



# **STRUCTURI LOGICE COMBINAȚIONALE**

**BAZELE PROGRAMĂRII CALCULATOARELOR**

**LUCRAREA NR. 7**

Asist. Ing. Corina CÎMPANU

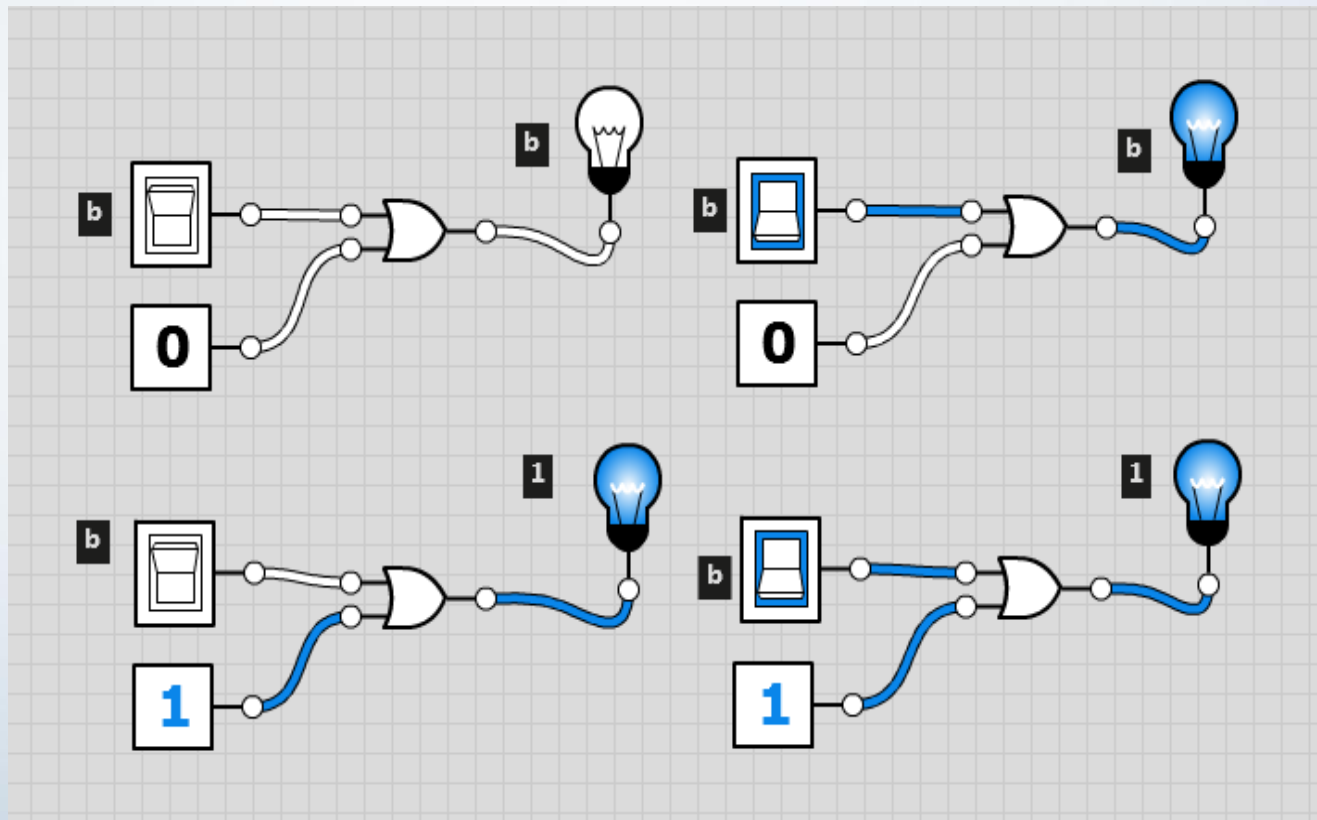
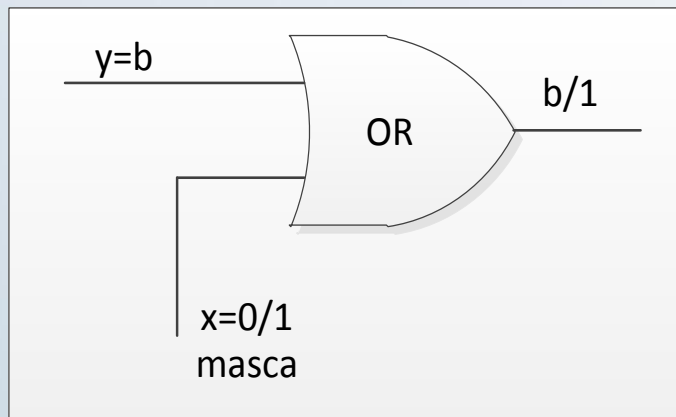
# STRUCTURI LOGICE COMBINAȚIONALE

## OBIECTIVE

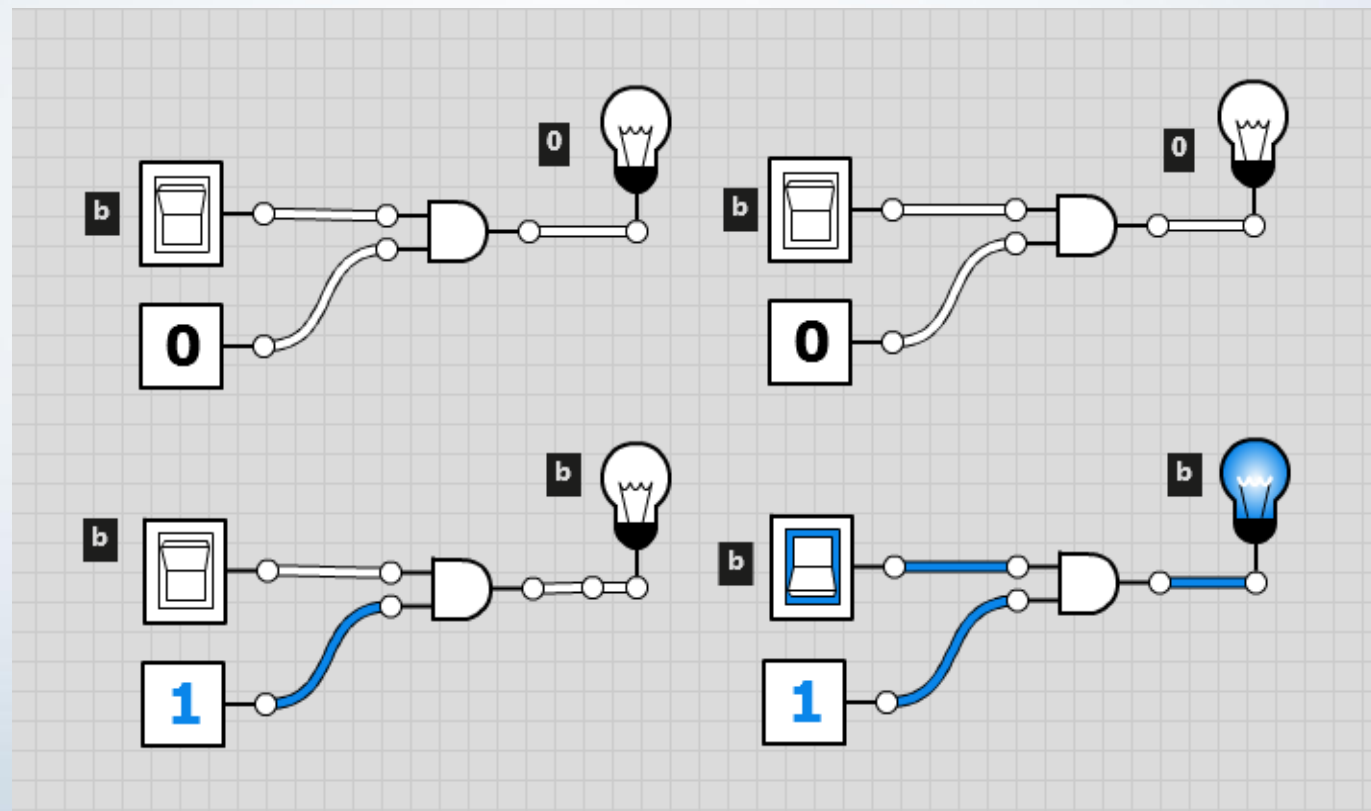
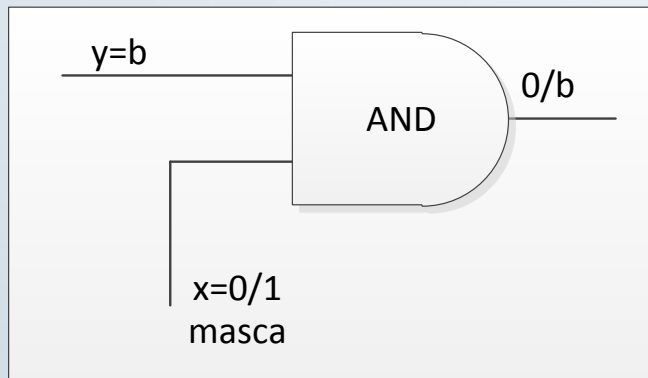
Prin parcurgerea acestei ședințe de laborator studenții vor fi capabili:

- Să implementeze o funcție logică descrisă în limbaj natural;
- Să observe efectul intrării de comandă a unei porți logice;
- Să efectueze operații logice pe biți;
- Să definească principalele structuri logice combinaționale;
- Să explice modul de propagare al unui semnal printr-o schemă cu porți logice.

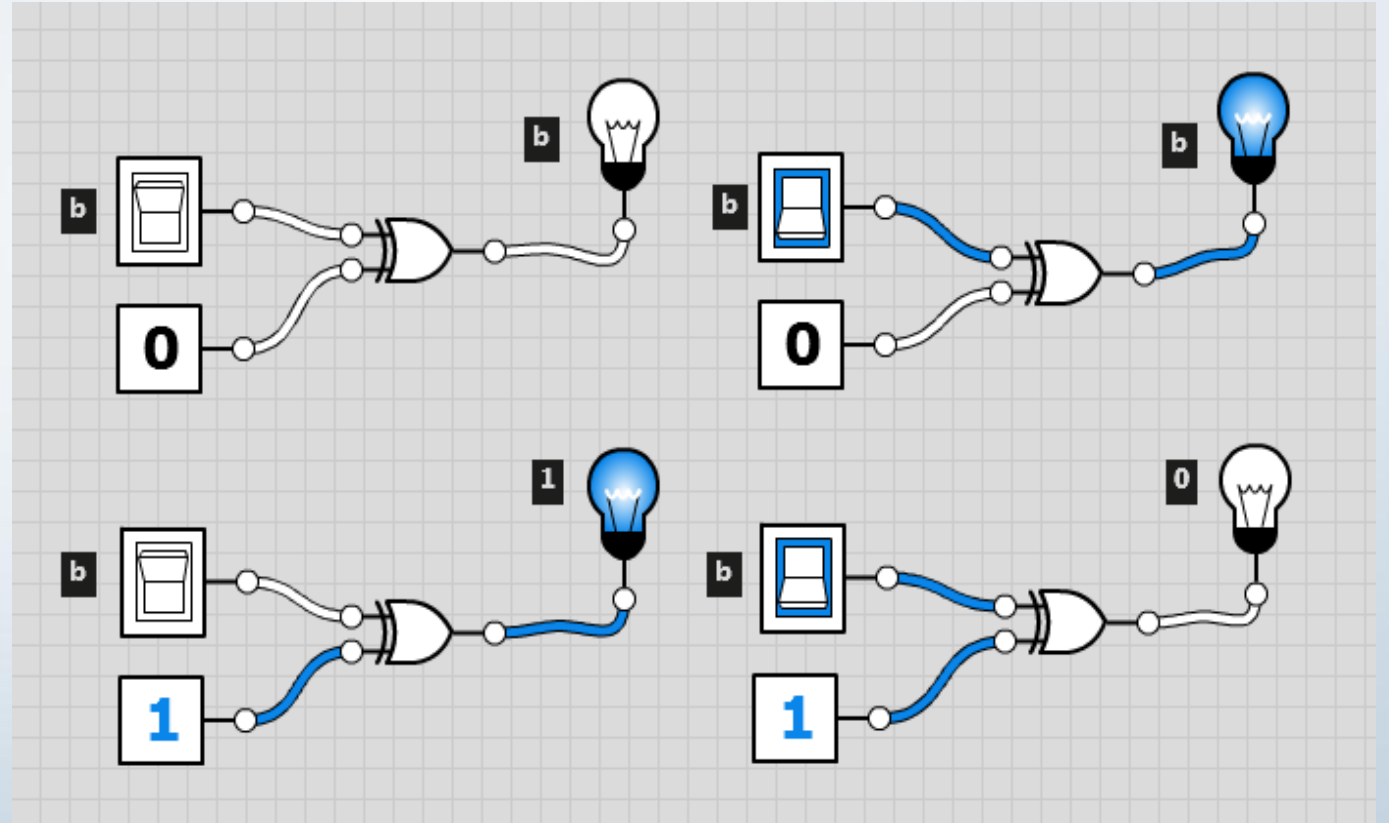
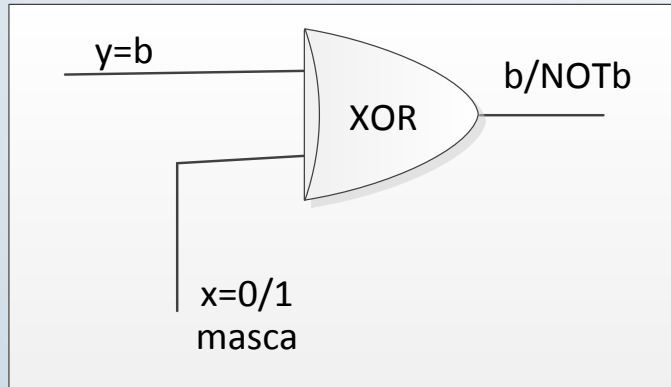
## POARTA SAU CU INTRARE DE COMANDĂ



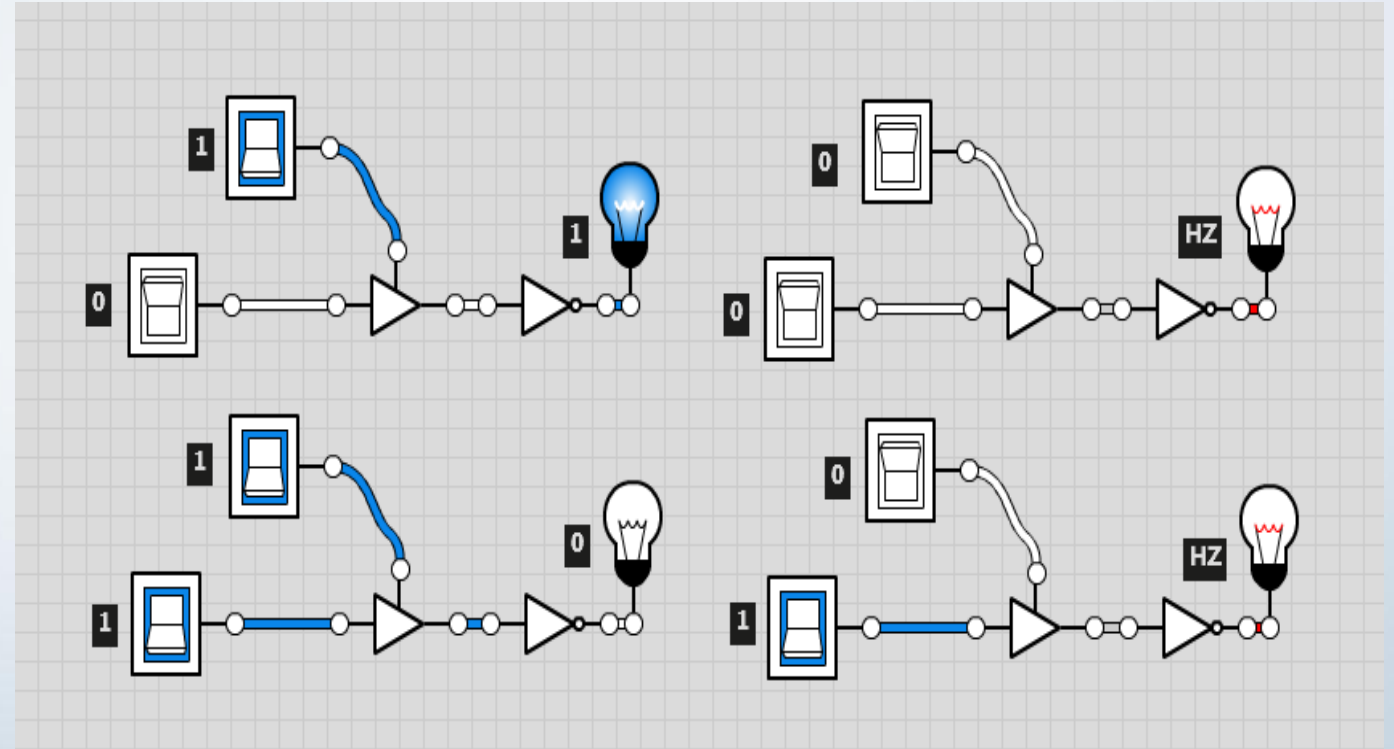
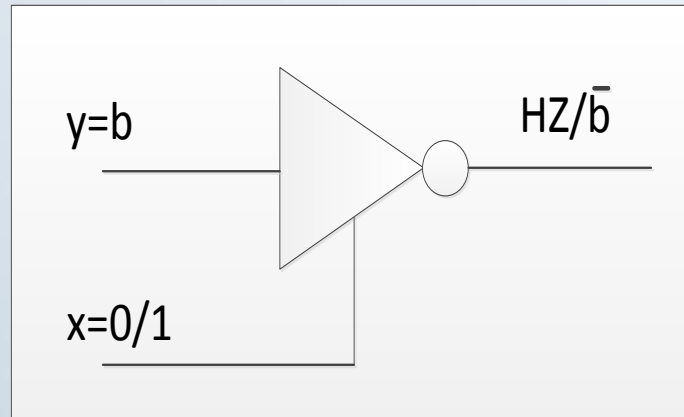
## POARTA ȘI CU INTRARE DE COMANDĂ



## POARTA XOR CU INTRARE DE COMANDĂ



# INVERTORUL CU TREI STĂRI



## OPERAȚII LOGICE PE BIȚI

- Și logic cu o mască M
- SAU logic cu o mască M
- XOR logic cu o mască M
- RLC Rotație la stânga cu carry
- RRC Rotație la dreapta cu carry
- RAL Rotație la stânga prin carry
- RAR Rotație la dreapta prin carry

## OPERAȚII LOGICE PE BIȚI ȘI LOGIC CU O MASCĂ M

|             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $B =$       | $b_7$ | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_2$ | $b_1$ | $b_0$ | $AND$ |
| $M =$       | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     |       |
| $B AND M =$ | 0     | 0     | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_2$ | 0     | 0     |       |

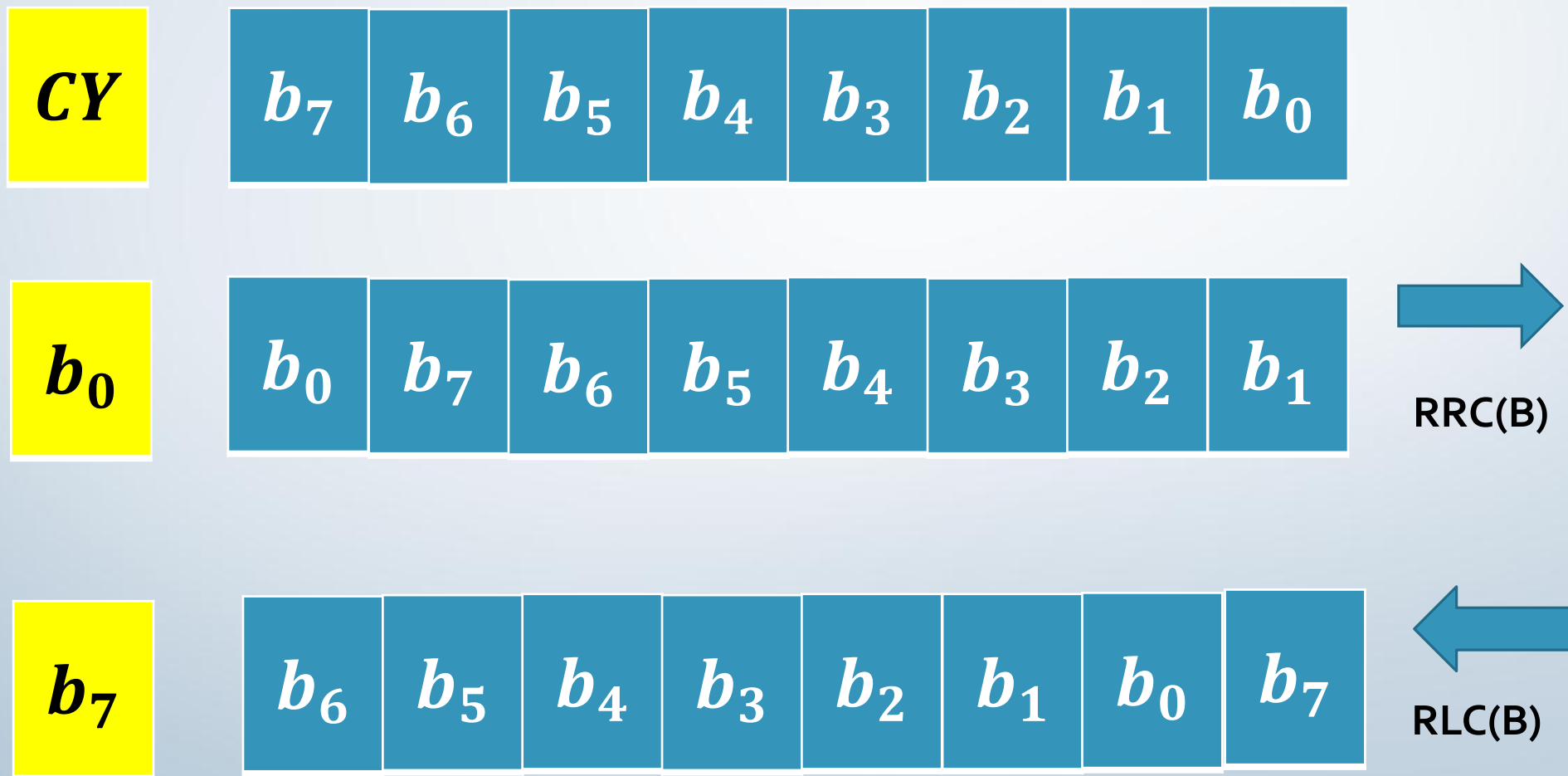
## Operații logice pe biți sau logic cu o mască M

|                     |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| $B =$               | $b_7$ | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_2$ | $b_1$ | $b_0$ | OR |
| $M =$               | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     |    |
| $B \text{ OR } M =$ | $b_7$ | $b_6$ | 1     | 1     | 1     | 1     | $b_1$ | $b_0$ |    |

## Operații Logice pe Biți XOR Logic cu o Mască M

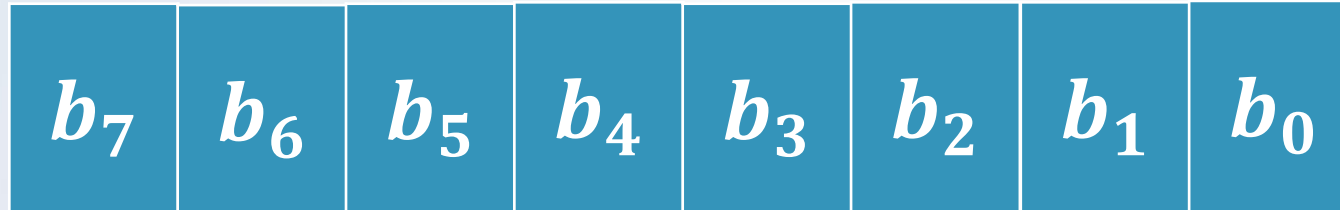
|                      |       |       |                  |                  |                  |                  |       |       |     |
|----------------------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-----|
| $B =$                | $b_7$ | $b_6$ | $b_5$            | $b_4$            | $b_3$            | $b_2$            | $b_1$ | $b_0$ | XOR |
| $M =$                | 0     | 0     | 1                | 1                | 1                | 1                | 0     | 0     |     |
| $B \text{ XOR } M =$ | $b_7$ | $b_6$ | $\overline{b_5}$ | $\overline{b_4}$ | $\overline{b_3}$ | $\overline{b_2}$ | $b_1$ | $b_0$ |     |

# Operații de rotație pe biți RRC, RLC rotații cu carry



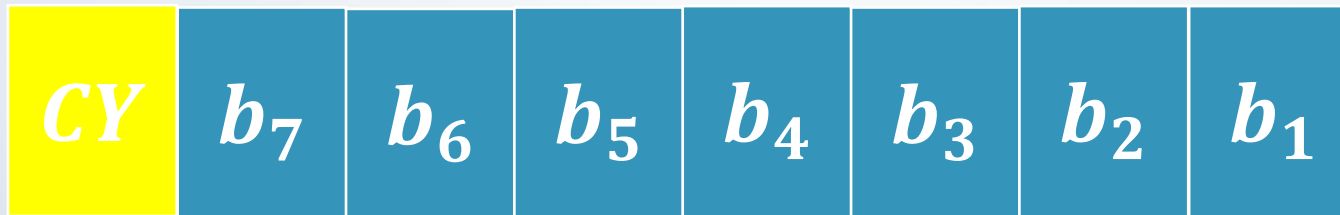
## Operații de rotație pe biți RAR, RAL rotații prin carry

***CY***



$$CY = b_0$$

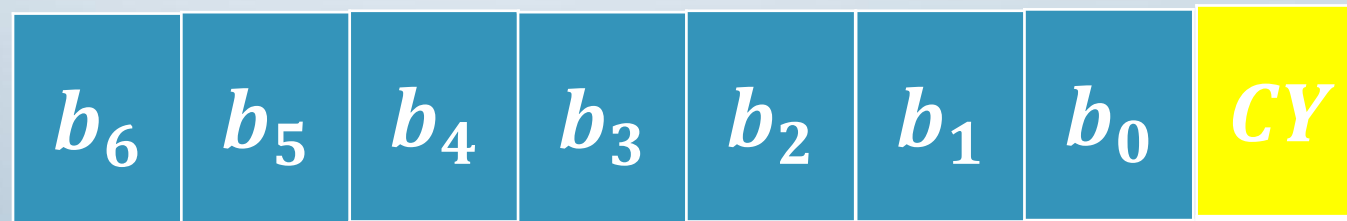
***b<sub>0</sub>***



**RAR(B)**

$$CY = b_7$$

***b<sub>7</sub>***



**RAL(B)**

# APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: OGLINDITUL UNUI NUMĂR

$$CY = C$$

Inițial B:

Inițial A:

Oglindit(B):

1

RAL(B)

RAR(A)

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $b_7$ | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_1$ | $b_1$ | $b_0$ |
| $a_7$ | $a_6$ | $a_5$ | $a_4$ | $a_3$ | $a_2$ | $a_1$ | $a_0$ |
| $b_0$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ |

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $b_7$ | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_2$ | $b_1$ | $b_0$ | $C$   |
| $a_0$ | $b_7$ | $a_7$ | $a_6$ | $a_5$ | $a_4$ | $a_3$ | $a_2$ | $a_1$ |

# APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: OGLINDITUL UNUI NUMĂR

2

RAL(B)

$b_6$

$b_5$

$b_4$

$b_3$

$b_2$

$b_1$

$b_0$

$C$

$a_0$

RAR(A)

$a_1$

$b_6$

$b_7$

$a_7$

$a_6$

$a_5$

$a_4$

$a_3$

$a_2$

3

RAL(B)

$b_5$

$b_4$

$b_3$

$b_2$

$b_1$

$b_0$

$C$

$a_0$

$a_1$

RAR(A)

$a_2$

$b_5$

$b_6$

$b_7$

$a_7$

$a_6$

$a_5$

$a_4$

$a_3$

4

RAL(B)

$b_4$

$b_3$

$b_2$

$b_1$

$b_0$

$C$

$a_0$

$a_1$

$a_2$

RAR(A)

$a_3$

$b_4$

$b_5$

$b_6$

$b_7$

$a_7$

$a_6$

$a_5$

$a_4$

# APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: OGLINDITUL UNUI NUMĂR

|   |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | RAL(B) | $b_3$ | $b_2$ | $b_1$ | $b_0$ | $C$   | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ |
|   | RAR(A) | $a_4$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ | $a_7$ | $a_6$ | $a_5$ |
| 6 | RAL(B) | $b_2$ | $b_1$ | $b_0$ | $C$   | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ |
|   | RAR(A) | $a_5$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ | $a_7$ | $a_6$ |
| 7 | RAL(B) | $b_1$ | $b_0$ | $C$   | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ |
|   | RAR(A) | $a_6$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ | $a_7$ |

## APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: OGLINDITUL UNUI NUMĂR

8

RAL(B)

|       |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $b_0$ | $CY$ | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_6$ |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

RAR(A)

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $a_7$ | $b_0$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

# APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: OGLINDITUL UNUI NUMĂR

Inițial B:

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $b_7$ | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_2$ | $b_1$ | $b_0$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

1) RAL(B), RAR(A)

2) RAL(B), RAR(A)

3) RAL(B), RAR(A)

4) RAL(B), RAR(A)

5) RAL(B), RAR(A)

6) RAL(B), RAR(A)

7) RAL(B), RAR(A)

8) RAL(B), RAR(A)

$CY = a_7$

Final B:

|     |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $C$ | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_6$ |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Final A=Oglindit(B):

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $b_0$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

# APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: INTERCALAREA CIFRELOR A DOUĂ NUMERE

$$CY = C$$

Inițial B:

Inițial A:

Inițial C:

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $b_7$ | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_1$ | $b_1$ | $b_0$ |
| $a_7$ | $a_6$ | $a_5$ | $a_4$ | $a_3$ | $a_2$ | $a_1$ | $a_0$ |
| $c_7$ | $c_6$ | $c_5$ | $c_4$ | $c_3$ | $c_2$ | $c_1$ | $c_0$ |

# APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: INTERCALAREA CIFRELOR A DOUĂ NUMERE

|   |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | RAL(A) | $a_7$ | $a_6$ | $a_5$ | $a_4$ | $a_3$ | $a_2$ | $a_1$ | $a_0$ | $c$   |
|   | RAL(C) | $c_7$ | $c_6$ | $c_5$ | $c_4$ | $c_3$ | $c_2$ | $c_1$ | $c_0$ | $a_7$ |
|   | RAL(B) | $b_7$ | $b_6$ | $b_5$ | $b_4$ | $b_3$ | $b_1$ | $b_1$ | $b_0$ | $c_7$ |
|   | RAL(C) | $c_6$ | $c_5$ | $c_4$ | $c_3$ | $c_2$ | $c_1$ | $c_0$ | $a_7$ | $b_7$ |

|   |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|
| 2 | RAL(A) | RAL(C) | RAL(B) | RAL(C) |
| 3 | RAL(A) | RAL(C) | RAL(B) | RAL(C) |
| 4 | RAL(A) | RAL(C) | RAL(B) | RAL(C) |

## APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: INTERCALAREA CIFRELOR A DOUĂ NUMERE

4

RAL(A)

$a_4$

$a_3$

$a_2$

$a_1$

$a_0$

$c$

$c_6$

$c_4$

$c_2$

RAL(C)

$c_1$

$c_0$

$a_7$

$b_7$

$a_6$

$b_6$

$a_5$

$b_5$

$a_4$

RAL(B)

$b_7$

$b_3$

$b_1$

$b_1$

$b_0$

$c_7$

$c_5$

$c_3$

$c_4$

RAL(C)

$c_7$

$a_7$

$b_7$

$a_6$

$b_6$

$a_5$

$b_5$

$a_4$

$b_4$

## APLICAȚIE A OPERAȚIILOR PE BIȚI: INTERCALAREA CIFRELOR A DOUĂ NUMERE

- |    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 1) | $RAL(A), RAL(C), RAL(B), RAL(C)$ |
| 2) | $RAL(A), RAL(C), RAL(B), RAL(C)$ |
| 3) | $RAL(A), RAL(C), RAL(B), RAL(C)$ |
| 4) | $RAL(A), RAL(C), RAL(B), RAL(C)$ |

Final C=Intercalat(A,B):

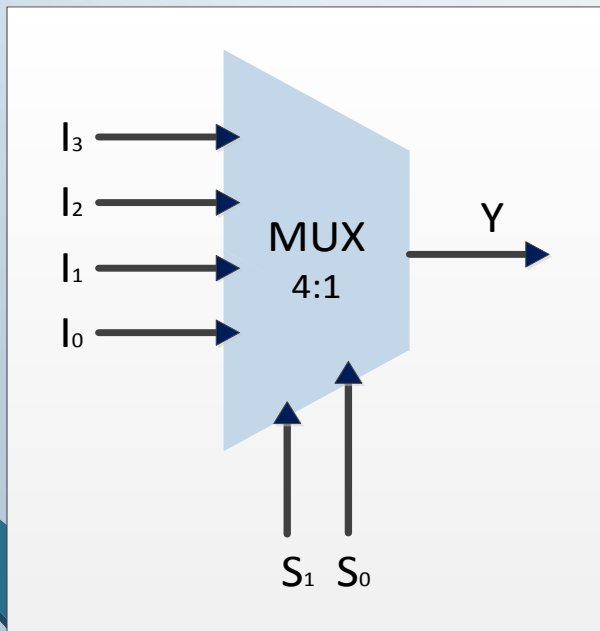
|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $a_7$ | $b_7$ | $a_6$ | $b_6$ | $a_5$ | $b_5$ | $a_4$ | $b_4$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

# STRUCTURI LOGICE COMBINAȚIONALE

- MULTIPLEXORUL
- DEMULTIPLEXORUL
- CODIFICATORUL PRIORITAR
- DECODIFICATORUL
- SUMATORUL
- SEMISUMATORUL

# MULTIPLEXORUL

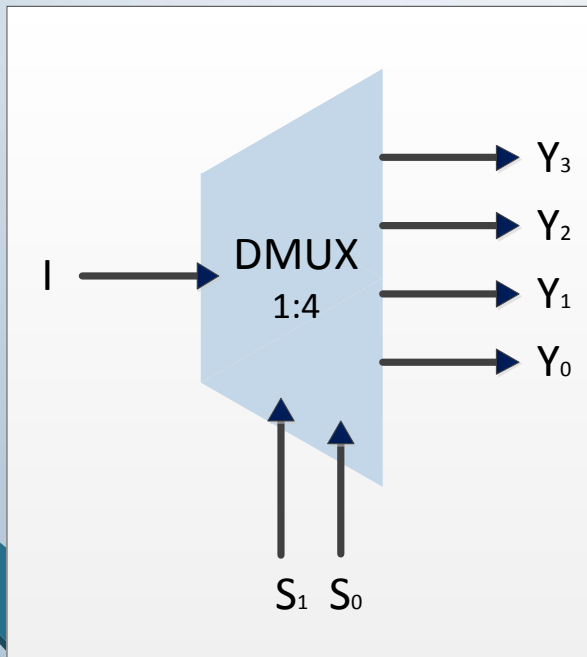
**Multiplexorul** este o structură logică combinațională care selectează în funcție de codul binar primit pe cele  $n$  intrări de selecție, una dintre cele  $2^n$  intrări de date și permite propagarea semnalului de la intrarea respectivă până la unica ieșire. Multiplexorul implementează în hardware funcția de decizie, similară cu "daca...atunci...altfel" pentru  $n = 2$  sau "switch...case..." pentru  $n > 2$ .



| $S_1$ | $S_0$ | $I_3$  | $I_2$  | $I_1$  | $I_0$  | $Y$   |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 0     | 0     | -      | -      | -      | 0<br>1 | $I_0$ |
| 0     | 1     | -      | -      | 0<br>1 | -      | $I_1$ |
| 1     | 0     | -      | 0<br>1 | -      | -      | $I_2$ |
| 1     | 1     | 0<br>1 | -      | -      | -      | $I_3$ |

# DEMULTIPLEXORUL

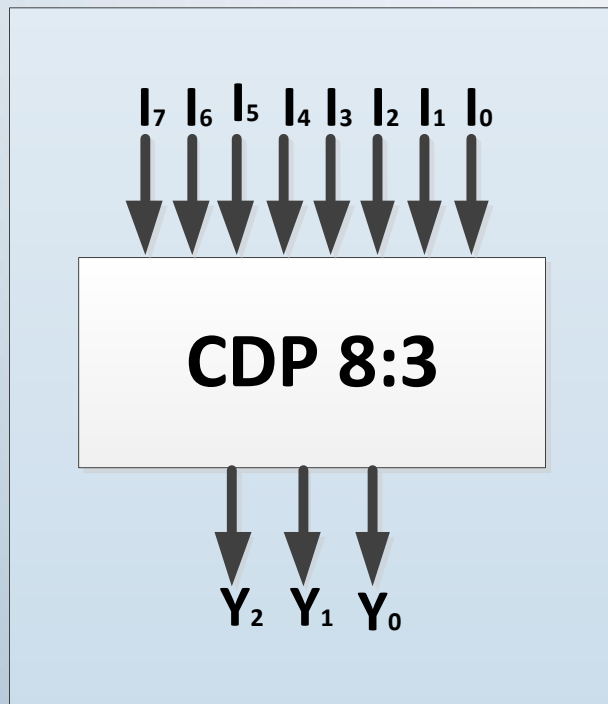
**Demultiplexorul** este o structură logică combinațională care selectează în funcție de codul binar primit pe cele  $n$  intrări de selecție una dintre cele  $2^n$  ieșiri prin care va permite propagarea semnalului de la unica intrare de date. Circuitele DMUX  $1:2^n$  se comportă similar cu decodificatoarele pe  $n$  biți cu intrare de validare. Demultiplexorul implementează o structură de tipul "dacă selecția este 0, atunci intrarea este conectată la ieșirea  $Y_0$ ; dacă selecția este 1, atunci intrarea este conectată la ieșirea  $Y_1$ " în cazul  $n = 2$ .



| $S_1$ | $S_0$ | $I$ | $Y_3$ | $Y_2$ | $Y_1$ | $Y_0$ |
|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | 0   | -     | -     | -     | 1     |
|       |       | 1   | -     | -     | -     | -     |
| 0     | 1     | 0   | -     | -     | 1     | -     |
|       |       | 1   | -     | -     | -     | -     |
| 1     | 0     | 0   | -     | 1     | -     | -     |
|       |       | 1   | -     | -     | -     | -     |
| 1     | 1     | 0   | 1     | -     | -     | -     |
|       |       | 1   | -     | -     | -     | -     |

# CODIFICATORUL PRIORITAR

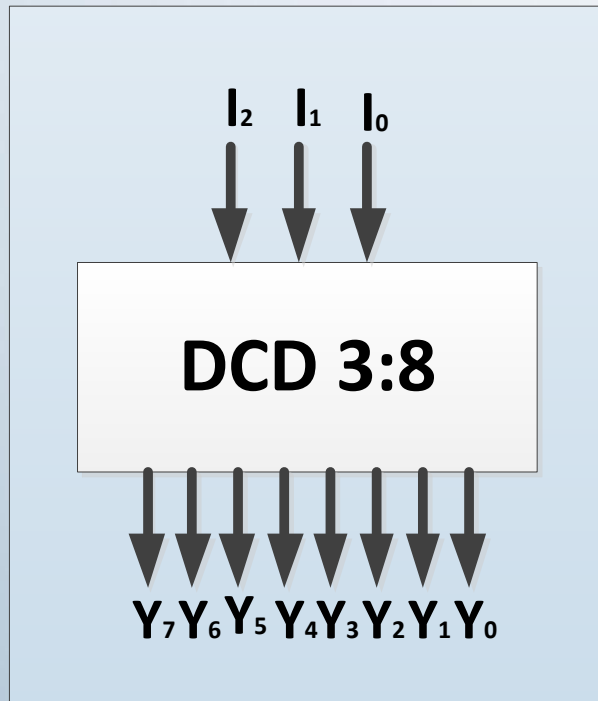
**Codificatorul prioritar** de  $2^n$  biți este un circuit logic combinațional cu  $2^n$  intrări și  $n$  ieșiri. Ieșirea codifică codul binar al celei mai prioritare intrări active.



| $I_7$ | $I_6$ | $I_5$ | $I_4$ | $I_3$ | $I_2$ | $I_1$ | $I_0$ | $Y_2$ | $Y_1$ | $Y_0$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | 1     | 1     |
| 0     | 1     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | 1     | 0     |
| 0     | 0     | 1     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | 0     | 1     |
| 0     | 0     | 0     | 1     | -     | -     | -     | -     | 1     | 0     | 0     |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | -     | -     | -     | 0     | 1     | 1     |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | -     | -     | 0     | 1     | 0     |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | -     | 0     | 0     | 1     |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |

# DECODIFICATORUL

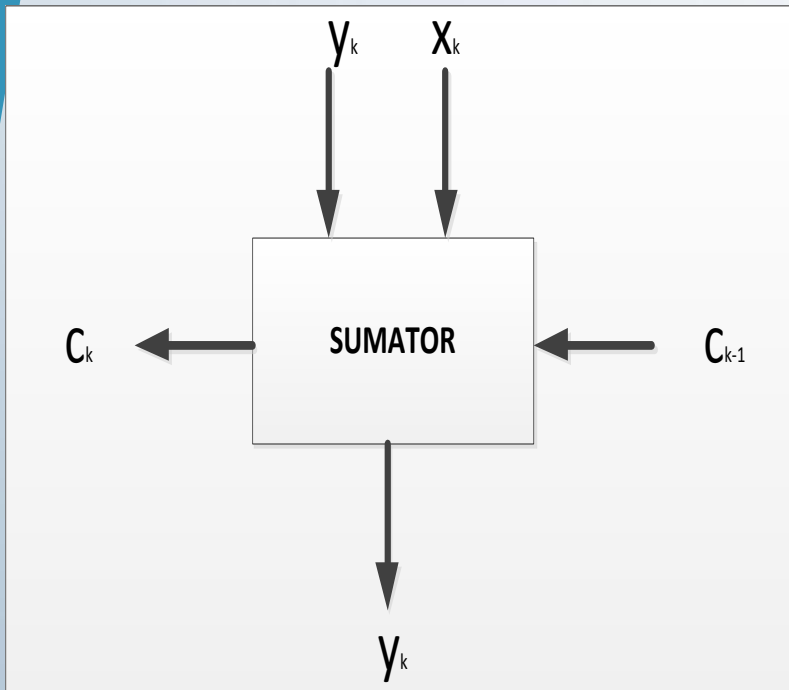
**Decodificatorul** este o structură logică combinațională cu  $n$  intrări de selecție și  $2^n$  ieșiri. Va fi setată pe 1 logic numai ieșirea al cărei identificator binar este determinat de către cele  $n$  intrări. Restul ieșirilor vor avea valoarea 0 logic.



| $I_2$ | $I_1$ | $I_0$ | $Y_7$ | $Y_6$ | $Y_5$ | $Y_4$ | $Y_3$ | $Y_2$ | $Y_1$ | $Y_0$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     |
| 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     |
| 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

# SUMATORUL

**Sumatorul** este un circuit logic combinațional cu mai multe ieșiri care adună două intrări se date cu una de transport și generează o ieșire de tip sumă și una de tip transport.



| $x_k$ | $y_k$ | $C_{k-1}$ | $C_k$ | $S_k$ |
|-------|-------|-----------|-------|-------|
| 0     | 0     | 0         | 0     | 0     |
| 0     | 0     | 1         | 0     | 1     |
| 0     | 1     | 0         | 0     | 1     |
| 0     | 1     | 1         | 1     | 0     |
| 1     | 0     | 0         | 0     | 1     |
| 1     | 0     | 1         | 1     | 0     |
| 1     | 1     | 0         | 1     | 0     |
| 1     | 1     | 1         | 1     | 1     |

# SUMATORUL

| $x_k$ | $y_k$ | $C_{k-1}$ | $C_k$ | $S_k$ |
|-------|-------|-----------|-------|-------|
| 0     | 0     | 0         | 0     | 0     |
| 0     | 0     | 1         | 0     | 1     |
| 0     | 1     | 0         | 0     | 1     |
| 0     | 1     | 1         | 1     | 0     |
| 1     | 0     | 0         | 0     | 1     |
| 1     | 0     | 1         | 1     | 0     |
| 1     | 1     | 0         | 1     | 0     |
| 1     | 1     | 1         | 1     | 1     |

| $x_k y_k$<br>$C_{k-1}$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------------------------|----|----|----|----|
| 0                      | 0  | 0  | 1  | 0  |
| 1                      | 0  | 1  | 1  | 1  |

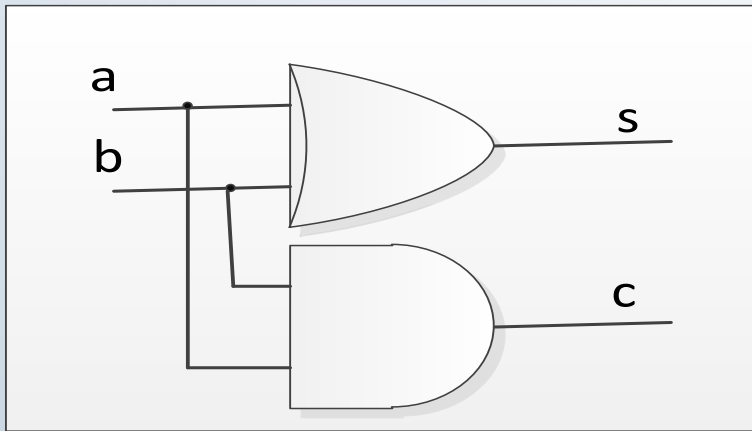
$$C_k = x_k \cdot y_k + c_{k-1} \cdot (x_k + y_k)$$

$$S_k = x_k \cdot y_k \cdot C_{k-1} + \overline{C_k} \cdot (x_k + y_k + C_{k-1})$$

| $C_{k-1} C_k$<br>$x_k y_k$ | 00          | 01          | 11          | 10          |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 00                         | 0           | $\emptyset$ | $\emptyset$ | 1           |
| 01                         | 1           | $\emptyset$ | 0           | $\emptyset$ |
| 11                         | $\emptyset$ | 0           | 1           | $\emptyset$ |
| 10                         | 1           | 0           | 0           | $\emptyset$ |

# SEMISUMATORUL

**Semisumatorul** este un circuit logic combinațional cu două ieșiri care adună două intrări se date și generează o ieșire de tip sumă și una de tip transport.



$$s = a \oplus b$$

$$c = a \cdot b$$

| a | b | s | c |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |

# ÎNTREBĂRI?

