órajel**
E	**Enable**	**engedélyezés**
RCO	**Ripple Carry Outpuut**	**átvitel**
U/D	**Up/Down**	**számlálási írány**
Q0-Q3		**számláló kimenetek**

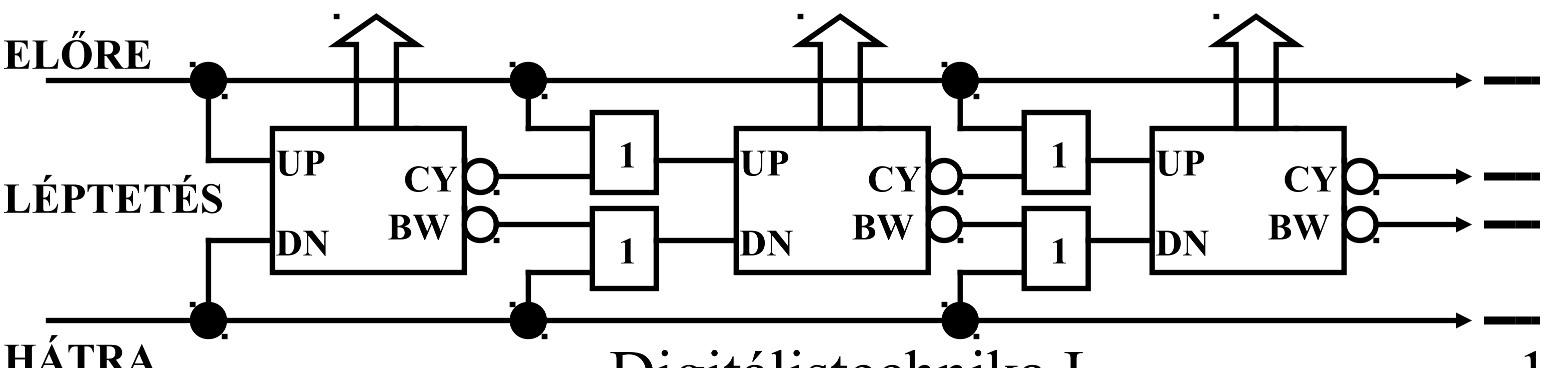


REVERZIBILIS SZÁMLÁLÓK



UP	**Count Up**	**felfelé számláló bemenet**
DN	**Count Down**	**visszaszámláló bemenet**
CY	**Carry Out**	**túlcsordulás kimenet**
BW	**Borrow Out**	**alulcsordulás kimenet**
Q0-Q3		**számláló kimenetek**



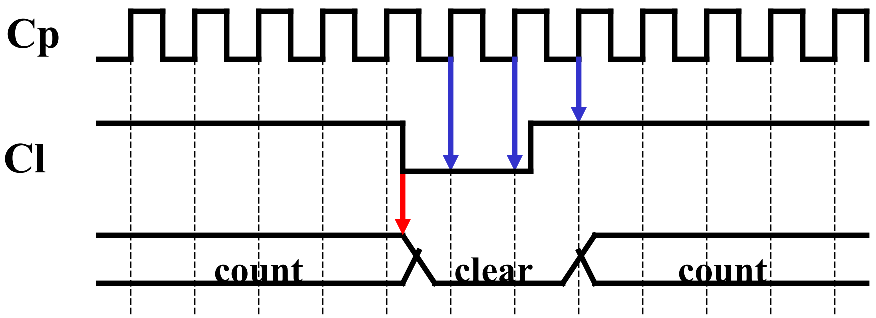


SZÁMLÁLÓK TOVÁBBI SZOLGÁLTATÁSAI

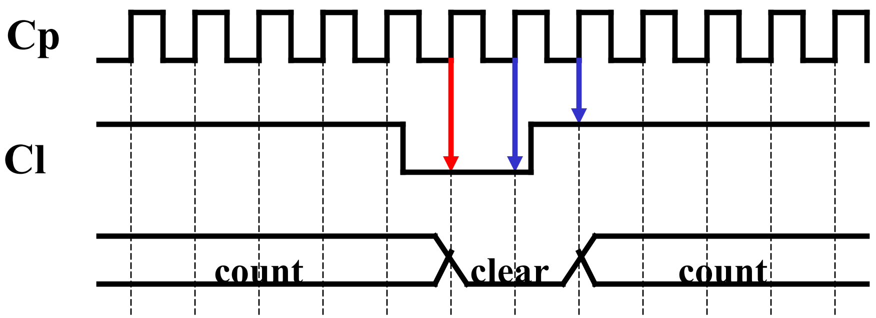
TÖRLÉS (0 beállítása) Cl, MR

– aszinkron

Cl	Clear
MR	Master Reset

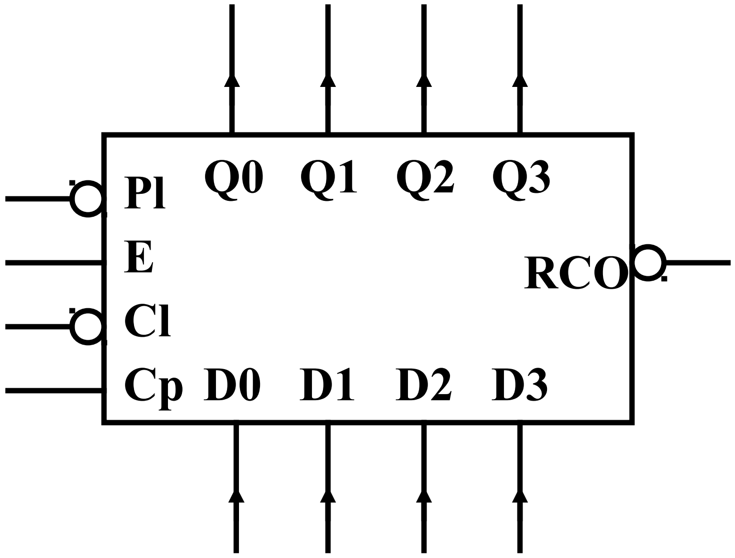


– szinkron

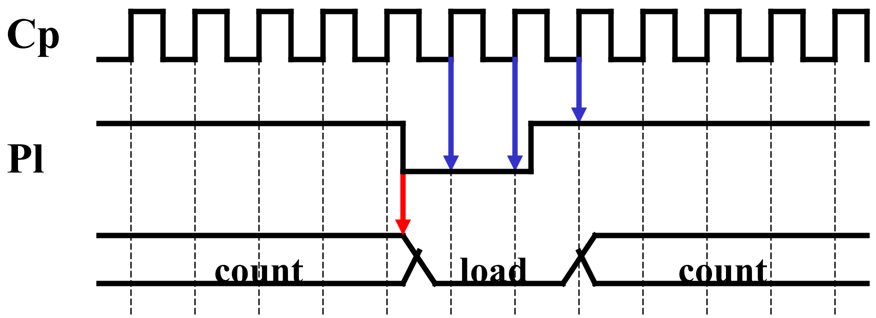


PROGRAMOZHATÓ SZÁMLÁLÓK

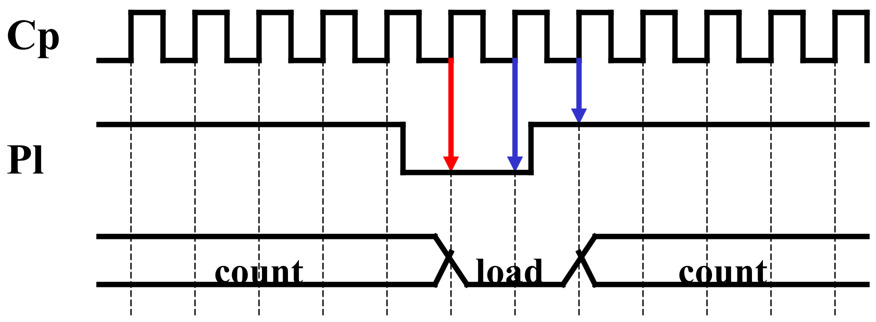
Párhuzamos beírás Pl; Ld (Paralell Load)



– **aszinkron**



– **szinkron**



SZÁMLÁLÓK CIKLUS RÖVIDÍTÉSE

<u>4 bites számlálók ciklusai</u>

<u>BINÁRIS:</u>

0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9 → A → B → C → D → E → F

DECIMÁLIS:

0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9

RÖVIDÍTETTCIKLUS:

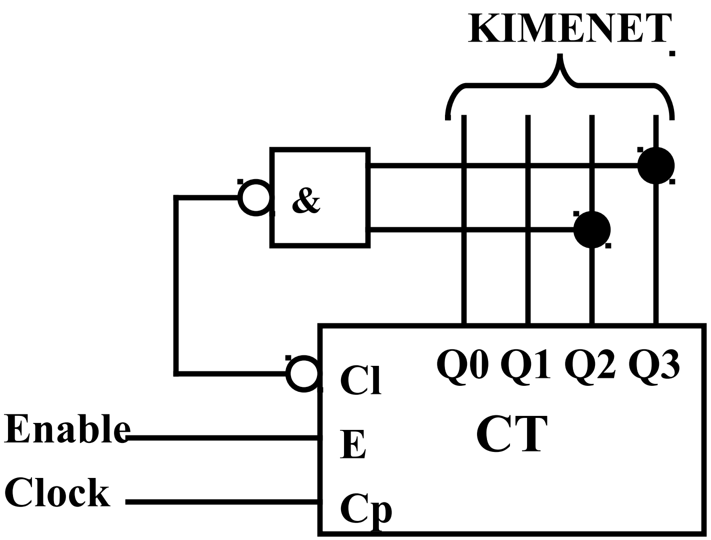
0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9 → A → B → C

CILKUS RÖVIDÍTÉS:

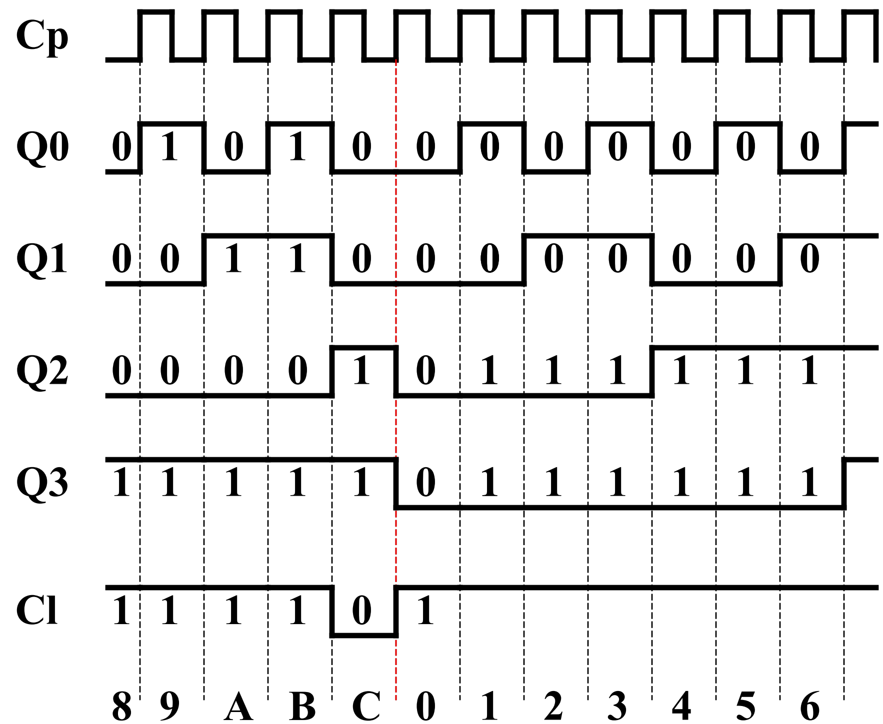
SZINKRON CLEAR ESTÉN

ASZINKRON CLEAR ESETÉN

CIKLUS RÖVIDÍTÉS SZINKRON CLEAR ESETÉN

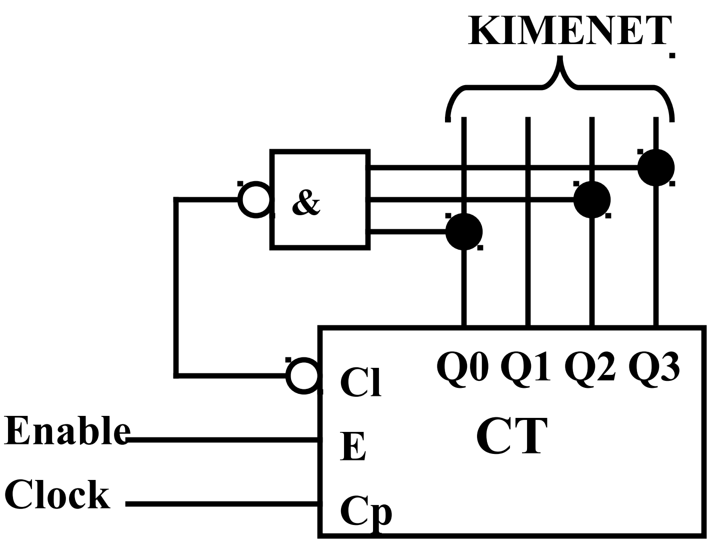


$Cl = \overline{Q3 * Q2}$

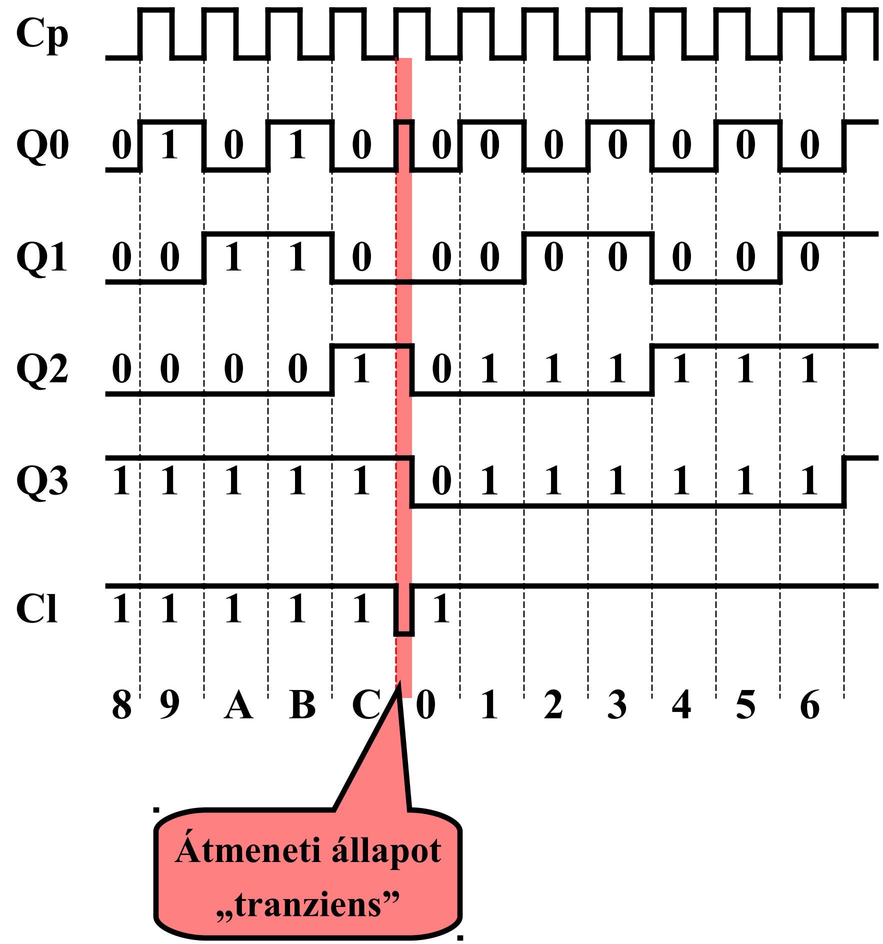


KIKAPUZANDÓ ÉRTÉK A SZÁMLÁLÁSI VÉGÉRTÉK!

CIKLUS RÖVIDÍTÉS ASZINKRON CLEAR ESETÉN



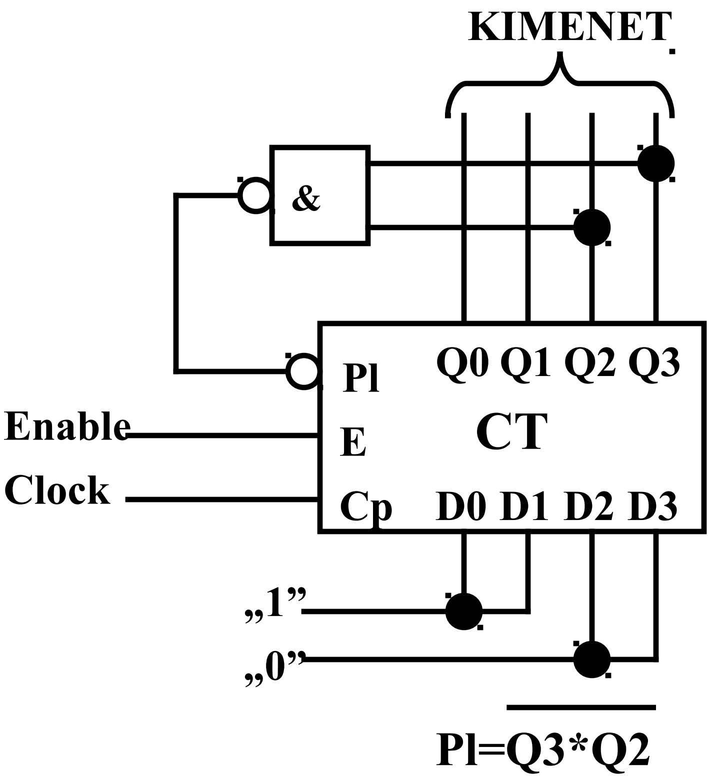
$Cl=\overline{Q3*Q2}$

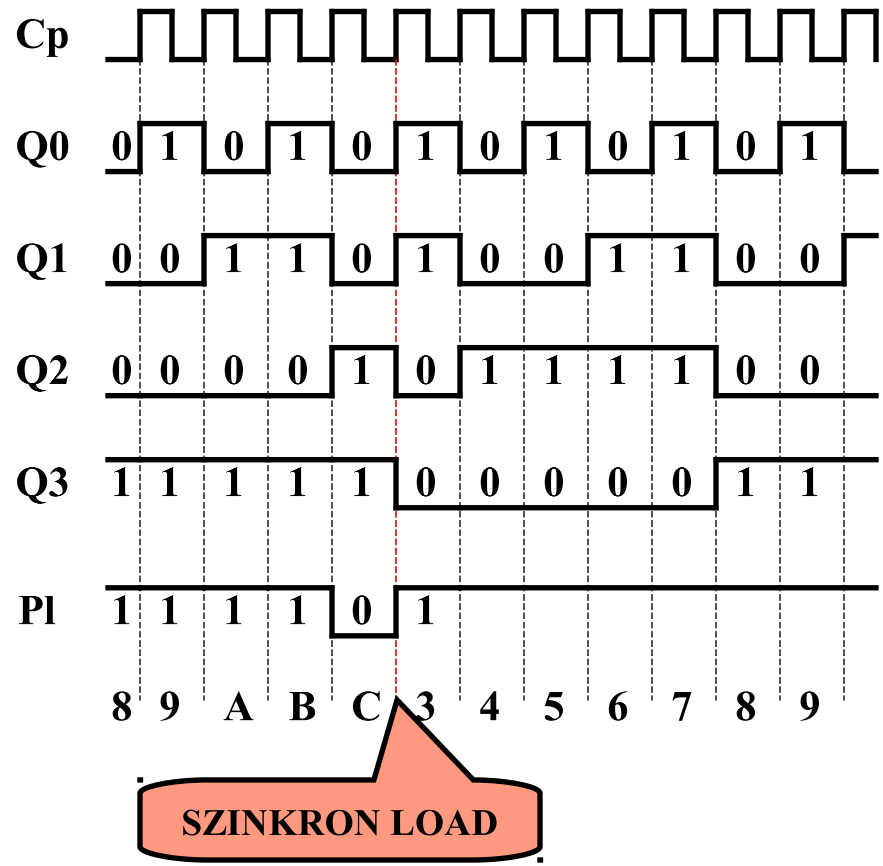


KIKAPUZANDÓ ÉRTÉK:
SZÁMLÁLÁSI VÉGÉRTÉK+1!

NEM NULLA KEZDŐÉRTÉKŰ CIKUSOK

3 →4 →5 →6 →7 →8 →9 →A →B →C





KIKAPUZANDÓ ÉRTÉK:
SZÁMLÁLÁSI VÉGÉRTÉK!

CIKLUS RÖVIDÍTÉS ASZINKRON LOAD FELHASZNÁLÁSÁVAL

3 →4 →5 →6 →7 →8 →9 →A →B →C