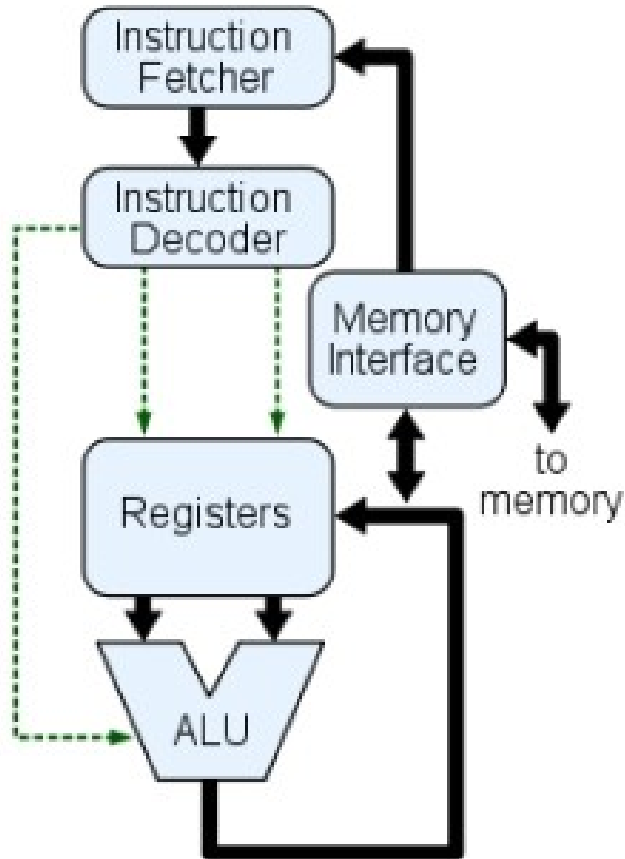


CIRCUITE INTEGRATE DIGITALE

CURS 4:
CIRCUITE DIGITALE FUNDAMENTALE
SUMATORUL
DECODORUL

Structura unui procesor



Circuite combinaționale:

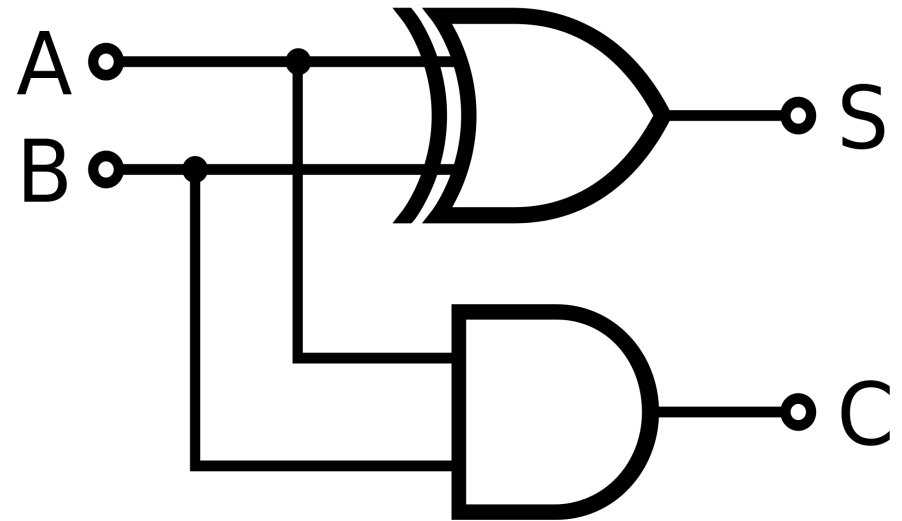
- Decodorul de instrucțiuni
- Decodorul de adrese al memoriei de regiștri
- Unitatea Aritmetico-Logică (Sumare, Scădere, OR, AND, XOR, NOT, etc)

Semi-Sumatorul (Half-Adder)

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Sum</i>	<i>Carry-Out</i>
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

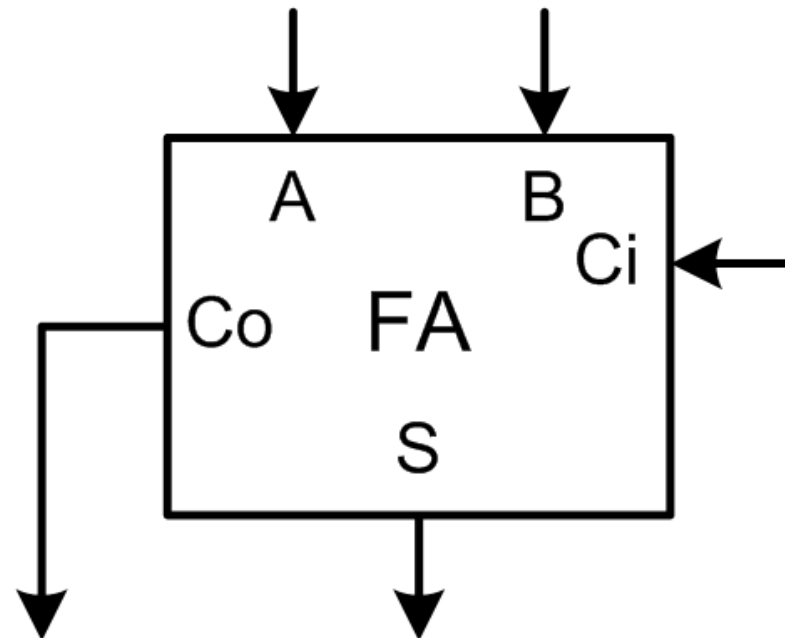
Semi-sumatorul (Half-adder)

- Permite calcularea sumei a două numere de 1 bit (S)
- Generează semnal de Carry (C)



Sumatorul Elementar (Full Adder)

ABCi	Co	S
000	0	0
001	0	1
010	0	1
011	1	0
100	0	1
101	1	0
110	1	0
111	1	1

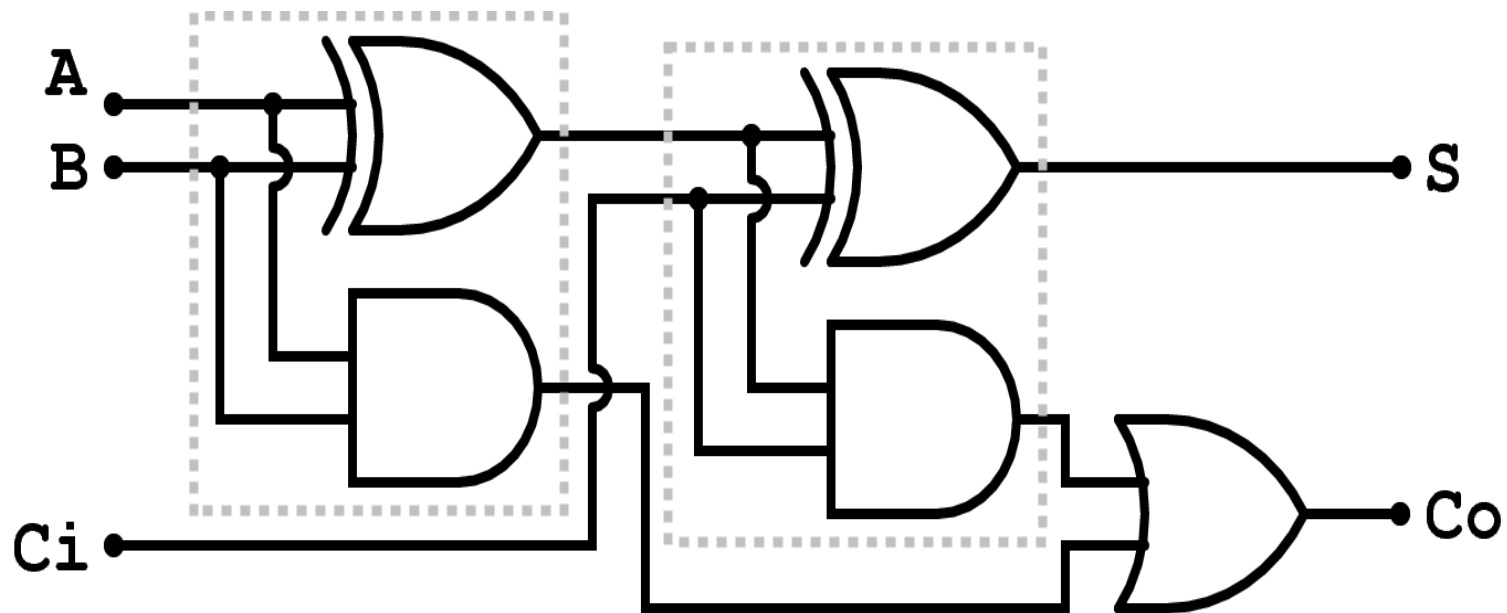


Sumatorul Elementar (Full Adder)

- Exerciții:
 - Să se folosească diagrame K pentru a identifica structura logică a sumatorului elementar
 - Să se exprime sumatorul elementar în logică NAND
 - Să se exprime sumatorul elementar în logică NOR
 - Să se construiască un sumator elementar din semi-sumatoare

Sumatorul Elementar (Full Adder)

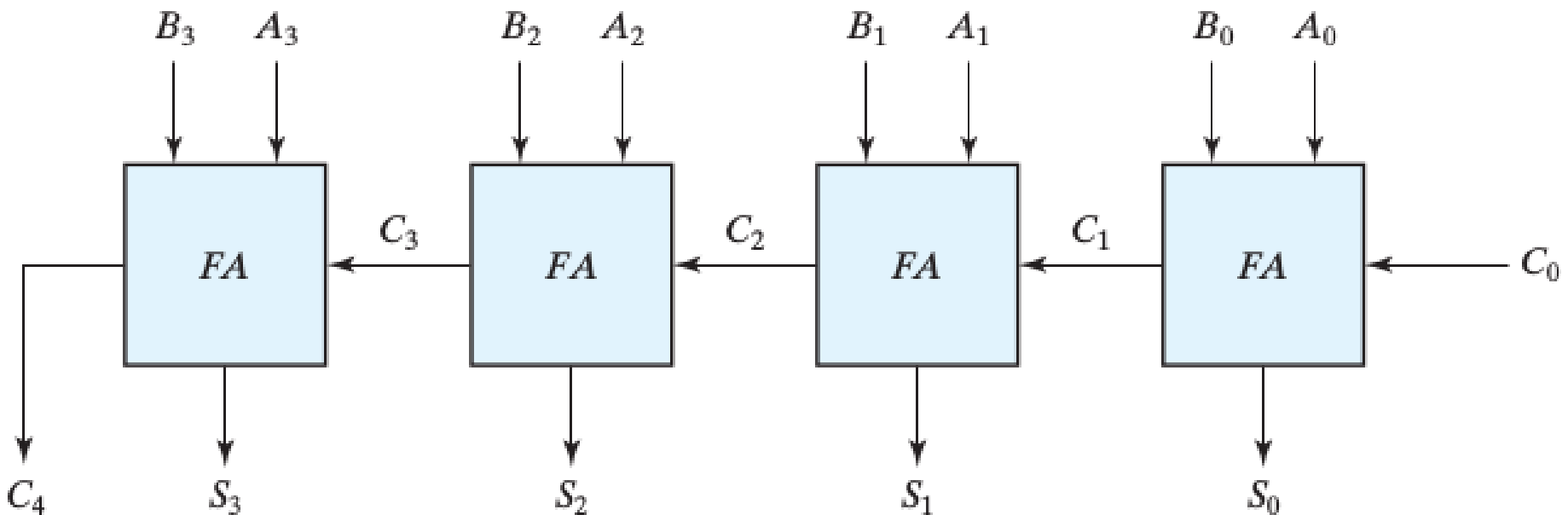
- Exerciții:
 - Să se construiască un sumator elementar din semi-sumatoare



Sumatoare Multi-Bit

Un sumator de N biți se poate forma printr-o cascadă de N sumatoare elementare

- Aria ocupată crește cu $O(N)$
- Timpul de propagare crește cu $O(N)$
- Complexitate constantă (descriere recursivă)



Optimizări

- Principala problemă: timpul de propagare
 - Putem sacrifica arie pentru a scădea timpul de propagare?
 - Creștem W ($t_p \sim 1/W$)
 - Re-structurăm funcția logică

$$C_{i+1} = A_i B_i + (A_i + B_i) C_i = G_i + P_i C_i$$

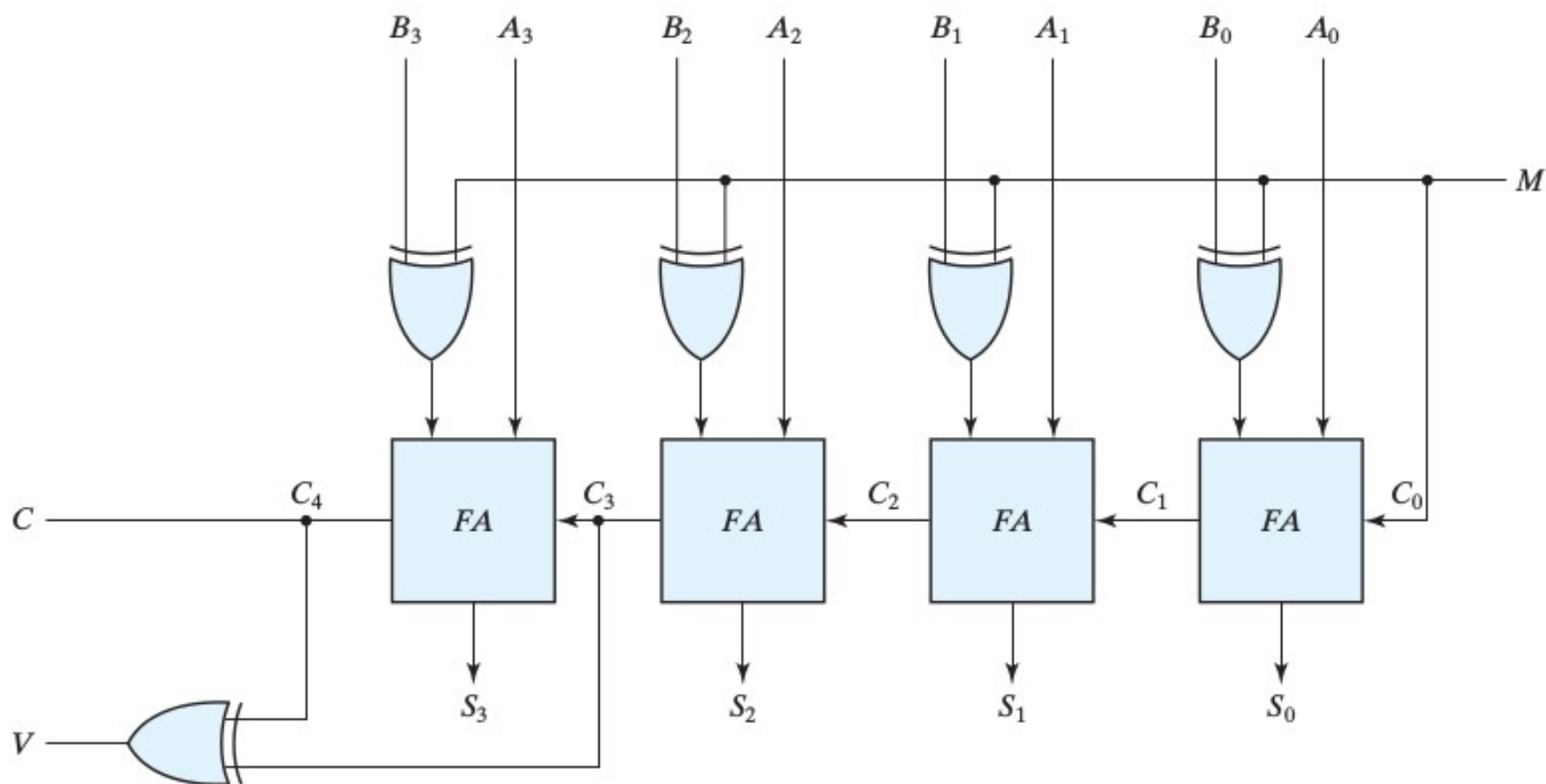
$$C_{i+1} = G_i + P_i (G_{i-1} + P_{i-1} C_{i-1}) = \dots$$

Carry Look-Ahead

- CLA: Funcția care calculează direct Carry la ieșire
- Adâncime: tipic $O(\log N)$ – arbore de porți
 - $N = 32$, accelerare $>6x$
- Arie: peste $O(N^2)$!!
- Soluție intermediară?

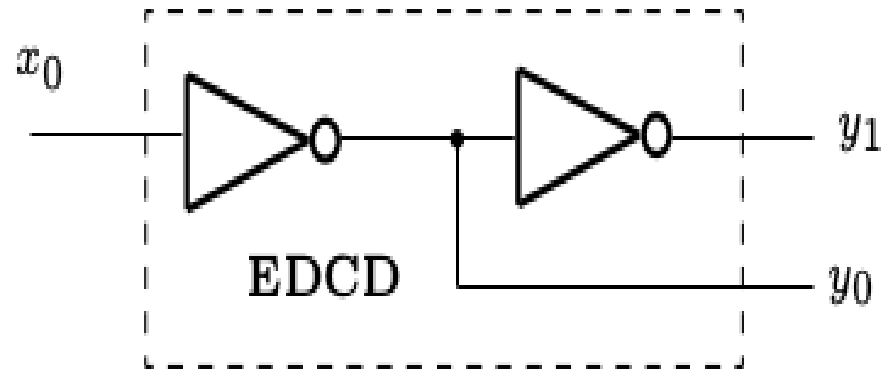
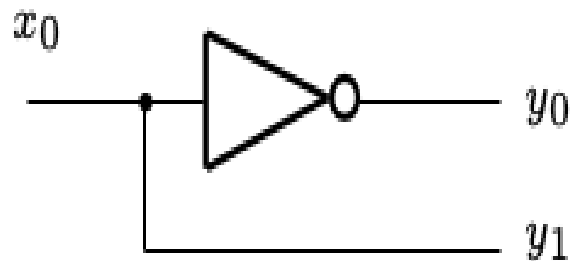
Circuitul de scădere

Scădere == adunare în complement față de 2:

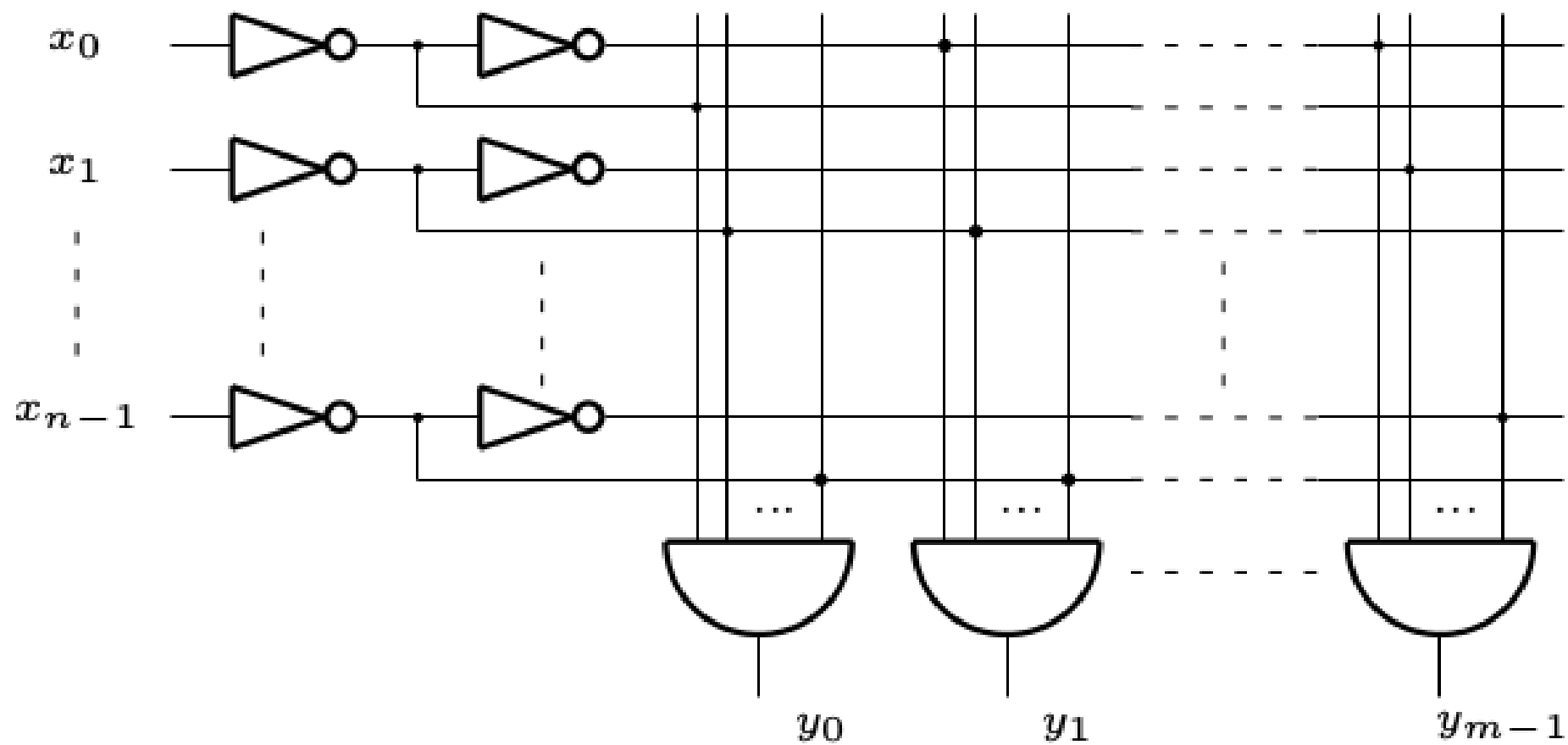


Decodorul

- Transformă din binar în reprezentare one-hot
 - e.g., 010 => 00000100
 - Utilitate: selecția (unui cuvânt dintr-o memorie etc)
 - Decodorul elementar: EDCD



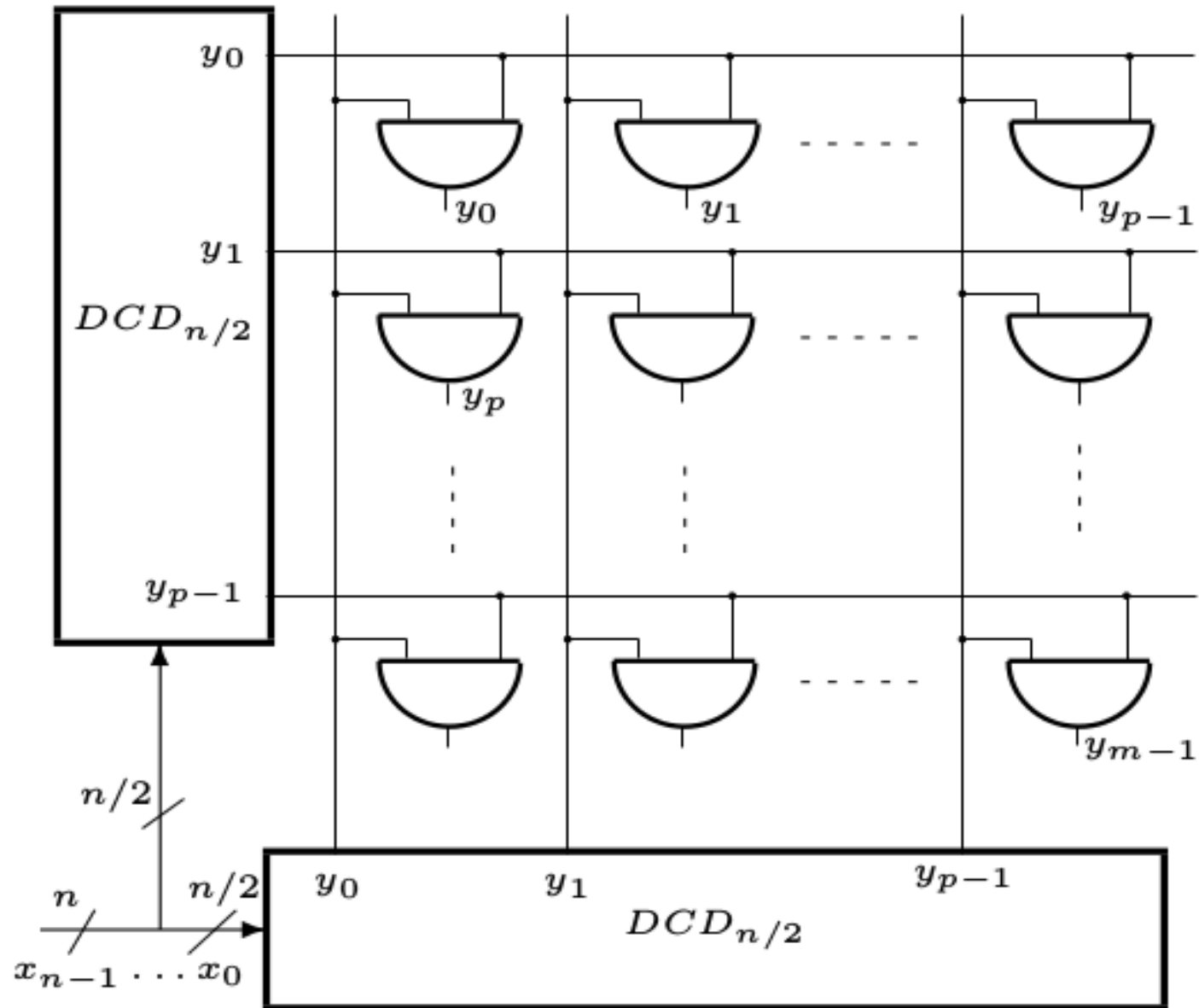
Decodorul



Decodorul

- Timp de propagare: teoretic $O(\log N)$
- Arie: $O(N2^N)$
- Fan-out mare pentru EDCCD (2^N)
- Se poate optimiza aria?

Decodorul (Construcție Recursivă)



Decodorul (Construcție Recursivă)

- Timp de propagare: teoretic $O(\log N)$
- Arie: $2^N + 2^{N/2} + \dots$ posibil $O(2^N)$
- Fan-out maxim $O(2^{N/2})$

Decodorul

- Prezintă pe intrări toți minterms ai intrărilor
 - Orice funcție = DCD + arbore de OR
 - Exemple: multiplexorul
- Definiția generală: orice circuit care transformă dintr-un cod în altul
 - Exemplu: decodorul de instrucțiuni
 - Exemplu: transcodorul binar – BCD