

Arhitectura Calculatoarelor

Oprițoiu Flavius
flavius.opritoiu@cs.upt.ro

16 Octombrie 2024

*Cap. 2 Analiza funcțională și sinteza
dispozitivelor de adunare și scădere, binară și
zecimală*

2.1 - Sumatoare seriale

Sumator serial:

- ▶ Adună o pereche de biți ai celor 2 operanzi, în fiecare ciclu de ceas.
- ▶ Avantaje:
 - ▶ Suprafața \Downarrow ; consum de energie \Downarrow ; frecvența de operare \Uparrow ;
- ▶ Dezavantaj:
 - ▶ Latența rezultatului final \Uparrow ;

Tipuri de sumatoare seriale :

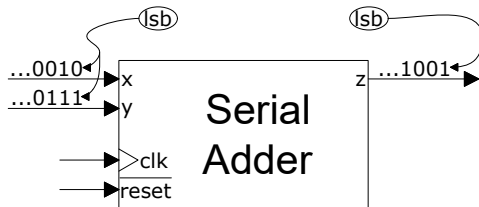
- LSDF (Least significant digit first)
- MSDF (Most significant digit first)

2.1 - Sumatoare seriale (contin.)

LSDF:

$$\begin{array}{rcccccc} X : & x_{n-1} & x_{n-2} & \cdots & x_1 & x_0 \\ Y : & y_{n-1} & y_{n-2} & \cdots & y_1 & y_0 \\ \hline Z : & z_{n-1} & z_{n-2} & \cdots & z_1 & z_0 \end{array} +$$

Simbolul sumatorului serial:



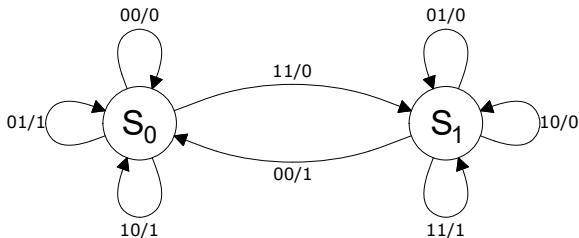
Propagarea transportului: utilizează starea internă a adunătorului

\Rightarrow 2 stări interne $\begin{cases} S_0 : \text{fără propagare de carry din rangul anterior} \\ S_1 : \text{cu propagare de carry din rangul anterior} \end{cases}$

2.1 - Sumatoare seriale (contin.)

Etapele sintezei unui sumator serial

(A) Diagrama de tranziție:



(B) Tabelul de stări:

Cfg. intrare Stare	(x,y)			
	00	01	11	10
S_0	S_0 0	S_0 1	S_1 0	S_0 1
S_1	S_0 1	S_1 0	S_1 1	S_1 0

2.1 - Sumatoare seriale (contin.)

C Codificarea stărilor:

- ▶ numărul minim de variabile de stare care pot codifica stările
 - ▶ pentru s stări, numărul minim de variabile de stare este $\lceil \log_2 s \rceil$
 - ▶ \Rightarrow pentru sumatorul serial (având $s = 2$), este necesară doar o variabilă de stare ($\lceil \log_2 s \rceil = \lceil \log_2 2 \rceil = 1$)

$w \begin{cases} \rightarrow 0 : \text{codifică } S_0 \\ \rightarrow 1 : \text{codifică } S_1 \end{cases}$

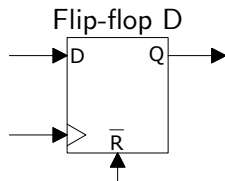
D Tabel de tranziție:

Cfg. intrare Var. stare, w	(x,y)			
	00	01	11	10
0	0 / 0	0 / 1	1 / 0	0 / 1
1	0 / 1	1 / 0	1 / 1	1 / 0

2.1 - Sumatoare seriale (contin.)

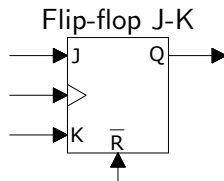
(E) Tabele de excitație:

- ▶ dependent de tipul elementelor de stocare utilizate



$$Q(t+1)=D$$

Intrări			Ieșiri	
w	x	y	D	z
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



$$Q(t+1)=J \cdot \overline{Q(t)} + \overline{K} \cdot Q(t)$$

Intrări			Ieșiri		
w	x	y	J	K	z
0	0	0	0	*	0
0	0	1	0	*	1
0	1	0	0	*	1
0	1	1	1	*	0
1	0	0	*	1	1
1	0	1	*	0	0
1	1	0	*	0	0
1	1	1	*	0	1

2.1 - Sumatoare seriale (contin.)

(F) Ecuațiile de ieșire și feedback:

Ecuațiile de ieșire:

$$\begin{aligned}
 Z &= \overline{w} \cdot \overline{x} \cdot y + \overline{w} \cdot x \cdot \overline{y} + w \cdot \overline{x} \cdot \overline{y} + w \cdot x \cdot y \\
 &= \overline{w} \cdot (\overline{x} \cdot y + x \cdot \overline{y}) + w \cdot (\overline{x} \cdot \overline{y} + x \cdot y) \\
 &= \overline{w} \cdot (x \oplus y) + w \cdot (\overline{x \oplus y}) \\
 Z &= w \oplus x \oplus y
 \end{aligned}$$

Ecuațiile feedback:

D

<i>w</i>	<i>x, y</i>			
	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

$D = w \cdot x + w \cdot y + x \cdot y$

J

<i>w</i>	<i>x, y</i>			
	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	d	d	d	d

$J = x \cdot y$

K

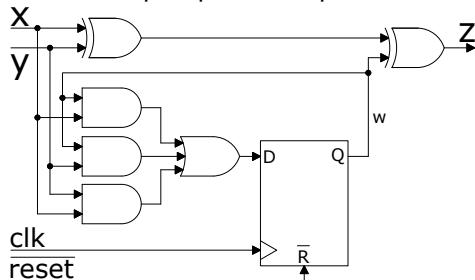
<i>w</i>	<i>x, y</i>			
	00	01	11	10
0	d	d	d	d
1	1	0	0	0

$$K = \overline{x} \cdot \overline{y} = \overline{x + y}$$

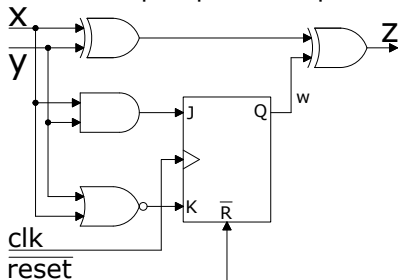
2.1 - Sumatoare seriale (contin.)

Ⓒ Sinteza sumatorului serial:

Folosind flip-flop-uri de tip D



Folosind flip-flop-uri de tip J-K



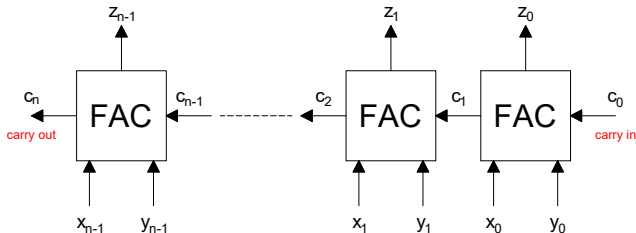
2.2 - Sumatoare și scăzătoare paralele

2.2.1 - Sumatoare paralele bazate pe propagarea serială a transportului

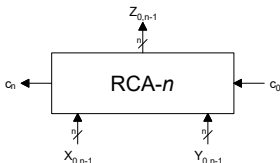
Ripple Carry Adder (RCA): utilizează celule dedicate de însumare pentru fiecare rang binar

► propagarea carry-ului: către poziția mai semnificativ (la stânga)

Arhitectură RCA pe n biți:



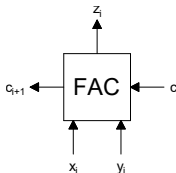
Simbolul unui sumator RCA pe n biți:



2.2.1- Sumatoare paralele bazate pe propagarea serială a transportului (contin.)

Full Adder Cell (FAC):

► simbol:



► tabel de adevăr:

Inputs			Outputs	
x_i	y_i	c_i	z_i	c_{i+1}
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

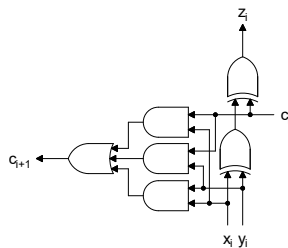
► ecuațiile ieșirilor:

$$\begin{cases} z_i = x_i \oplus y_i \oplus c_i \\ c_{i+1} = x_i \cdot y_i + x_i \cdot c_i + y_i \cdot c_i \end{cases}$$

2.2.1- Sumatoare paralele bazate pe propagarea serială a transportului (contin.)

Sinteza FAC:

(A) porți de tip
EXOR, AND, OR:



(B) porți de tip
EXOR, NAND:

