



# 4. hét: Ideális és valódi építőelemek

Steiner Henriette  
*Egészségügyi mérnök*

Digitális technika  
2015/2016





# Bevezetés

Digitális technika  
2015/2016





# Az ideális és valódi építőelemek

Digitális technika  
2015/2016

[www.uni-obuda.hu](http://www.uni-obuda.hu)





# Bevezető

Ó  
B  
U  
D  
A  
I  
  
E  
G  
Y  
E  
T  
E  
M





# Alapfogalmak

## ❖ Ideális helyzet

- ❖ Egy kombinációs hálózat kimeneti jele csak a bemeneti jelek aktuális, pillanatnyi értékétől függ
- ❖ A hálózat a bemeneti jelre időkésés nélkül reagál





# Alapfogalmak

- ❖ Valóságos helyzet
  - ❖ A jelek terjedési sebessége véges, mert
    - ❖ Az elektromágneses hullámok véges terjedési sebessége
    - ❖ Szórt kapacitások és induktivitások okozta késleltetés jelentkezik
  - ❖ Az egyes hálózati elemek (pl. kapuk) kimeneti jele csak késéssel reagál a bemenet változására
    - ❖ A késleltető hatások átmenetileg hibás kimeneti kombinációkat hozhatnak létre
    - ❖ A hibák előfordulása a környezeti változóktól: hőmérséklet, öregedés, stb. függhet
    - ❖ Az ilyen véletlenszerű, rendszertelen hibajelenség neve **hazárdjelenség**





# Építőelemek

- ❖ Kódolók, Dekódolók
- ❖ Adatút-választók
- ❖ Aritmetikai egységek





# Építőelemek

## ❖ Kódolók, Dekódolók

- Bináris → BCD átalakító (kódoló)
- BCD → 7 szegmenses kijelző meghajtó (dekódoló)

## ❖ Adatút-választók

- Multiplexer
- Demultiplexer

## ❖ Aritmetikai egységek

- Digitális komparátor
- Összeadó, kivonó







# Kódolók

## kódoló

Bináris → BCD átalakító (kódoló)

239

1 -  
1 -  
1 -  
0 -  
1 -  
1 -  
1 -  
1 -

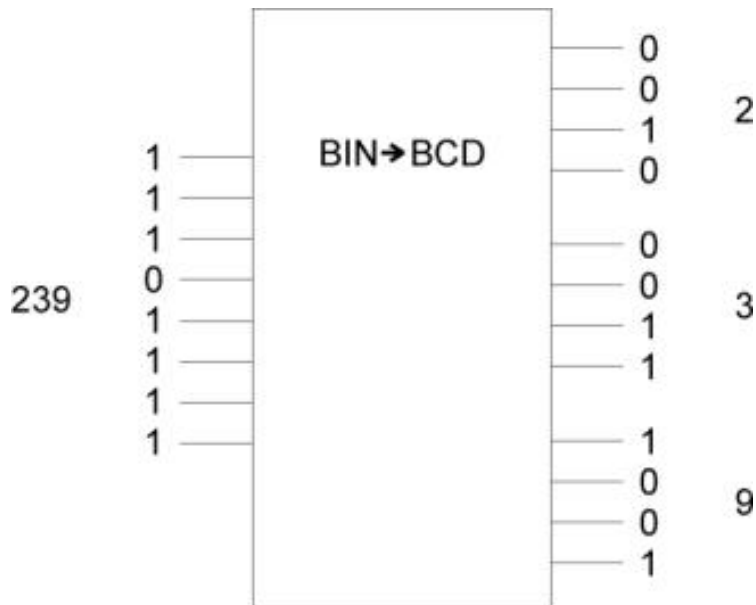




# Kódolók

## kódoló

Bináris → BCD átalakító (kódoló)





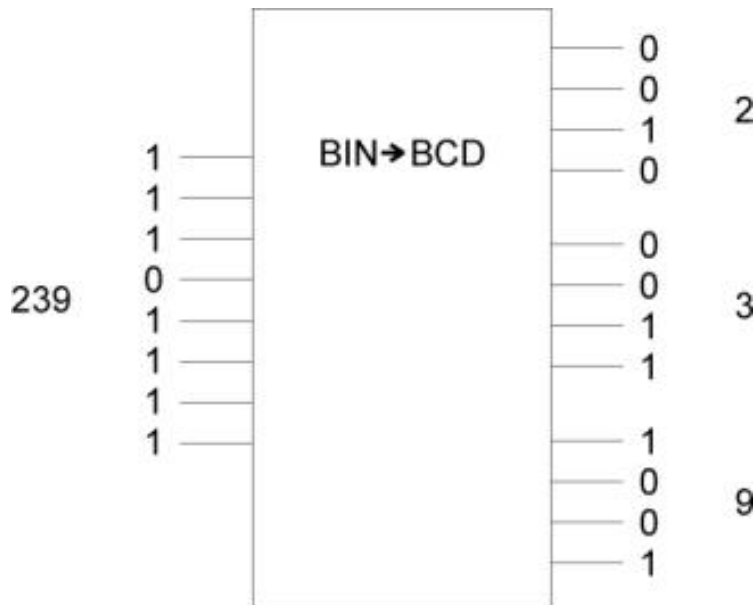
# Kódolók

kódoló

dekódoló

Bináris  $\rightarrow$  BCD átalakító (kódoló)

BCD  $\rightarrow$  7 szegmenses kijelző meghajtó (dekódoló)

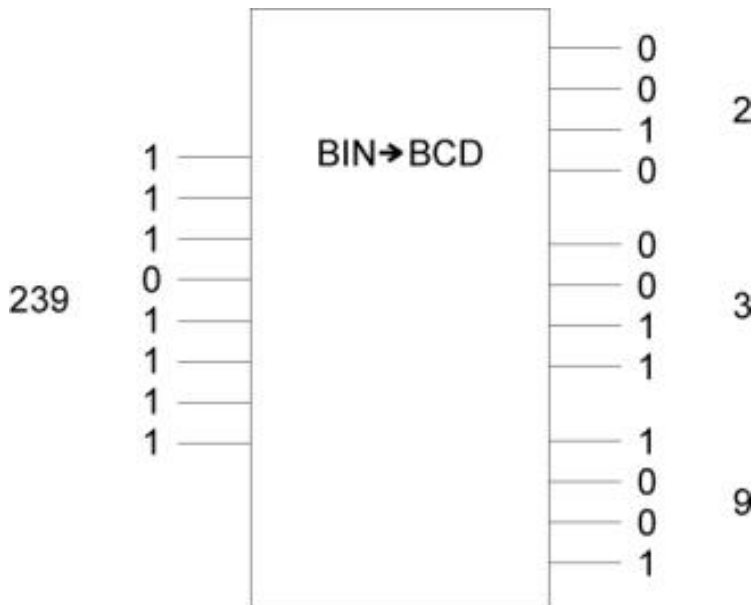




# Kódolók

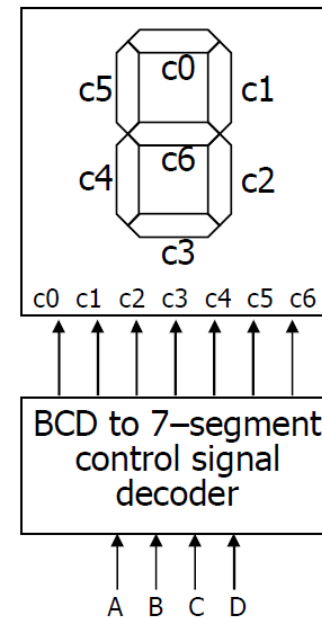
kódoló

Bináris → BCD átalakító (kódoló)



dekódoló

BCD → 7 szegmenses kijelző meghajtó (dekódoló)

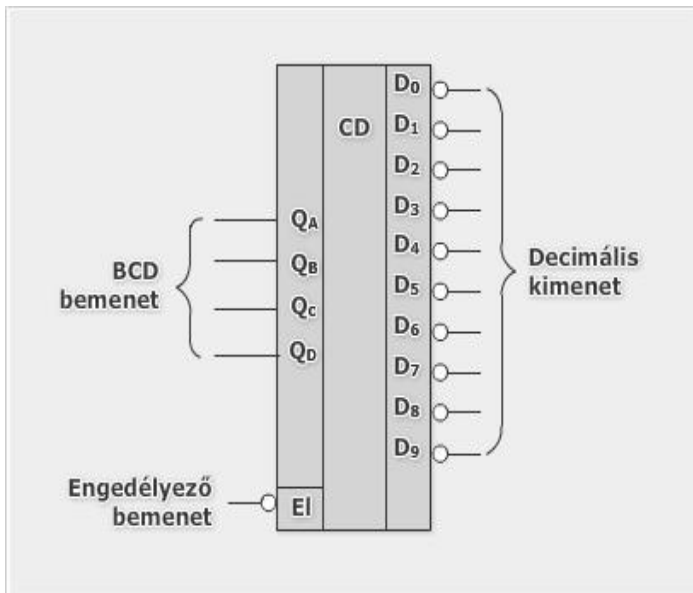




# Kódoló

## kódoló

BCD → Decimális átalakító (kódoló)

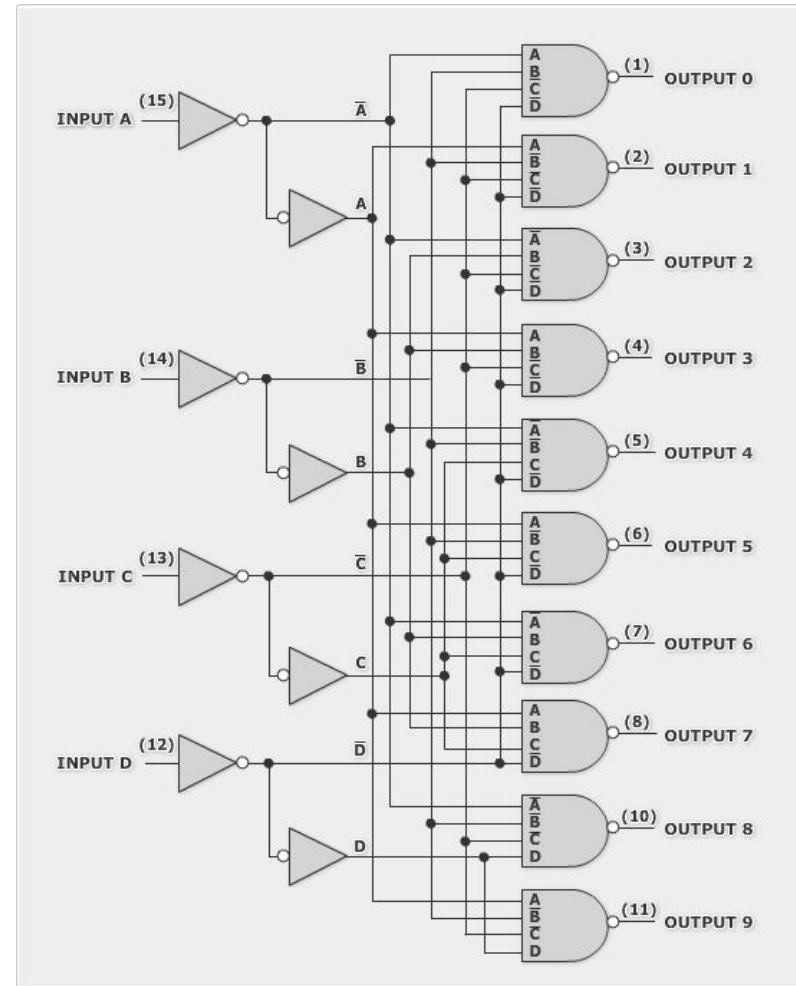
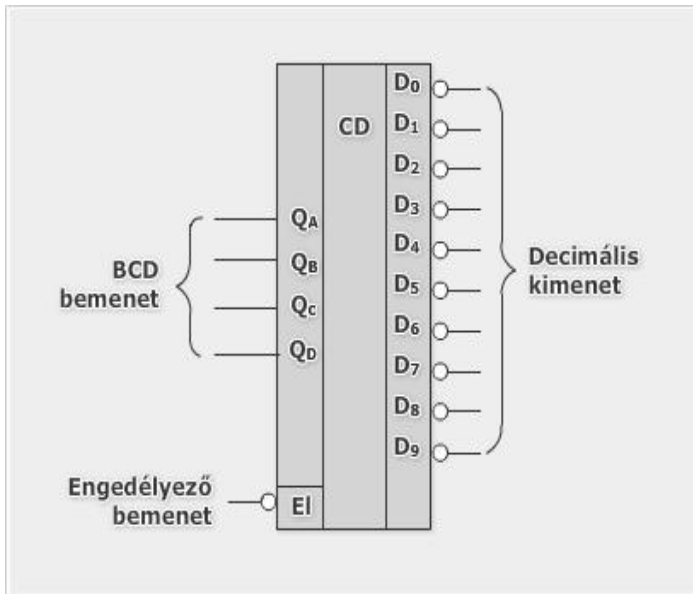




# Kódoló

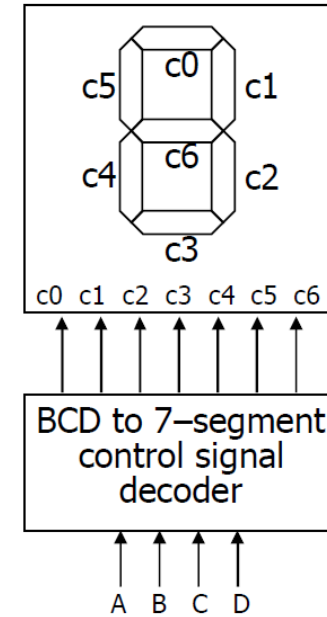
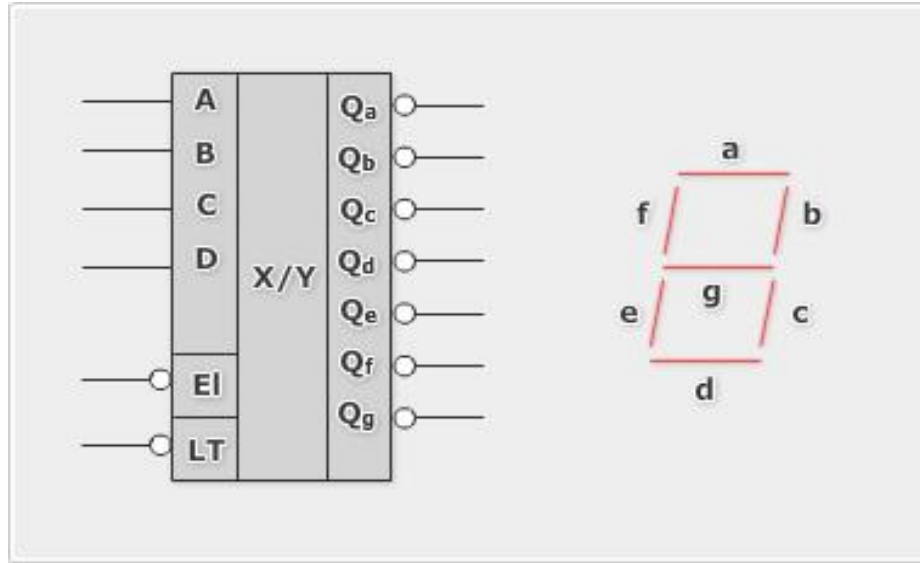
## kódoló

BCD → Decimális átalakító (kódoló)





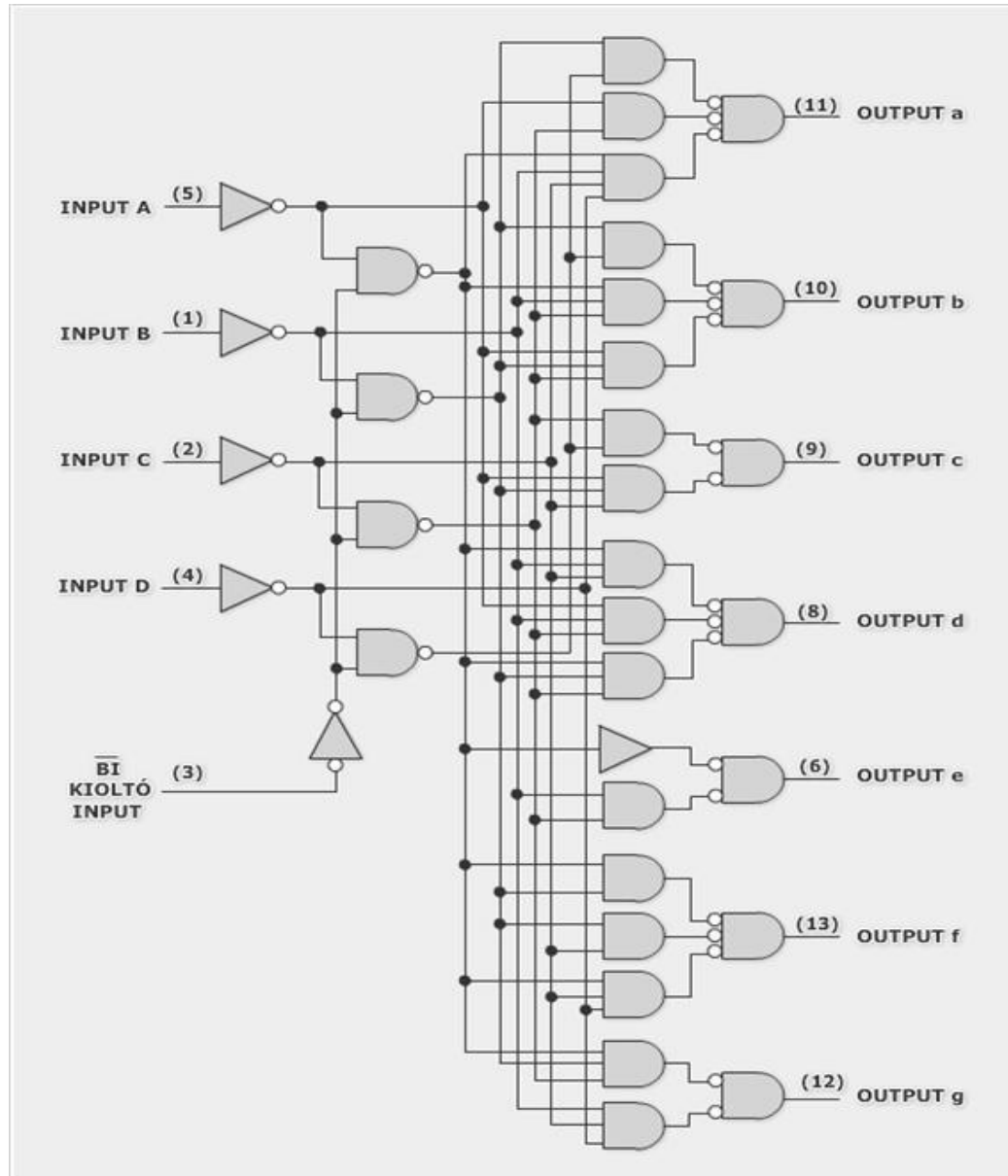
# Dekódoló





# Dekódoló

ÓBUDA  
I  
EGYETEM

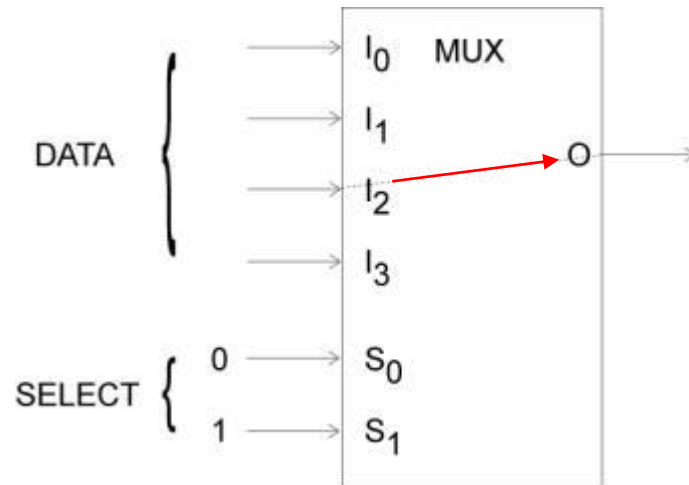






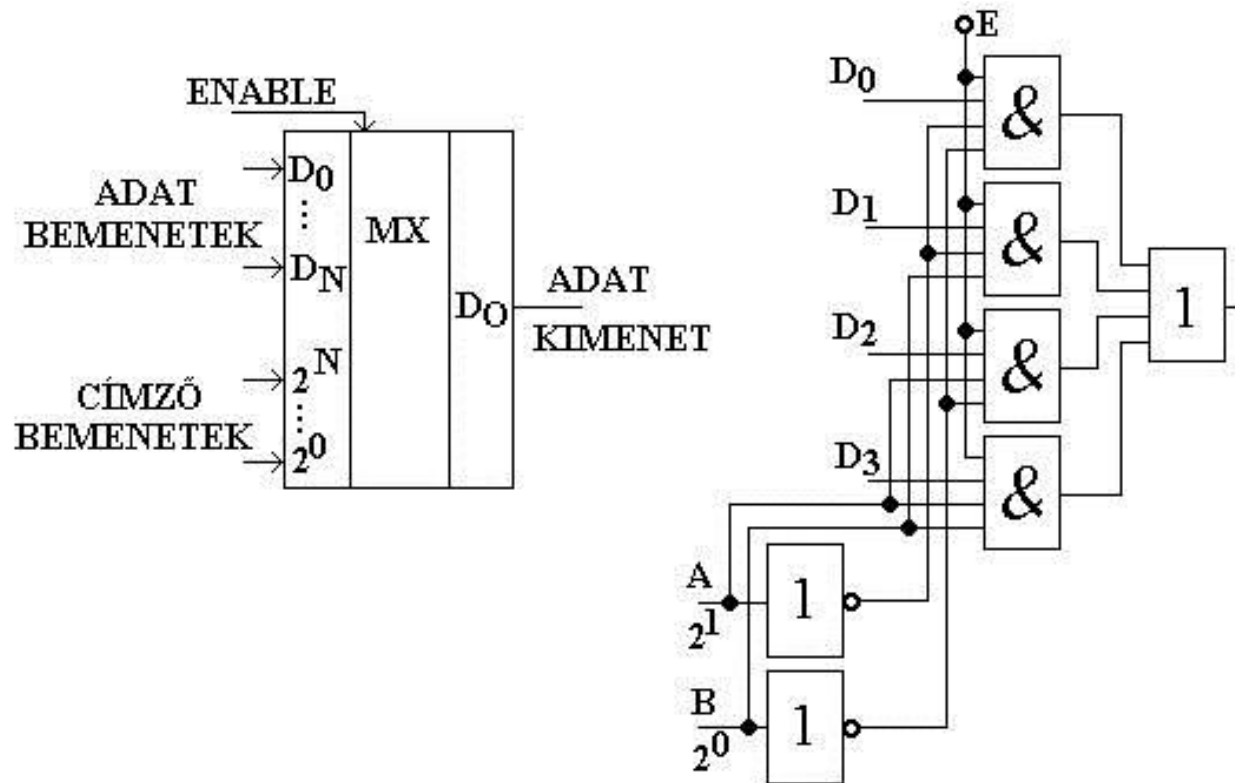
# Multiplexer

- ❖ A kiválasztó-vezérlő jel (SELECT) függvényében a bemeneti jelek (DATA) közül az egyiket a kimenetre irányítja
- ❖ n számú SELECT jel értelem szerűen  $2^n$  adatbemenet közül választhat
- ❖ Az egység általában a működést engedélyező bemenettel is rendelkezik



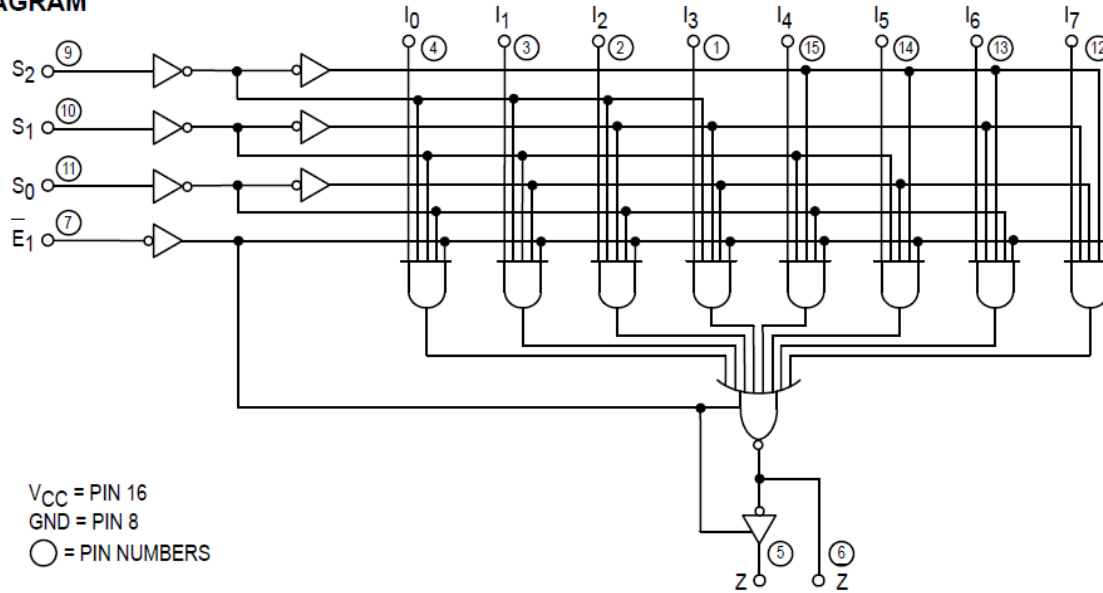


# Multiplexer





# LOGIC DIAGRAM



# 74LS251

## TRUTH TABLE

| $E_0$ | $S_2$ | $S_1$ | $S_0$ | $I_0$ | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ | $I_5$ | $I_6$ | $I_7$ | $Z$ | $Z$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| H     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | (Z) | (Z) |
| L     | L     | L     | L     | L     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | H   | L   |
| L     | L     | L     | L     | H     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | L   | H   |
| L     | L     | L     | H     | X     | L     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | H   | L   |
| L     | L     | L     | H     | X     | H     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | L   | H   |
| L     | L     | H     | L     | X     | X     | L     | X     | X     | X     | X     | X     | H   | L   |
| L     | L     | H     | L     | X     | X     | H     | X     | X     | X     | X     | X     | L   | H   |
| L     | L     | H     | H     | X     | X     | X     | L     | X     | X     | X     | X     | H   | L   |
| L     | L     | H     | H     | X     | X     | X     | H     | X     | X     | X     | X     | L   | H   |
| L     | H     | L     | L     | X     | X     | X     | X     | L     | X     | X     | X     | H   | L   |
| L     | H     | L     | L     | X     | X     | X     | X     | H     | X     | X     | X     | L   | H   |
| L     | H     | L     | H     | X     | X     | X     | X     | X     | L     | X     | X     | H   | L   |
| L     | H     | L     | H     | X     | X     | X     | X     | X     | H     | X     | X     | L   | H   |
| L     | H     | H     | L     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | L     | X     | H   | L   |
| L     | H     | H     | L     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | H     | X     | L   | H   |
| L     | H     | H     | H     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | L     | H   | L   |
| L     | H     | H     | H     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | X     | H     | L   | H   |

H = HIGH Voltage Level  
 L = LOW Voltage Level  
 X = Don't Care  
 (Z) = High impedance (Off)





# Multiplexer feladatok

- 1) Párhuzamos-soros adat átalakítás
- 2) Kombinációs hálózat megvalósítása
- 3) Adatkiválasztás multiplexerrel





# Multiplexer feladatok

## 1) Párhuzamos-soros adat átalakítás

- ❖ Egy kódszó minden bitje egyszerre áll rendelkezésre (pl.: egy számítógép adatvezetékein),
- ❖ és ezt a multiplexer adatbemeneteire kötjük.
- ❖ A címző bemenetekre adott címek hatására **az adatbemenetekről órajellel ütemezve mindig egy-egy bit kerül át a kimenetre.**
- ❖ Egy kódszó átviteléhez annyi órajel szükséges, ahány bites az információ.





# Multiplexer feladatok

## 2) Kombinációs hálózat megvalósítása

- ❖ Adott a logikai függvény **diszjunktív szabályos alakja számjegyes formában.**





# Multiplexer feladatok

## 2) Kombinációs hálózat megvalósítása

- ❖ Adott a logikai függvény **diszjunktív szabályos alakja számjegyes formában.**
- ❖ Ebből látható, hogy hány változós a függvény.





# Multiplexer feladatok

## 2) Kombinációs hálózat megvalósítása

- ❖ Adott a logikai függvény **diszjunktív szabályos alakja számjegyes formában**.
- ❖ Ebből látható, hogy hány változós a függvény.
- ❖ ugyanennyi címző bemenettel
- ❖ A címző bemenetekre kötjük a függvény változóit (A, B, C...).







# Multiplexer feladatok

## 2) Kombinációs hálózat megvalósítása

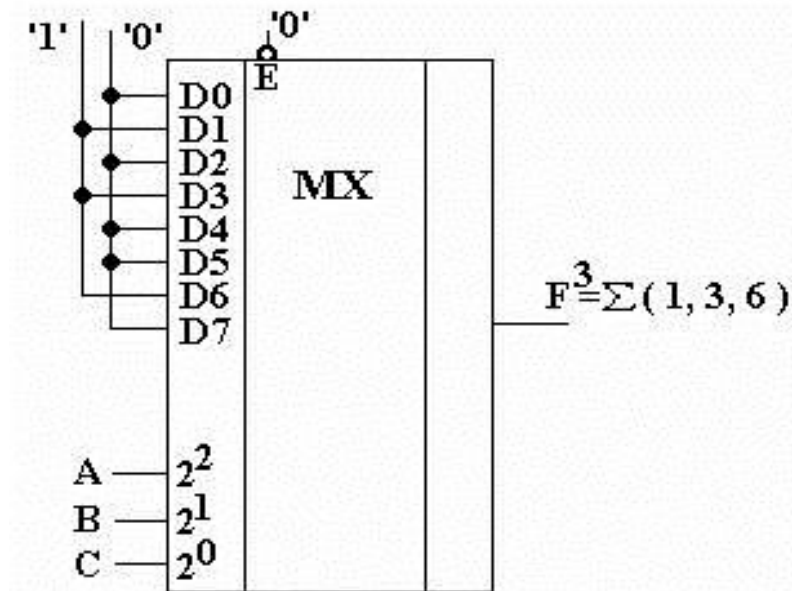
- ❖ Adott a logikai függvény **diszjunktív szabályos alakja számjegyes formában**.
- ❖ Ebből látható, hogy hány változós a függvény.
- ❖ ugyanennyi címző bemenettel
- ❖ A címző bemenetekre kötjük a függvény változóit (A, B, C...).
- ❖ **Azokra az adatbemenetekre 0-t kötünk, amelyek nem szerepelnek a függvényben, azokra pedig 1-t, amelyek szerepelnek a függvényben.**





# Multiplexer feladatok

## 2) Kombinációs hálózat megvalósítása





# Multiplexer feladatok

## 3) Adatkiválasztás multiplexerrel

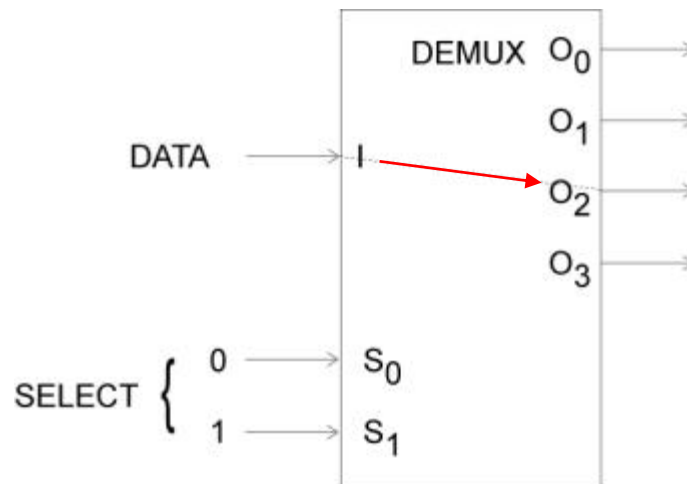
- ❖ Adott négy mérőkészülékünk (érzékelők) telepítve különböző helyeken,
- ❖ folyamatosan szolgáltatja az információt.
- ❖ **a címző bemenetekre adott kód segítségével ki lehet jelölni, hogy melyikről kerüljön tovább az információ a kimenetre (pl.: rögzítésre, megjelenítésre ...).**





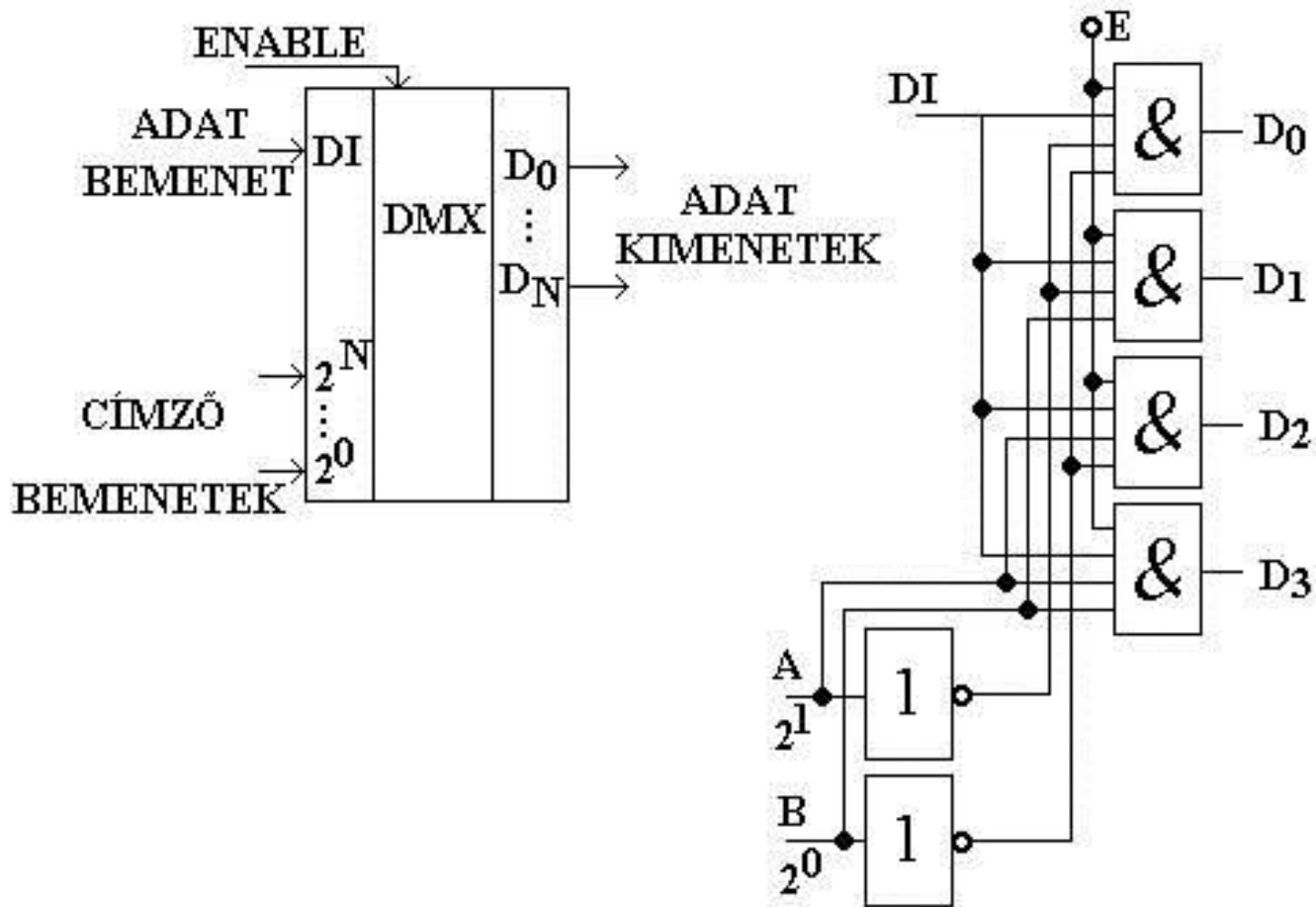
# Demultiplexer

- ❖ A kiválasztó-vezérlő jel (SELECT) függvényében a bemeneti jelet (DATA) a kimenetek egyikére irányítja
- ❖ n számú SELECT jel értelem szerűen  $2^n$  adatkimenet közül választhat
- ❖ Az egység általában a működést engedélyező bemenettel is rendelkezik



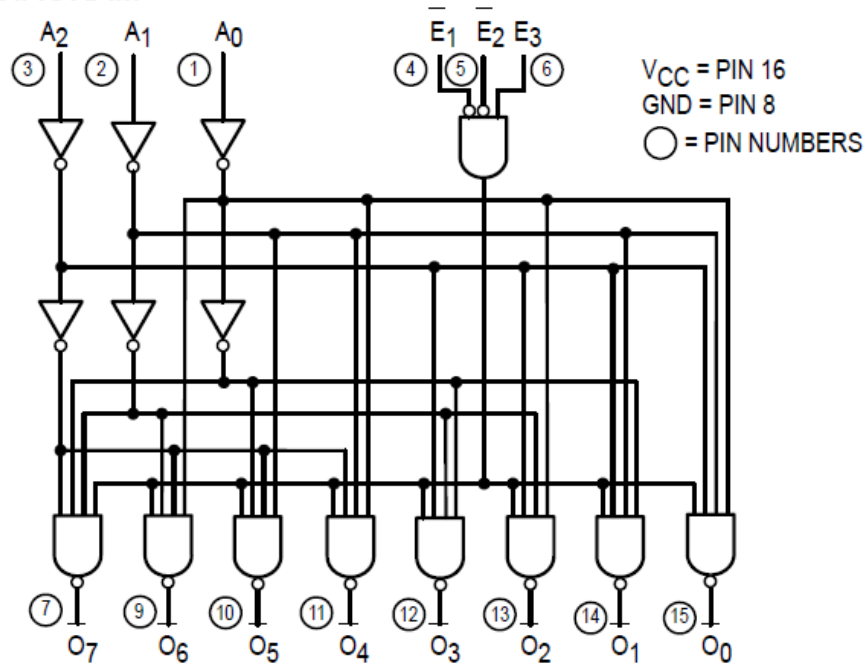


# Demultiplexer





### LOGIC DIAGRAM



74LS138

### TRUTH TABLE

| INPUTS         |                |                |                |                |                | OUTPUTS        |                |                |                |                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| E <sub>1</sub> | E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> | A <sub>0</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | O <sub>0</sub> | O <sub>1</sub> | O <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | O <sub>4</sub> | O <sub>5</sub> | O <sub>6</sub> | O <sub>7</sub> |
| H              | X              | X              | X              | X              | X              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              |
| X              | H              | X              | X              | X              | X              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              |
| X              | X              | L              | X              | X              | X              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              |
| L              | L              | H              | L              | L              | L              | L              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              |
| L              | L              | H              | H              | L              | L              | H              | L              | H              | H              | H              | H              | H              | H              |
| L              | L              | H              | L              | H              | L              | H              | H              | L              | H              | H              | H              | H              | H              |
| L              | L              | H              | H              | H              | L              | H              | H              | H              | H              | L              | H              | H              | H              |
| L              | L              | H              | L              | L              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | L              | H              | H              |
| L              | L              | H              | L              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | L              | H              |
| L              | L              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | H              | L              |

H = HIGH Voltage Level  
 L = LOW Voltage Level  
 X = Don't Care





# Demultiplexer

- 1) Soros-párhuzamos adat átalakítás
- 2) Adatok elosztása
- 3) Kódátalakítás





# Demultiplexer

## 1) Soros-párhuzamos adat átalakítás

- ❖ Egy kódszó bitjei **sorosan** állnak rendelkezésre
- ❖ ütemezve **egyenként** kerülhetnek a DMX adatbemenetére.
- ❖ A címző bemenetekre adott bináris címek hatására
- ❖ **az adatbemenetről minden ütemre a megcímzett kimenetre kerül**

**1-1 bitnyi információ.**

- ❖ Egy kódszó átviteléhez annyi órajel szükséges, ahány bites az információ.







# Demultiplexer

## 2) Adatok elosztása

- ❖ Az adatbemenetre **állandóan 1-et** adunk
- ❖ és a címző bemenetekkel választhatjuk ki, hogy melyik kimenetre kerüljön át ez az 1-es,
- ❖ ezzel az **erre kötött áramkört** engedélyezzük.
- ❖ Mivel az áramkörök tok engedélyezői többnyire 0-ra aktívak, ezért itt inverz kimenettel rendelkező demultiplexereket használnak.

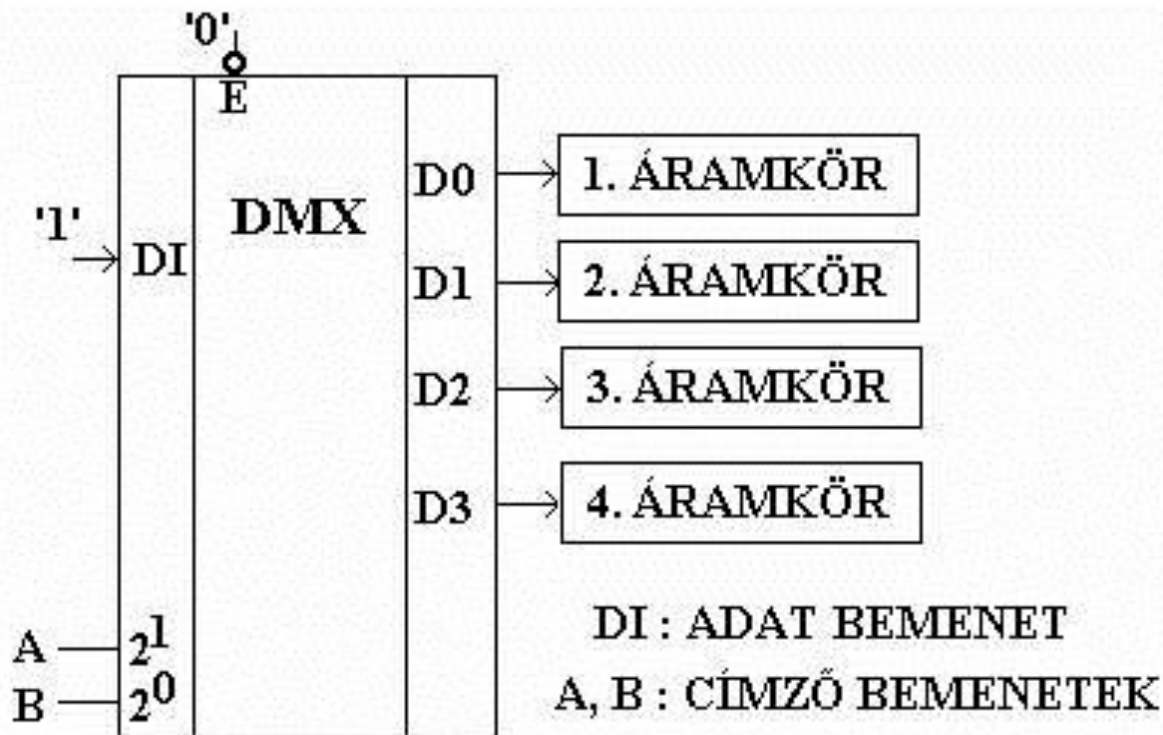
Pl. így történik a memória modulok kiválasztása





# Demultiplexer

## 2) Adatok elosztása





# Demultiplexer

## 3) Kódátalakítás

- ❖ Egy megadott kódrendszerben lévő kódszót alakít át egy másik kódrendszerbeli kódszóvá.
- ❖ Pl.: egyszerűen megvalósítható egy 1/4/16-os DMX-rel egy bináris-decimális vagy egy bináris-hexadecimális kódátalakító.
- ❖ A címző bemenetre kapcsolt bináris számnak megfelelő decimális kimenet lesz az aktív.





# Aritmetikai egységek

- ❖ Digitális komparátor
- ❖ Összeadó
- ❖ Kivonó
- ❖ szorzó





# Digitális komparátor

Legyen egy digitális komparátorunk, melynek az a feladata, hogy két binárisan felírt számot hasonlítsen össze. A két szám legyen eltárolva két biten.





# Digitális komparátor

Legyen egy digitális komparatorunk, melynek az a feladata, hogy két binárisan felírt számot hasonlítsen össze. A két szám legyen eltárolva két biten.



- $Y_0 = 1$  ha  $A > B$  egyébként  $0$
- $Y_1 = 1$  ha  $A = B$  egyébként  $0$
- $Y_2 = 1$  ha  $A < B$  egyébként  $0$





# Digitális komparátor

| i  | A | B | C | D | $Y_0$ | $Y_1$ | $Y_2$ |
|----|---|---|---|---|-------|-------|-------|
| 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 1     | 0     |
| 1  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0     | 0     | 1     |
| 2  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0     | 0     | 1     |
| 3  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0     | 0     | 1     |
| 4  | 0 | 1 | 0 | 0 | 1     | 0     | 0     |
| 5  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0     | 1     | 0     |
| 6  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0     | 0     | 1     |
| 7  | 0 | 1 | 1 | 1 | 0     | 0     | 1     |
| 8  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1     | 0     | 0     |
| 9  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1     | 0     | 0     |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0     | 1     | 0     |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0     | 0     | 1     |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1     | 0     | 0     |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1     | 0     | 0     |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1     | 0     | 0     |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0     | 1     | 0     |





# Digitális komparátor

$Y_0 = 1$  ha  $A > B$  egyébként 0







# Digitális komparátor

$Y_0 = 1$  ha  $A > B$  egyébként 0

|    | i  | A | B | C | D | $Y_0$ | $Y_1$ | $Y_2$ |
|----|----|---|---|---|---|-------|-------|-------|
|    | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0     | 1     | 0     |
|    | 1  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0     | 0     | 1     |
|    | 2  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0     | 0     | 1     |
|    | 3  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0     | 0     | 1     |
| Y1 | 4  | 0 | 1 | 0 | 0 | 1     | 0     | 0     |
|    | 5  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0     | 1     | 0     |
|    | 6  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0     | 0     | 1     |
|    | 7  | 0 | 1 | 1 | 1 | 0     | 0     | 1     |
| Y2 | 8  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1     | 0     | 0     |
| Y3 | 9  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1     | 0     | 0     |
|    | 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0     | 1     | 0     |
|    | 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0     | 0     | 1     |
| Y4 | 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1     | 0     | 0     |
| Y5 | 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1     | 0     | 0     |
| Y6 | 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1     | 0     | 0     |
|    | 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0     | 1     | 0     |



# Digitális komparátor

$Y_0 = 1$  ha  $A > B$  egyébként 0

$$Y1 = \overline{A}BCD$$

$$Y2 = A\overline{B}CD$$

$$Y3 = \overline{A}B\overline{C}D$$

$$Y4 = A\overline{B}\overline{C}D$$

$$Y5 = A\overline{B}C\overline{D}$$

$$Y6 = A\overline{B}C\overline{D}$$

|           | i         | A        | B        | C        | D        | $Y_0$    | $Y_1$ | $Y_2$ |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|
|           | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1     | 0     |
|           | 1         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0     | 1     |
|           | 2         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0     | 1     |
|           | 3         | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0     | 1     |
| <b>Y1</b> | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
|           | 5         | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1     | 0     |
|           | 6         | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0     | 1     |
|           | 7         | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0     | 1     |
| <b>Y2</b> | <b>8</b>  | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| <b>Y3</b> | <b>9</b>  | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
|           | 10        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1     | 0     |
|           | 11        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0     | 1     |
| <b>Y4</b> | <b>12</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| <b>Y5</b> | <b>13</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| <b>Y6</b> | <b>14</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
|           | 15        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1     | 0     |



# Digitális komparátor

$Y_0 = 1$  ha  $A > B$  egyébként 0

$$Y1 = \overline{A}BCD$$

$$Y2 = A\overline{B}CD$$

$$Y3 = \overline{A}B\overline{C}D$$

$$Y4 = A\overline{B}\overline{C}D$$

$$Y5 = A\overline{B}C\overline{D}$$

$$Y6 = A\overline{B}C\overline{D}$$

| i         | A        | B        | C        | D        | $Y_0$    | $Y_1$ | $Y_2$ |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|
| 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1     | 0     |
| 1         | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0     | 1     |
| 2         | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0     | 1     |
| 3         | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0     | 1     |
| <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| 5         | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1     | 0     |
| 6         | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0     | 1     |
| 7         | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0     | 1     |
| <b>8</b>  | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| <b>9</b>  | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| 10        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1     | 0     |
| 11        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0     | 1     |
| <b>12</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| <b>13</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| <b>14</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | 0     | 0     |
| 15        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1     | 0     |

Y1

Y2

Y3

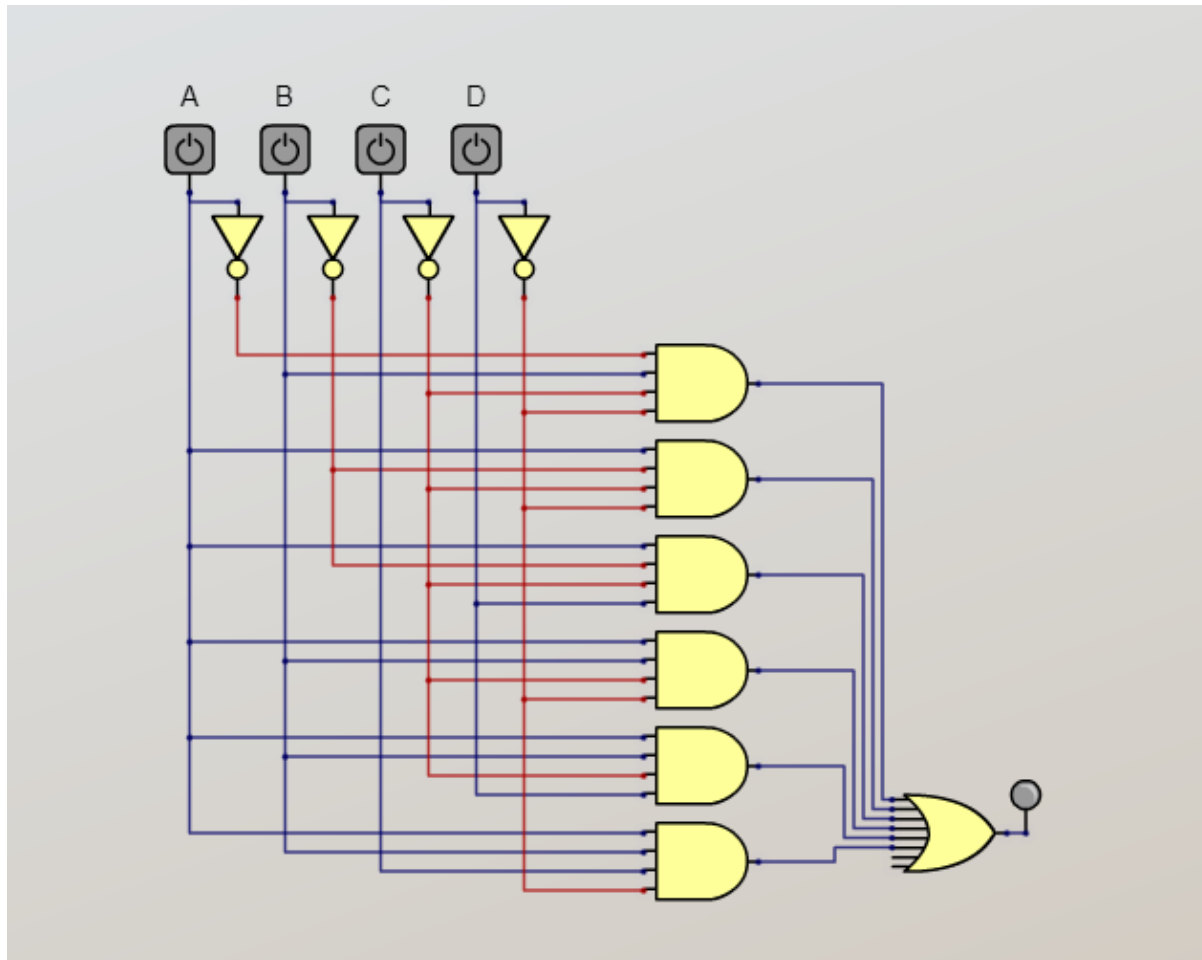
Y5

Y6

$$Y = \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BCD + A\overline{B}\overline{C}D + A\overline{B}C\overline{D} + A\overline{B}CD$$

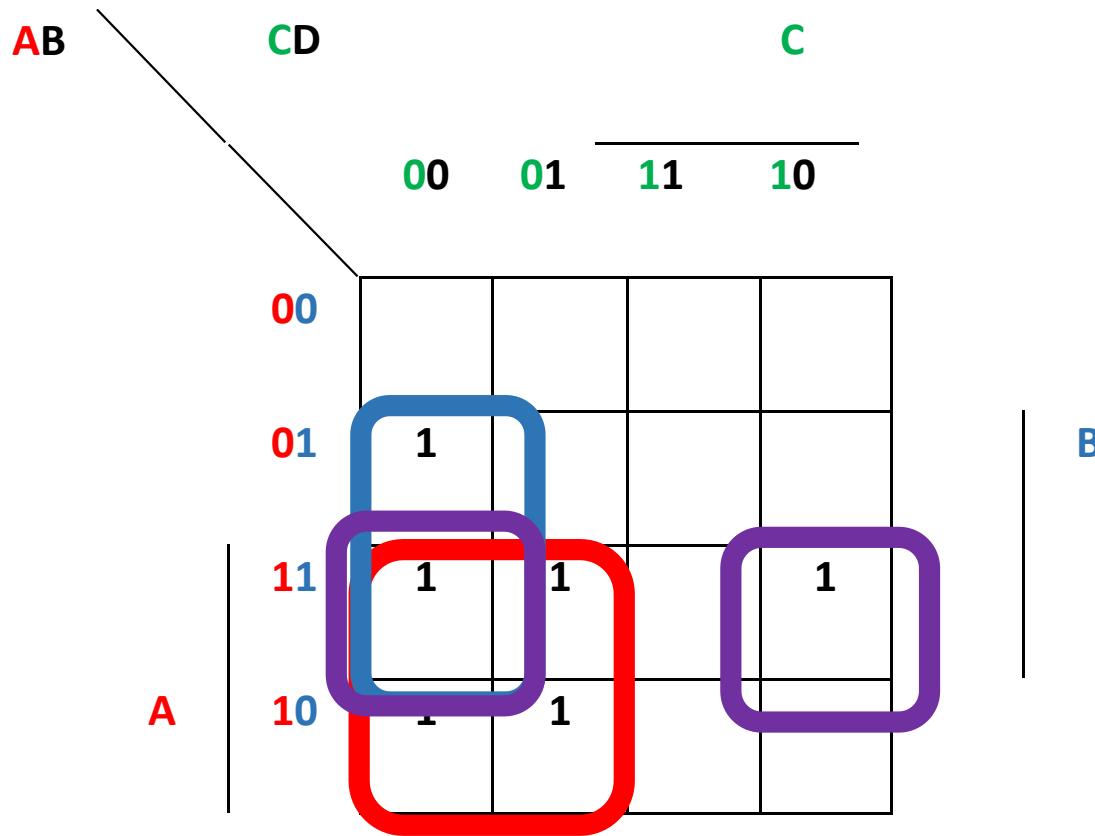


# Digitális komparátor





# Digitális komparátor



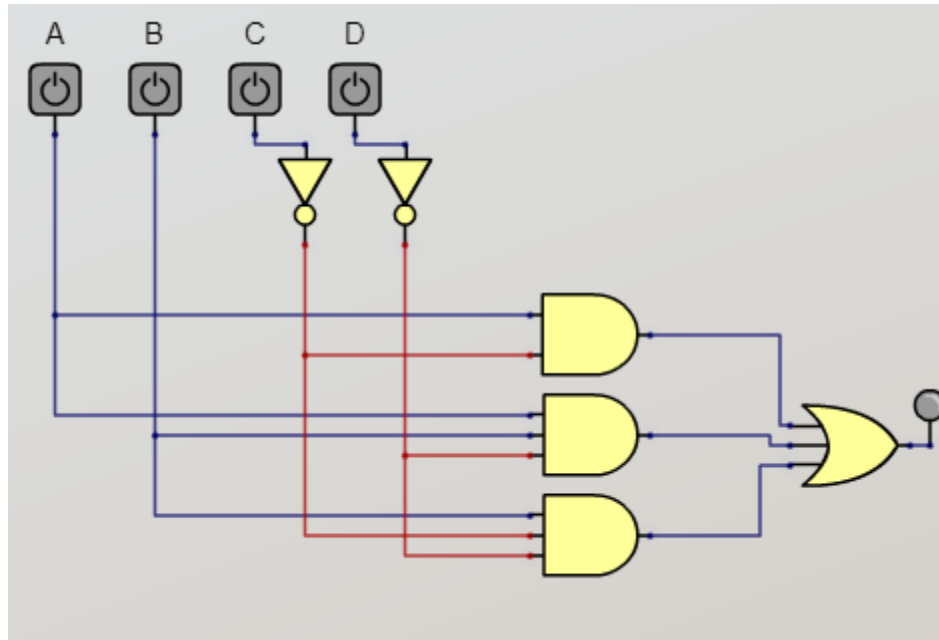
$$Y = \bar{A}\bar{C} + A\bar{B} + B\bar{C}$$

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





# Digitális komparátor



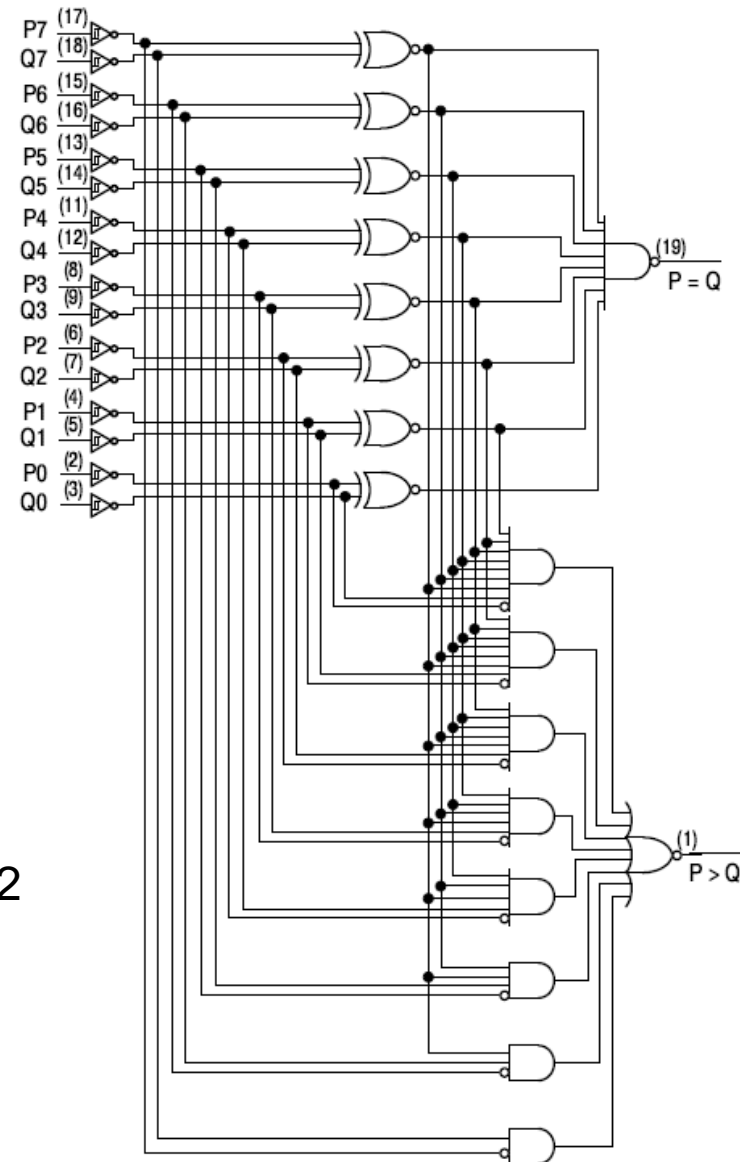


# Digitális komparátor

- Bináris számok összehasonlítása

| INPUTS |                                  |                 | OUTPUTS          |                  |
|--------|----------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| DATA   | ENABLES                          |                 | $\overline{P=Q}$ | $\overline{P>Q}$ |
| P, Q   | $\overline{G}$ , $\overline{GT}$ | $\overline{G2}$ | $\overline{P=Q}$ | $\overline{P>Q}$ |
| P = Q  | L                                | L               | L                | H                |
| P > Q  | L                                | L               | H                | L                |
| P < Q  | L                                | L               | H                | H                |
| X      | H                                | H               | H                | H                |

74LS682





# Számlálás

## Decimálisan:

01  
02  
03  
04  
05  
06  
07  
08  
09  
10 ←átvitel / túlcsordulás  
11  
12  
...

## Binárisan:

0000  
0001  
0010 ←átvitel / túlcsordulás  
0011  
0100 ←átvitel / túlcsordulás  
0101  
0110  
0111  
1000 ←átvitel / túlcsordulás  
1001  
1010  
1011  
1100  
1101  
1110  
1111







# Összeadó

## Decimális számok összeadása

- ❖ Papíron végzett összeadásnál, jobbról balra haladva sorra összeadjuk az egyes számjegyeket
- ❖ Ahol kilencnél nagyobb eredményt kapunk, ott hozzáadjuk a maradék egyest az egyel nagyobb helyiértékű számjegyekhez

$$\begin{array}{r} 2 \quad 5 \quad 6 \\ + 3 \quad 1 \quad 7 \\ \hline 5 \quad 7 \quad (1) \quad 3 \end{array}$$





# Összeadó

## Decimális számok összeadása

- ❖ Papíron végzett összeadásnál, jobbról balra haladva sorra összeadjuk az egyes számjegyeket
- ❖ Ahol kilencnél nagyobb eredményt kapunk, ott hozzáadjuk a maradék egyest az egyel nagyobb helyiértékű számjegyekhez

$$\begin{array}{r}
 2 \quad 5 \quad 6 \\
 + 3 \quad 1 \quad 7 \\
 \hline
 5 \quad 7 \quad (1) \quad 3
 \end{array}$$

## Bináris számok összeadása

- ❖ Kettes számrendszerben ugyan így járunk el, csak a felhasználható számjegyek 0 és 1
- ❖ Ahol 1-nél nagyobb eredményt kapunk, ott hozzáadjuk a maradék egyest az egyel nagyobb helyiértékű számjegyekhez

$$\begin{array}{r}
 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\
 (74) \\
 + 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\
 + (79) \\
 \hline
 1 \quad (1) \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad (1) \quad 1 \quad (1) \quad 0 \quad (1) \quad 0 \quad 1 \\
 (153)
 \end{array}$$





# Műveletek

| Összeadás    | Példa          |
|--------------|----------------|
| $0 + 0 = 0$  | $1011_2$       |
| $0 + 1 = 1$  | $+ \quad 11_2$ |
| $1 + 0 = 1$  | <hr/>          |
| $1 + 1 = 10$ | $1110_2$       |

| Kivonás      | Példa           |
|--------------|-----------------|
| $0 - 0 = 0$  | $1011_2$        |
| $0 - 1 = -1$ | $- \quad 111_2$ |
| $1 - 0 = 1$  | <hr/>           |
| $1 - 1 = 0$  | $100_2$         |





# Műveletek

| Szorzás         | Példa              |
|-----------------|--------------------|
| $0 \cdot 0 = 0$ | $1010_2$           |
| $0 \cdot 1 = 0$ | $\cdot \quad 11_2$ |
| $1 \cdot 0 = 0$ | <hr/>              |
| $1 \cdot 1 = 1$ | $11110_2$          |

| Osztás                  | Példa          |
|-------------------------|----------------|
| $0 / 0 = \text{n.def.}$ | $1010_2$       |
| $0 / 1 = 0$             | $/ \quad 10_2$ |
| $1 / 0 = \text{n.def.}$ | <hr/>          |
| $1 / 1 = 1$             | $101_2$        |

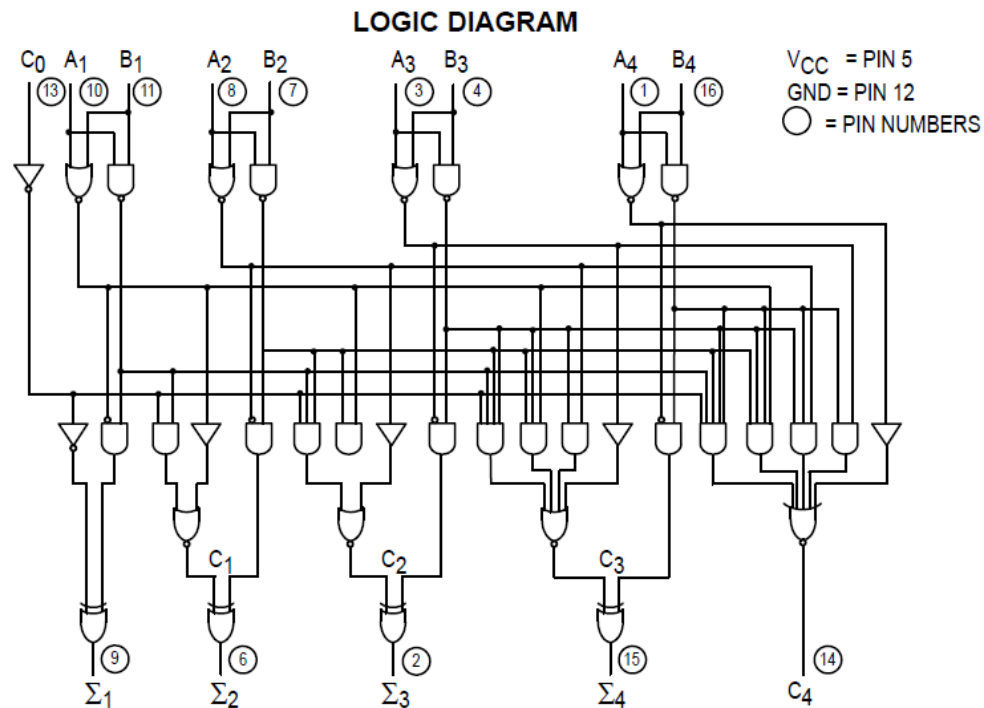
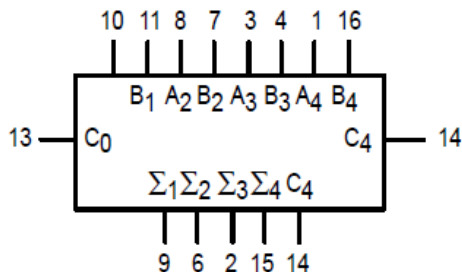




# Összeadó példa

Pl.: 4-bites teljes összeadó

## 74LS83A



V<sub>CC</sub> = PIN 5  
GND = PIN 12  
○ = PIN NUMBERS

|              | C <sub>0</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>4</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> | Σ <sub>1</sub> | Σ <sub>2</sub> | Σ <sub>3</sub> | Σ <sub>4</sub> | C <sub>4</sub> |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Logic Levels | L              | L              | H              | L              | H              | H              | L              | L              | H              | H              | H              | L              | L              | H              |
| Active HIGH  | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              | 1              | 0              | 0              | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              | 1              |
| Active LOW   | 1              | 1              | 0              | 1              | 0              | 0              | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              | 1              | 0              |

(10+9 = 19)

(carry+5+6 = 12)





# Összeadó

## Egybites teljes összeadó

- ❖ Két bináris szám egy-egy bitjét adja össze
- ❖ Figyelembe veszi az egyel kisebb helyiértékről érkező átvitelt
- ❖ Ha nála is keletkezik átvitel, akkor továbbítja azt
- ❖ Több egybites összeadót összekapcsolva két bármilyen hosszú bináris számot összeadhatunk
- ❖ Kettes komplementes kóddal kivonóként is használható, az utolsó átvitel használata nélkül





# Összeadó

## Egybites teljes összeadó

- ❖ Két bináris szám egy-egy bitjét adja össze
- ❖ Figyelembe veszi az egyel kisebb helyiértékről érkező átvitelt
- ❖ Ha nála is keletkezik átvitel, akkor továbbítja azt
- ❖ Több egybites összeadót összekapcsolva két bármilyen hosszú bináris számot összeadhatunk
- ❖ Kettes komplementes kóddal kivonóként is használható, az utolsó átvitel használata nélkül

| $C_{in}$ | A | B | $\Sigma$ | $C_{out}$ |
|----------|---|---|----------|-----------|
| 0        | 0 | 0 | 0        | 0         |
| 0        | 0 | 1 | 1        | 0         |
| 0        | 1 | 0 | 1        | 0         |
| 0        | 1 | 1 | 0        | 1         |
| 1        | 0 | 0 | 1        | 0         |
| 1        | 0 | 1 | 0        | 1         |
| 1        | 1 | 0 | 0        | 1         |
| 1        | 1 | 1 | 1        | 1         |



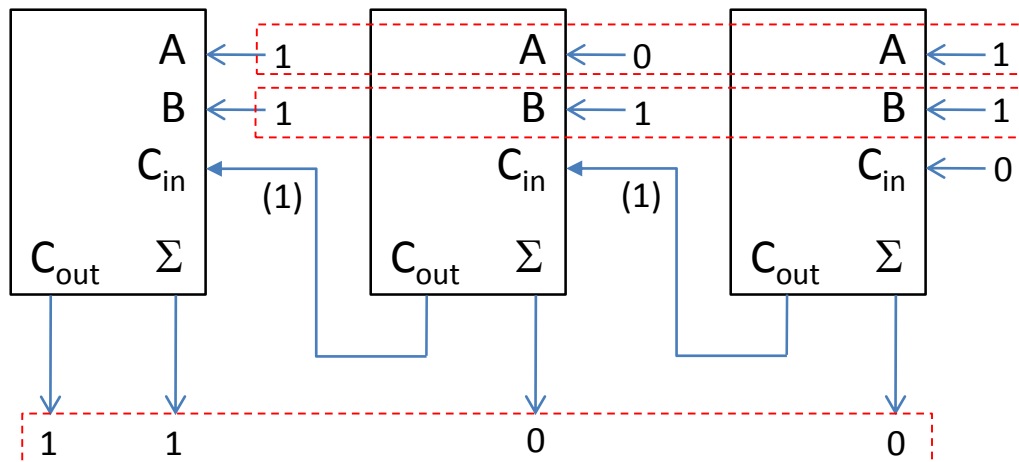


# Összeadó

## Egybites teljes összeadó

- ❖ Két bináris szám egy-egy bitjét adja össze
- ❖ Figyelembe veszi az egyel kisebb helyiértékről érkező átvitelt
- ❖ Ha nála is keletkezik átvitel, akkor továbbítja azt
- ❖ Több egybites összeadót összekapcsolva két bármilyen hosszú bináris számot összeadhatunk
- ❖ Kettes komplementes kóddal kivonóként is használható, az utolsó átvitel használata nélkül

| $C_{in}$ | A | B | $\Sigma$ | $C_{out}$ |
|----------|---|---|----------|-----------|
| 0        | 0 | 0 | 0        | 0         |
| 0        | 0 | 1 | 1        | 0         |
| 0        | 1 | 0 | 1        | 0         |
| 0        | 1 | 1 | 0        | 1         |
| 1        | 0 | 0 | 1        | 0         |
| 1        | 0 | 1 | 0        | 1         |
| 1        | 1 | 0 | 0        | 1         |
| 1        | 1 | 1 | 1        | 1         |



5  
+7

12







# Kivonó

❖ Kettes komplementens

$$8 - 5 = 3$$





# Kivonó

❖ Kettes komplementens

$$8 - 5 = 3$$

8:1000

5:0101

Ó  
B  
U  
D  
A  
I

E  
G  
Y  
E  
T  
E  
M





# Kivonó

## ❖ Kettes komplement

$$8 - 5 = 3$$

1) Negálás

8:1000

5:0101

**5:1010**





# Kivonó

## ❖ Kettes komplementens

$$8 - 5 = 3$$

1) Negálás    2) +1

8:1000

5:0101

**5:1010    5:1011**

Ó  
B  
U  
D  
A  
I

E  
G  
Y  
E  
T  
E  
M





# Kivonó

## ❖ Kettes komplementens

$$8 - 5 = 3$$

1) Negálás    2) +1

3) összeadás

8:1000  
5:0101

**5:1010    5:1011**

**5:1011  
8:1000**

-----

**10011**





# Kivonó

## ❖ Kettes komplementens

$$8 - 5 = 3$$

1) Negálás    2) +1

3) összeadás

8:1000  
5:0101

**5:1010**    **5:1011**

**5:1011**

**8:1000**

4) Egyes nem kell

**10011**

-----

**10011**





# Kivonó

## ❖ Kettes komplementens

$$8 - 5 = 3$$

1) Negálás    2) +1

3) összeadás

8:1000  
5:0101

**5:1010    5:1011**

**5:1011**

**8:1000**

4) Egyes nem kell

**10011**

-----

**10011**

Eredmény

**0011 = 3**





# A nemidealitások

Digitális technika  
2015/2016







# Okai

- ❖ sebességjellemzők
- ❖ jelterjedési ill. késési idő
- ❖ teljesítményjellemzők





# A kombinációs hálózatok hazárd jelenségei

Digitális technika  
2015/2016





# A hazard fogalma

- ❖ Digitális hálózatok
- ❖ Működési hibák

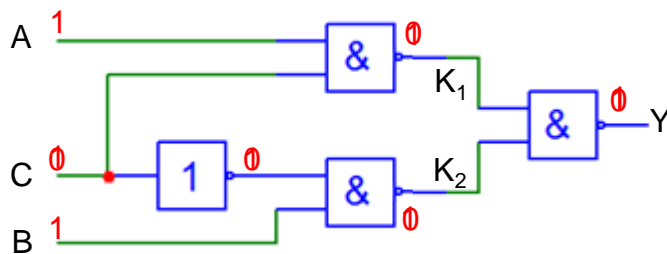
Eszközök késleltetése okozza



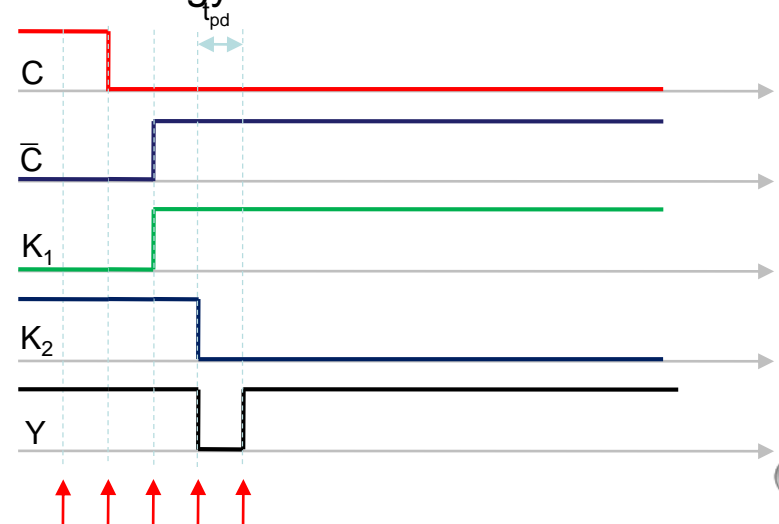


# Hazárd

- ❖  $A = B = 1$  állandó,  $C$  hirtelen 1-ről 0-ra változik
- ❖ Minden kapu késleltetése azonosan legyen  $t_{pd}$ 
  - ❖  $C$  változása az inverter kimenetén és a  $K_1$  kimeneten csak  $t_{pd}$  elteltével jelenik meg
  - ❖ Mivel  $K_1$  megváltozott az  $Y$  kimenet  $t_{pd}$  elteltével szintén megváltozik
  - ❖ Ugyan így  $K_2$  kimenet is megváltozik az inverter kimenetének változása miatt
  - ❖ Mivel  $K_2$  megváltozott az  $Y$  kimenet  $t_{pd}$  elteltével újból 1-esbe vált
- ❖ A bemeneti  $C$  jel változása a jelkésleltetések miatt átmenetileg megváltoztatta a kimeneti jelet
  - ❖ A logikai függvényből ez nem kellene hogy bekövetkezzen



$$Y = AC + BC\bar{}$$





# A hazard típusai

- ❖ Statikus hazard
- ❖ Dinamikus hazard
- ❖ Funkcionális hazard
- ❖ Lényeges hazard
- ❖ Rendszerhazard





# A hazard típusai

## ❖ Statikus hazard

- ❖ bemenet változik
- ❖ a kimenetnek változatlanoknak kellene maradnia,
- ❖ Mégis megjelenik egy nem kívánt impulzus
  - A logikai működés alapján a kimeneti jelnek a bemenet változásakor nem szabadna változnia, átmenetileg, rövid időre mégis megváltozik
  - a kimeneten „0” vagy „1” impulzus nem a logikai feltétel hatására keletkezik





# A hazard típusai

## ❖ Dinamikus hazard

- ❖ Csak kettőnél több szintű hálózatban fordulhat elő.
- ❖ A bemeneti jel változásakor a kimeneti jelnek is változnia kell
- ❖ De a vártól eltérően nem csak egyszer, hanem többször is megváltozik
- ❖ A jelenség három vagy többszintű hálózatokban léphet fel, és csak akkor, ha valamelyik szinten statikus hazard van





# A hazard típusai

## ❖ Funkcionális hazard

- ❖ Akkor jelentkezhet, ha több bemeneti változó változik egyszerre







# A hazard típusai

## ❖ Lényeges hazard

- ❖ Az első integrált áramkörök megjelenésekor találtak először a jelenséggel,
- ❖ mert itt a szekunder változó és a bemeneti változó sebessége összemérhető (versenyhelyzet).





# A hazard típusai

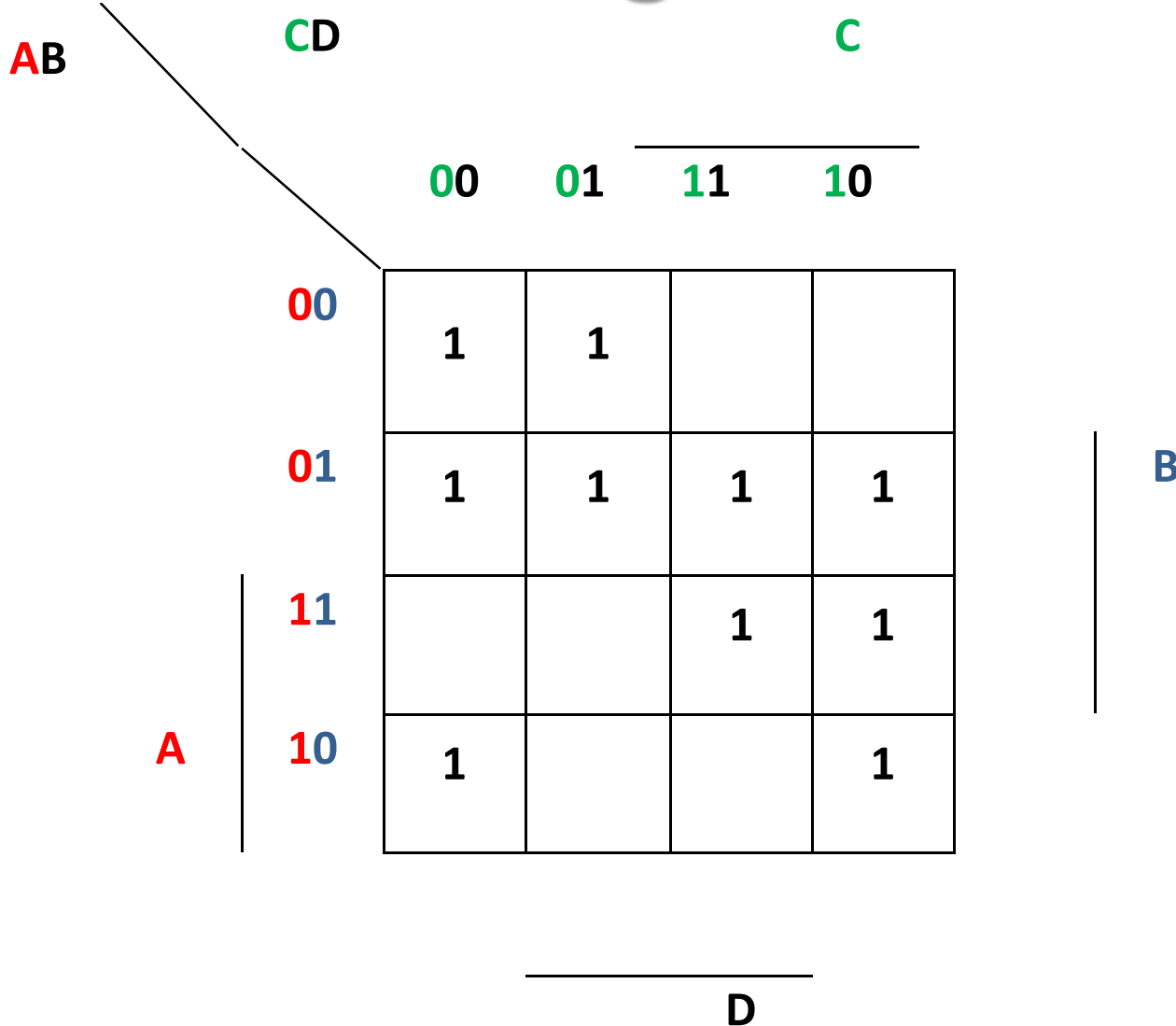
## ❖ Rendszerhazard

- ❖ Ha több szekunder változónk van.
- ❖ A jelenség oka, hogy a visszacsatoló ágban lévő flip-flopok bemenetén más-más időkésleltetések vannak.
- ❖ Előfordulhat, hogy az egyik flip-flop jóval gyorsabb a többinél és már visszahat, így a többi flip-flop már nem az eredeti állapotból vesz mintát, hanem ebből a módosítottból.



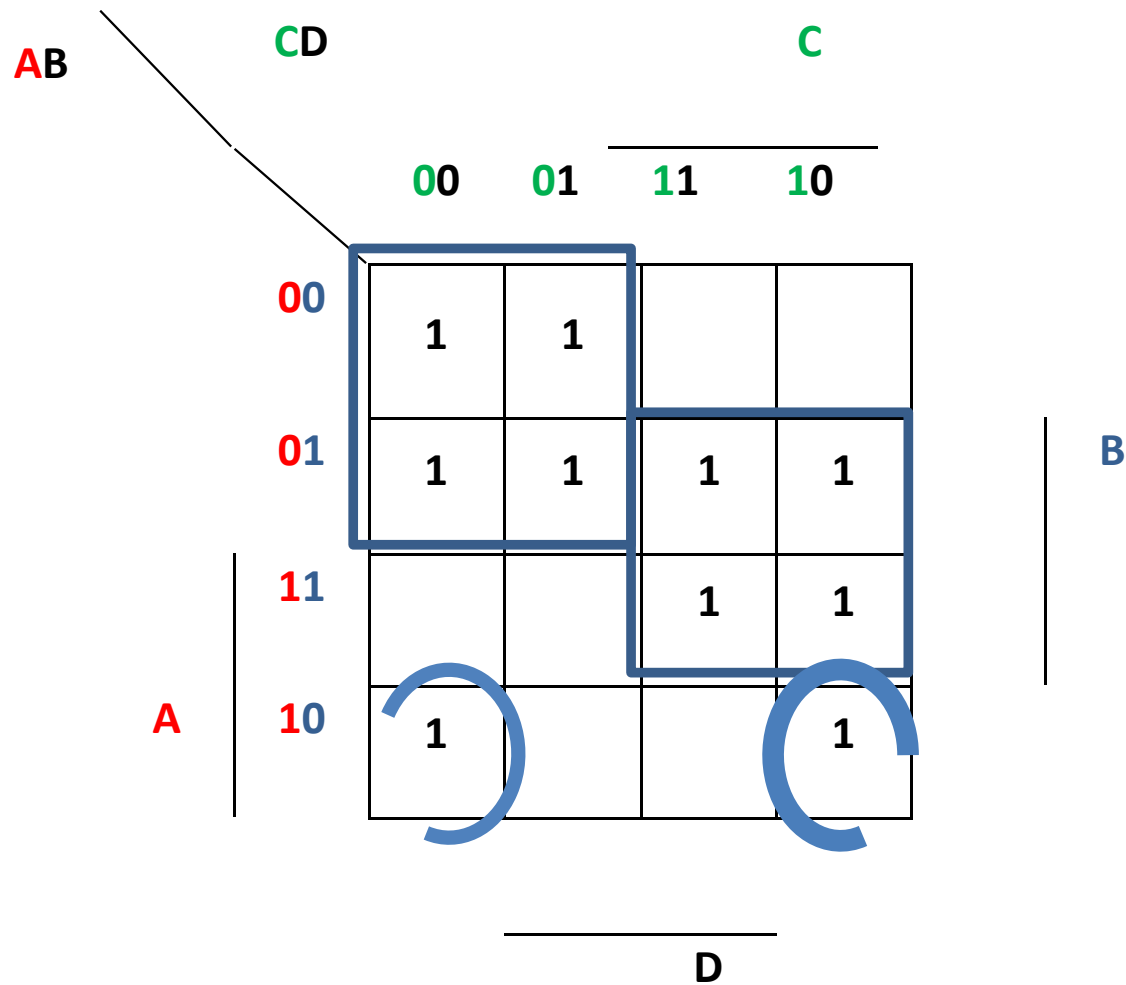


# A hazard megszüntetése 1.



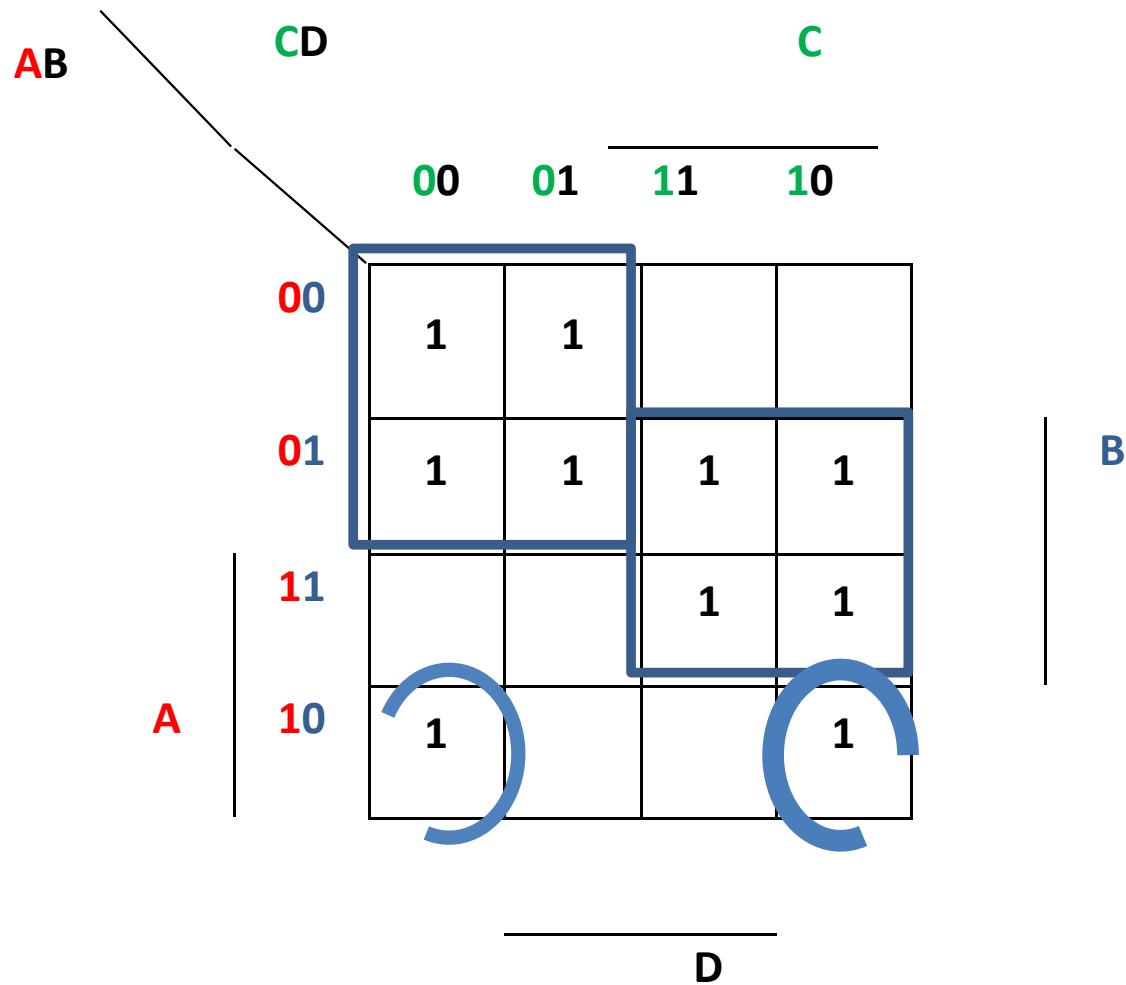


# A hazard megszüntetése 1.



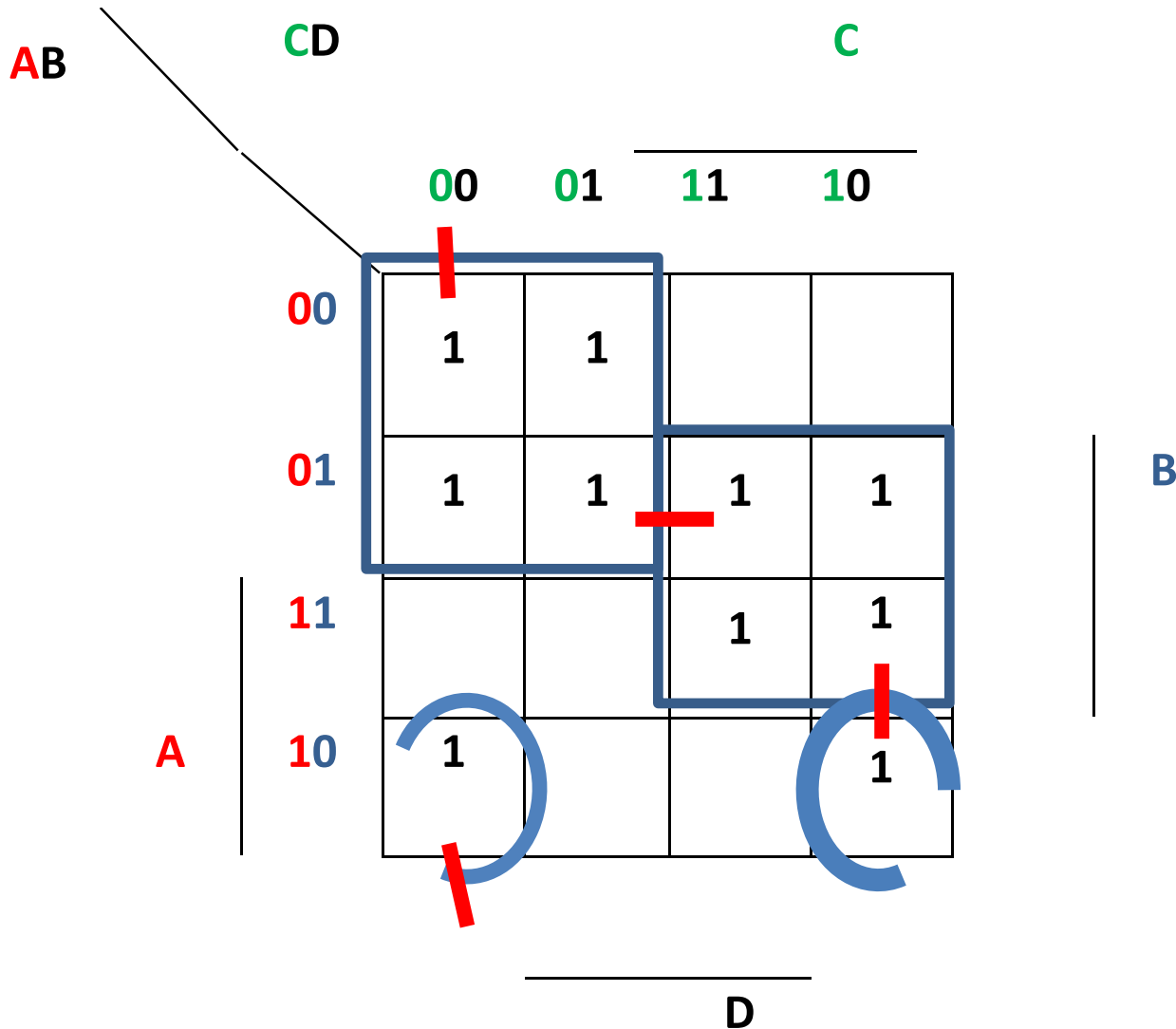


# A hazard megszüntetése 1.



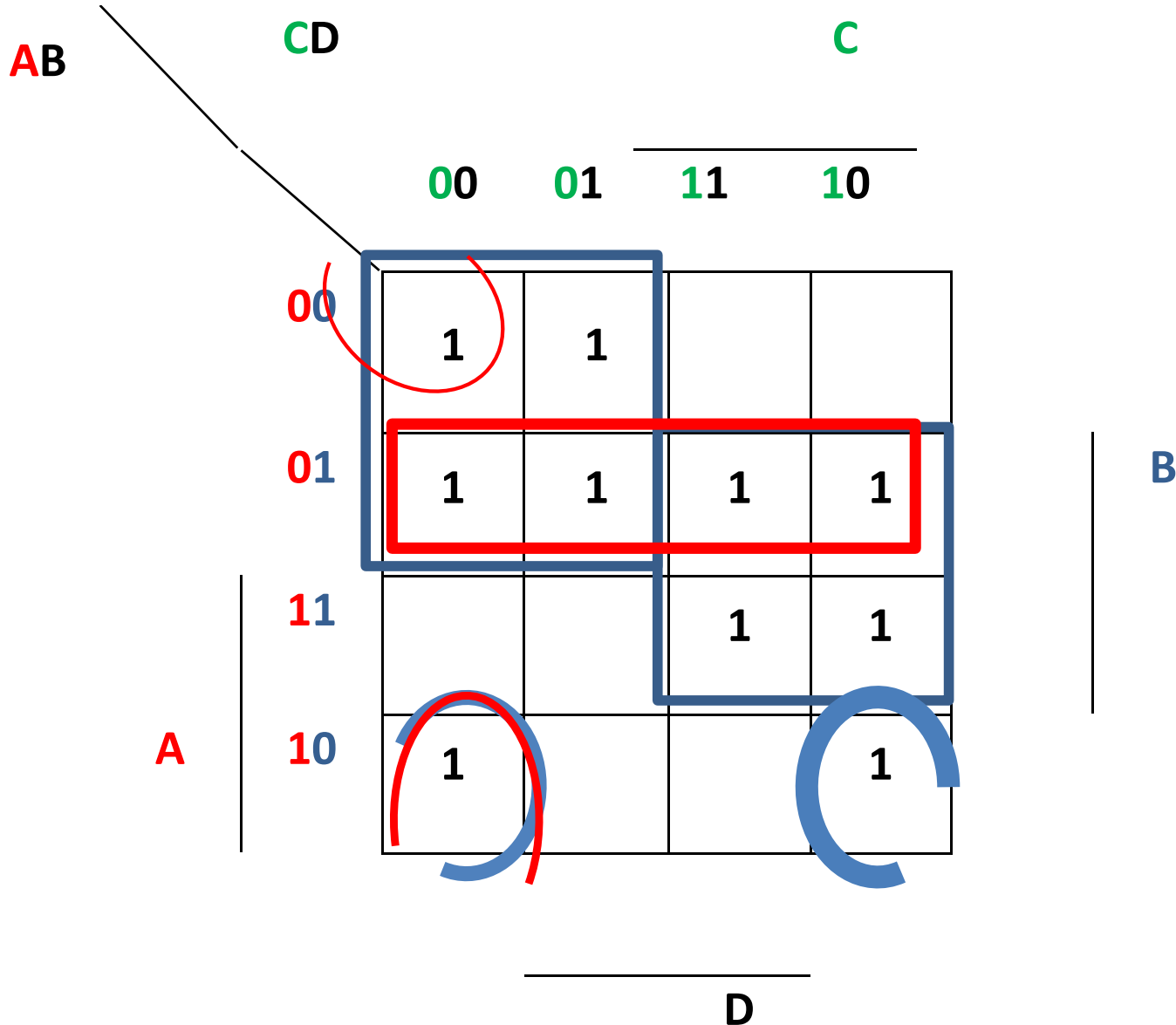


# A hazard megszüntetése 1.



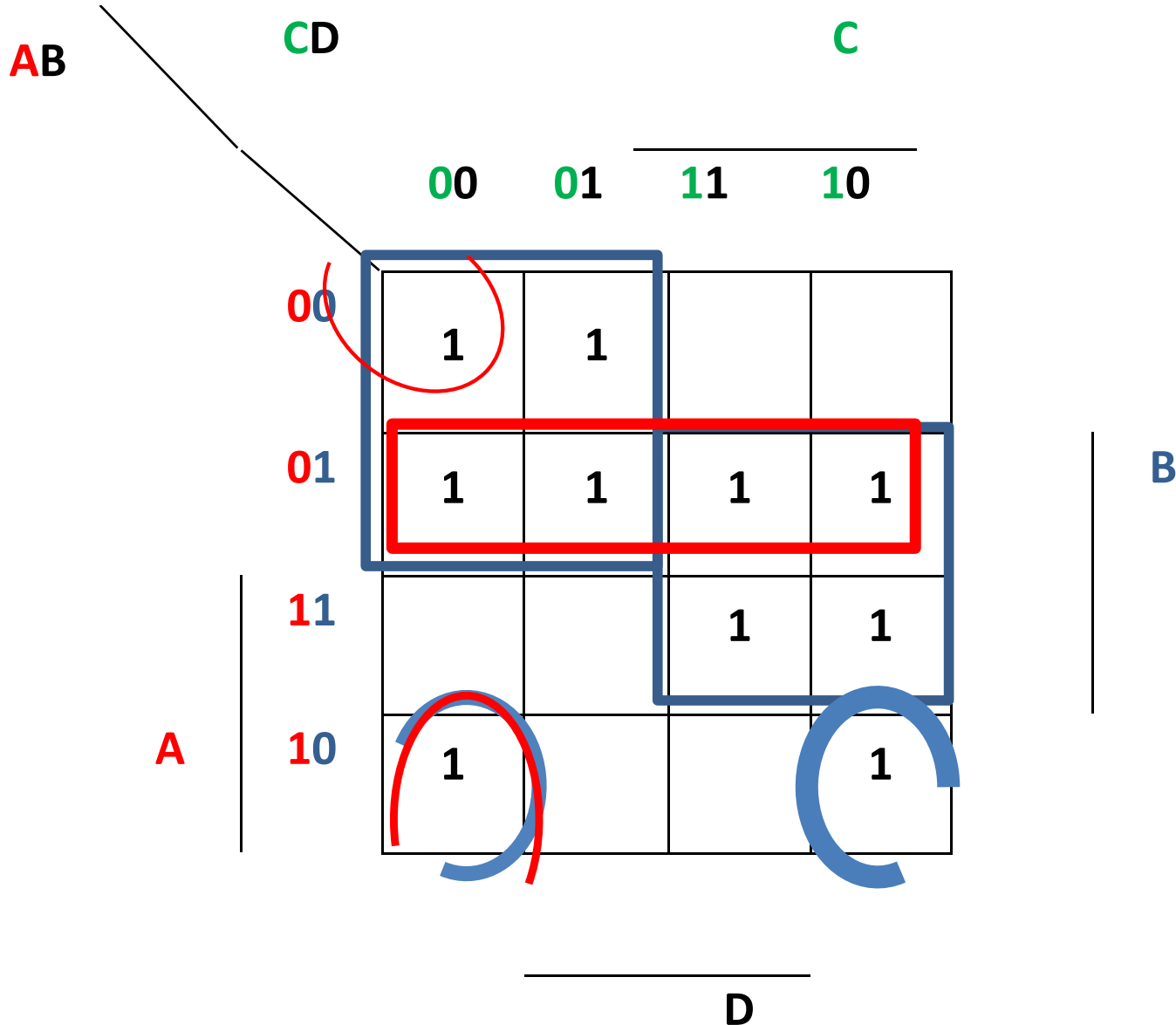


# A hazard megszüntetése 1.





# A hazard megszüntetése 1.



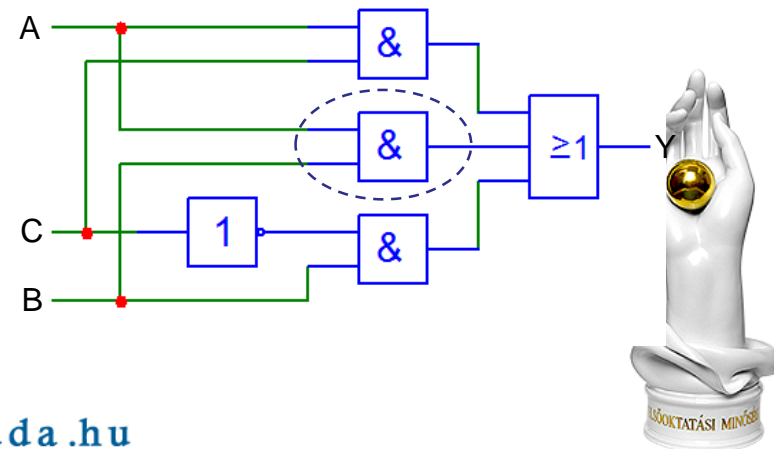
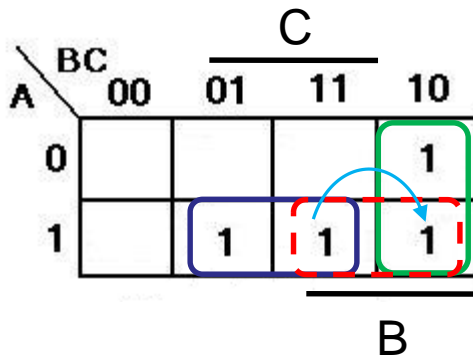




# A hazard megszüntetése 2.

- ❖ Statikus hazard
  - ❖ A logikai működés alapján a kimeneti jelnek a bemenet változásakor nem szabadna változnia, átmenetileg, rövid időre mégis megváltozik
  - ❖ a kimeneten „0” vagy „1” impulzus nem a logikai feltétel hatására keletkezik
- ❖ Statikus hazard megszüntetése
  - ❖ A logikai függvényből a rendszer Karnaug-táblája könnyen felrajzolható
    - ❖ A kritikus átmenet akkor keletkezik ha a bemeneteken  $(A=1, B=1, C=1) \rightarrow (A=1, B=1, C=0)$  változás van
    - ❖ Ha ezt az átmenetet is lefedjük egy hurokkal a hazard megszüntethető

$$Y = AC + B\bar{C} \longrightarrow Y = AC + B\bar{C} + AB$$





# A hazard megszüntetése 3.

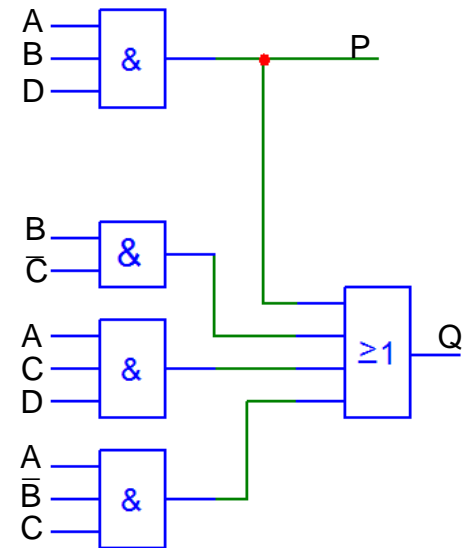
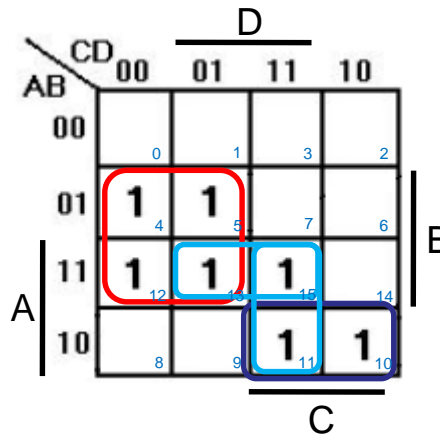
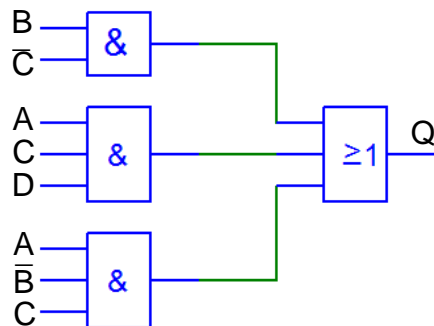
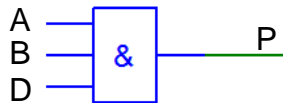
- ❖ Statikus hazard megszüntetése
  - ❖ Meg kell akadályozni a kritikus átmenet hatását
  - ❖ Bármely két szomszédos mintermhez találni kell legalább egy olyan hurkot, amely mindkét mintermet lefedi
    - ❖ Példa: (az előző többkimenetű hálózat egyszerűsítése)

$$P = ABD$$

$$Q = B\bar{C} + ACD + A\bar{B}C$$



$$Q = B\bar{C} + ABD + A\bar{B}C + ACD$$





# Több kimenetű rendszer

$$P = \sum^4 (13,15)$$

$$Q = \sum^4 (4,5,10,11,12,13,15)$$

AB

CD

C

AB

CD

C

00 01 11 10

00 01 11 10

00

0

1

3

2

01

4

5

7

6

11

12

13

15

14

10

8

9

11

10

A

D

00

0

1

3

2

01

4

5

7

6

11

12

13

15

14

10

8

9

11

10

A

B

D



# Több kimenetű rendszer

$$P = \sum^4 (13,15)$$

$$Q = \sum^4 (4,5,10,11,12,13,15)$$

AB

CD

C

AB

00 01 11 10

00

01

11

10

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  |   |   |  |
|  |   |   |  |
|  | 1 | 1 |  |
|  |   |   |  |

A

D

CD

C

00 01 11 10

00

01

11

10

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |
| 1 | 1 |   |   |
| 1 | 1 | 1 |   |
|   |   | 1 | 1 |

B

A

D



# Több kimenetű rendszer

$$P = \sum^4 (13,15)$$

$$Q = \sum^4 (4,5,10,11,12,13,15)$$

AB

CD

C

00 01 11 10

00

01

11

10

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  |   |   |  |
|  |   |   |  |
|  | 1 | 1 |  |
|  |   |   |  |

A

D

$$P = ABD$$

AB

CD

C

00 01 11 10

00

01

11

10

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |
| 1 | 1 |   |   |
| 1 | 1 | 1 |   |
|   |   | 1 | 1 |

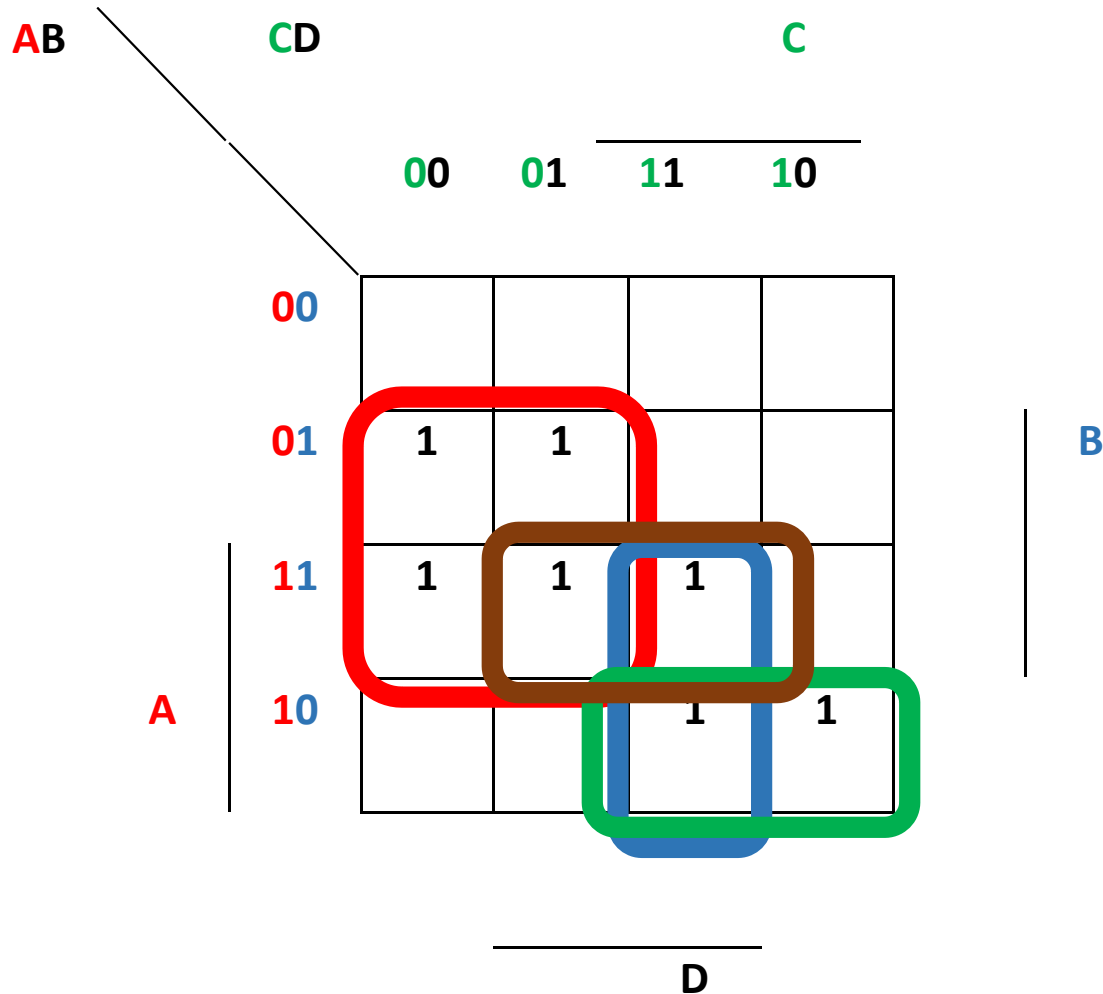
A

D

$$Q = B\bar{C} + ACD + A\bar{B}C$$



# Több kimenetű rendszer



$$Q = B\bar{C} + ABD + A\bar{B}C$$



# A hazard megszüntetése 2.

- ❖ Statikus hazard megszüntetése
  - ❖ Meg kell akadályozni a kritikus átmenet hatását
  - ❖ Bármely két szomszédos mintermhez találni kell legalább egy olyan hurkot, amely mindkét mintermet lefedi
    - ❖ Példa: (az előző többkimenetű hálózategyszerűsítés)
- ❖ Dinamikus hazard
  - ❖ A bemeneti jel változásakor a kimeneti jelnek is változnia kell
  - ❖ De a vártól eltérően nem csak egyszer, hanem többször is megváltozik
  - ❖ A jelenség három vagy többszintű hálózatokban léphet fel, és csak akkor, ha valamelyik szinten statikus hazard van
  - ❖ Az egyes szinteken fellépő statikus hazardok kiküszöbölésével a dinamikus hazard is megszüntethető

