



Circuite integrate digitale

Curs 9

Automate finite



Cuprins

Teoria automatelor

- definiția automatelor
- tipuri de automate
- moduri de reprezentare

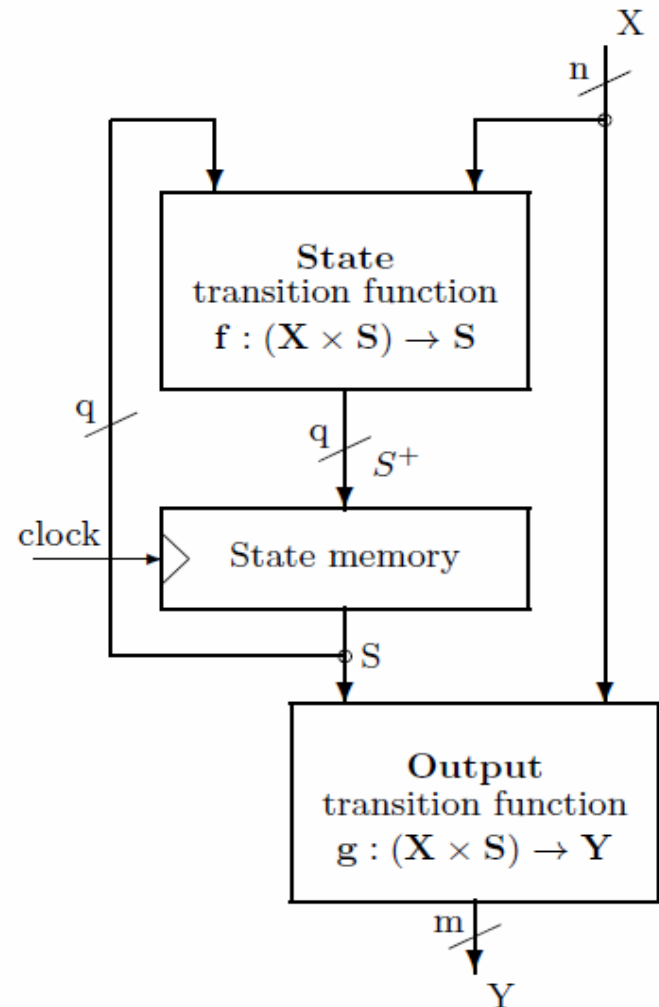


Automate

- circuite digitale care au o evoluție autonomă (își modifică ieșirile atunci când intrările rămân constante)
- sunt circuite secvențiale
- ieșirea depinde atât de intrare, cât și de *starea* circuitului
- sunt sisteme de ordin 2

Definirea principală a unui automat

- porturi:
 - Intrări
 - Ieșiri
- Starea internă (mulțimea stărilor posibile)
- Funcțiile care determină:
 - Tranziția stărilor
 - Calculul ieșirilor





Definirea formală a unui automat

$$\mathbf{A = (X, Y, Q, f, g)}$$

$X \subseteq \{0,1\}^n$ mulțimea valorilor de intrare (n biți)

$Y \subseteq \{0,1\}^m$ mulțimea configurațiilor binare de pe ieșire (m biți)

$Q \subseteq \{0,1\}^s$ mulțimea stărilor (s biți)

$f:(X \times Q) \rightarrow Q$ Funcția de tranziție a stării

$g:(X \times Q) \rightarrow Y$ Funcția de tranziție a ieșirii pentru automat **Mealy**

$g:(Q) \rightarrow Y$ Funcția de tranziție a ieșirii pentru automat **Moore**



Definiții

Semiautomat: $A_{1/2} = (X, Q, f)$

Stare inițială: stare care nu are o stare precedentă

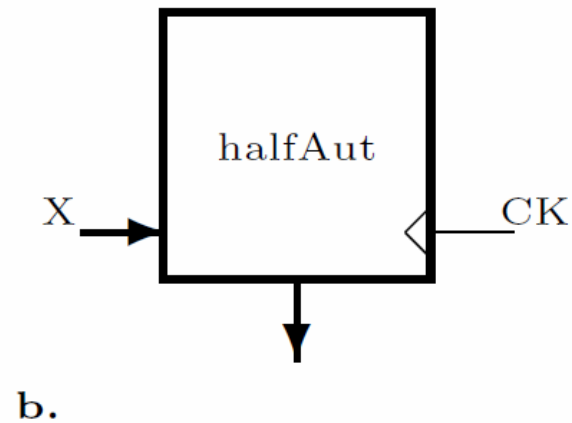
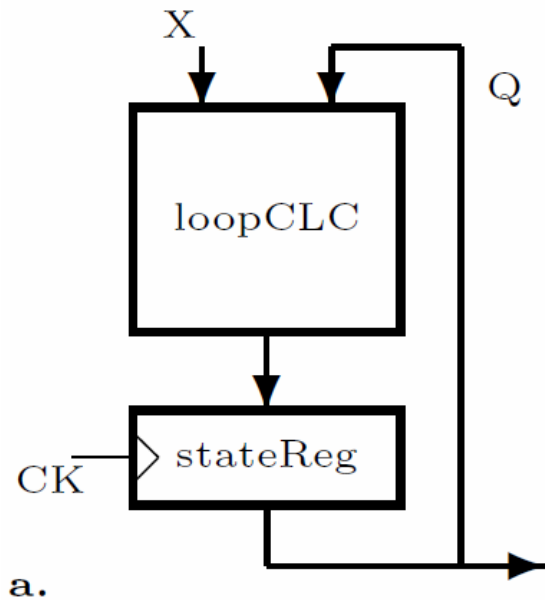
Automat inițial: are stări inițiale, $Q' \subset Q$

Automat strict initial: $Q' = \{q_0\}$, $A = (X, Y, Q, f, g; q_0)$

Automat cu întârziere: ieșirea trece printr-un registru

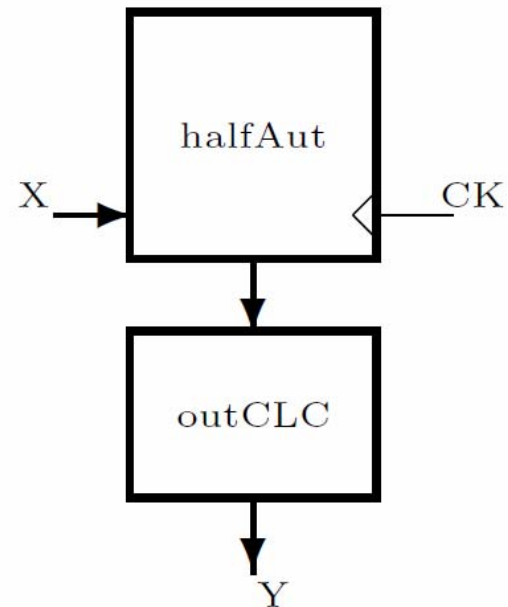
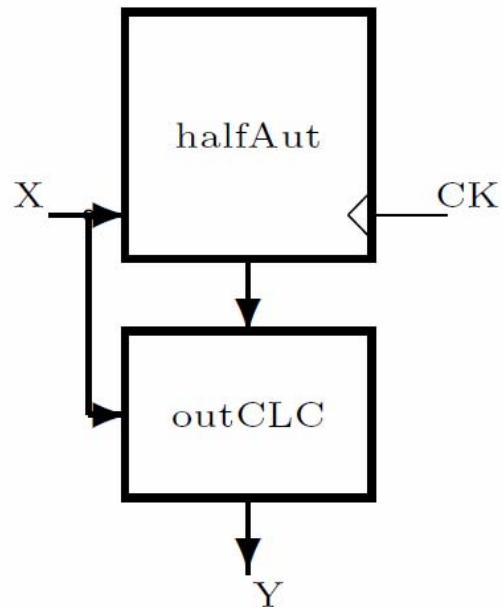
Semiautomat

- automat fără ieșiri
- modelul descrie evoluția stării

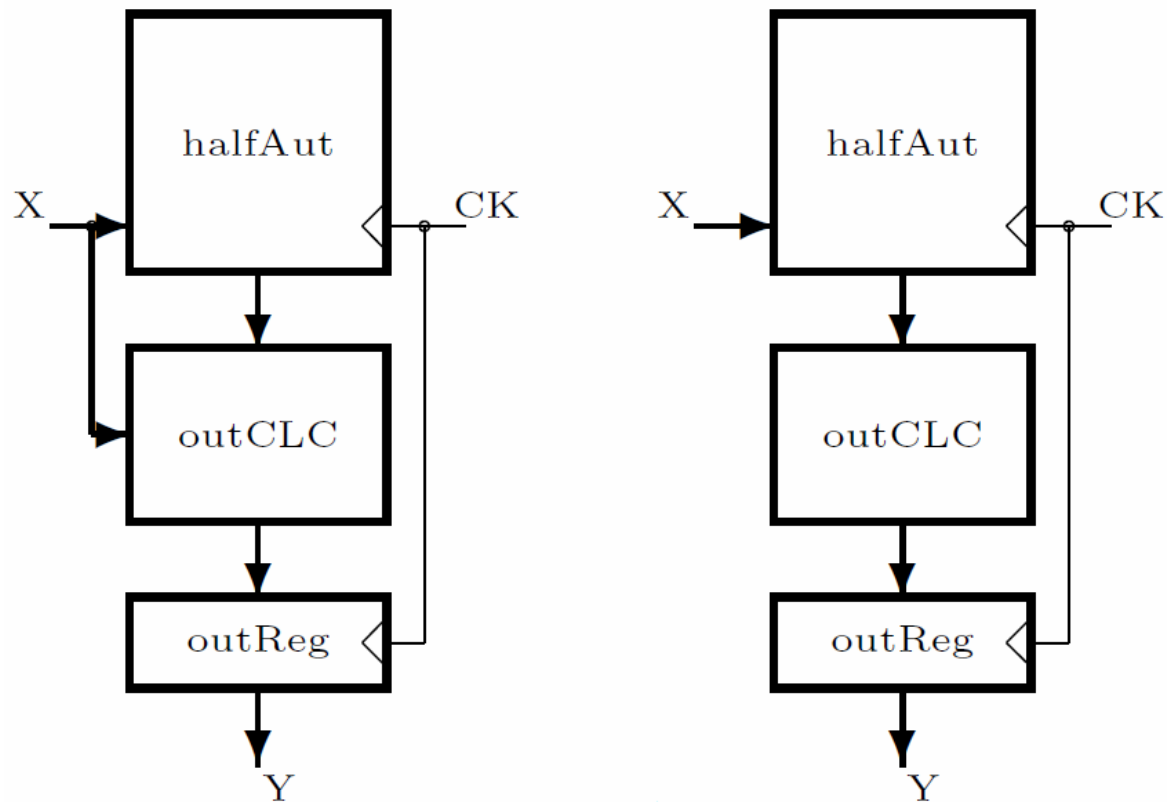


Două tipuri de automate

- Mealy
- Moore



Automate cu întârziere





4 tipuri de automate

- Mealy imediat
- Mealy cu întârziere
- Moore imediat
- Moore cu întârziere



Întârzieri

- Fără întârziere:
 - $y(t) = g(x(t), q(t))$ pentru automate Mealy imediat
- O perioadă a semnalului de ceas:
 - $y(t) = g(x(t-1), q(t-1))$ pentru automat Mealy cu întârziere
 - $y(t) = g(q(t)) = g(f(x(t-1), q(t-1)))$ pentru automat Moore imediat
- Două perioade ale ceasului:
 - $y(t) = g(q(t-1)) = g(f(x(t-2), q(t-2)))$ pentru automat Moore cu întârziere

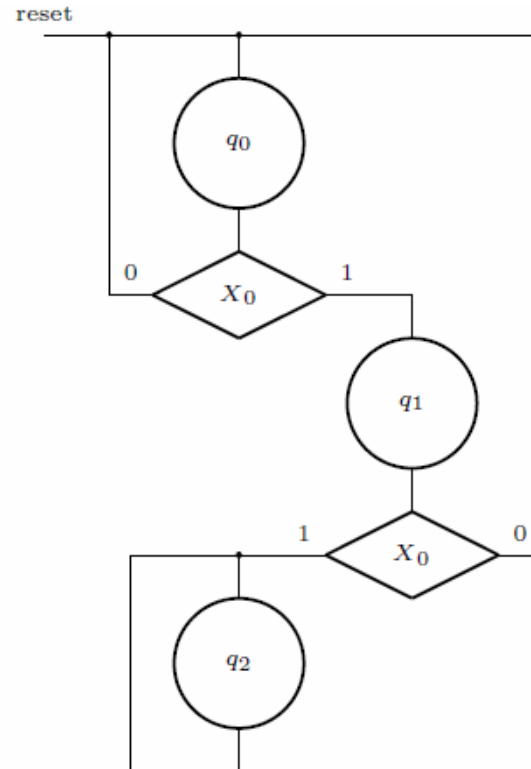
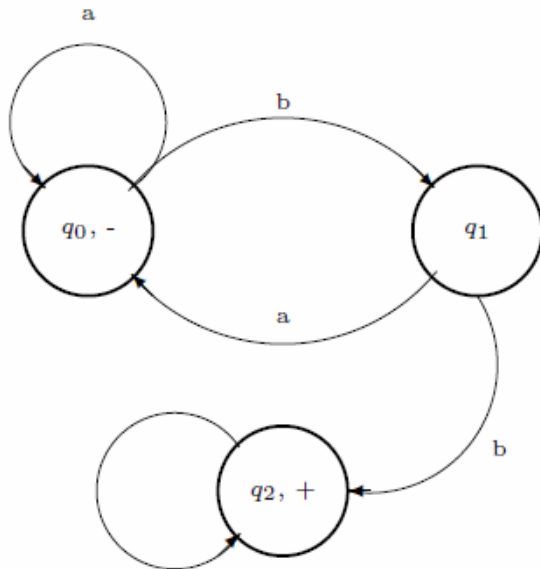


Reprezentarea automatelor

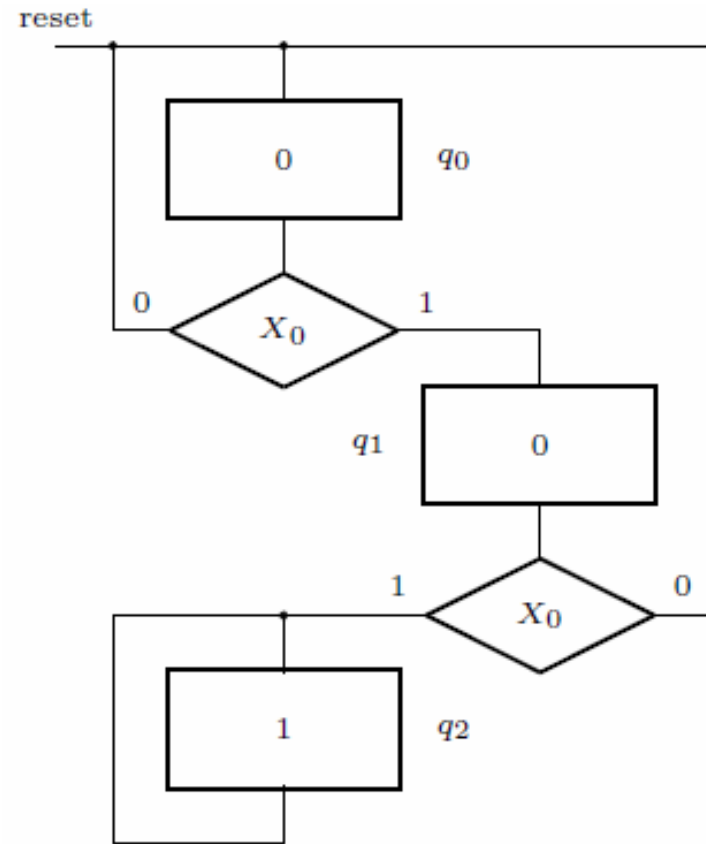
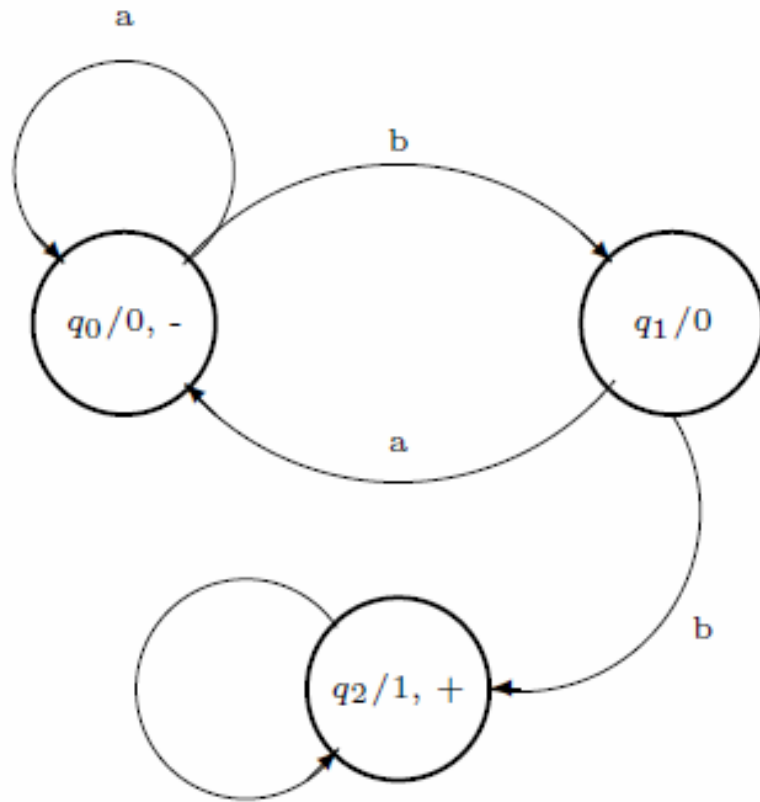
- descrierea în limbaj natural sau printr-un formalism (algoritm, organigramă)
- graf
- organigramă binară
- tabele de tranziție

Graf și organigramă

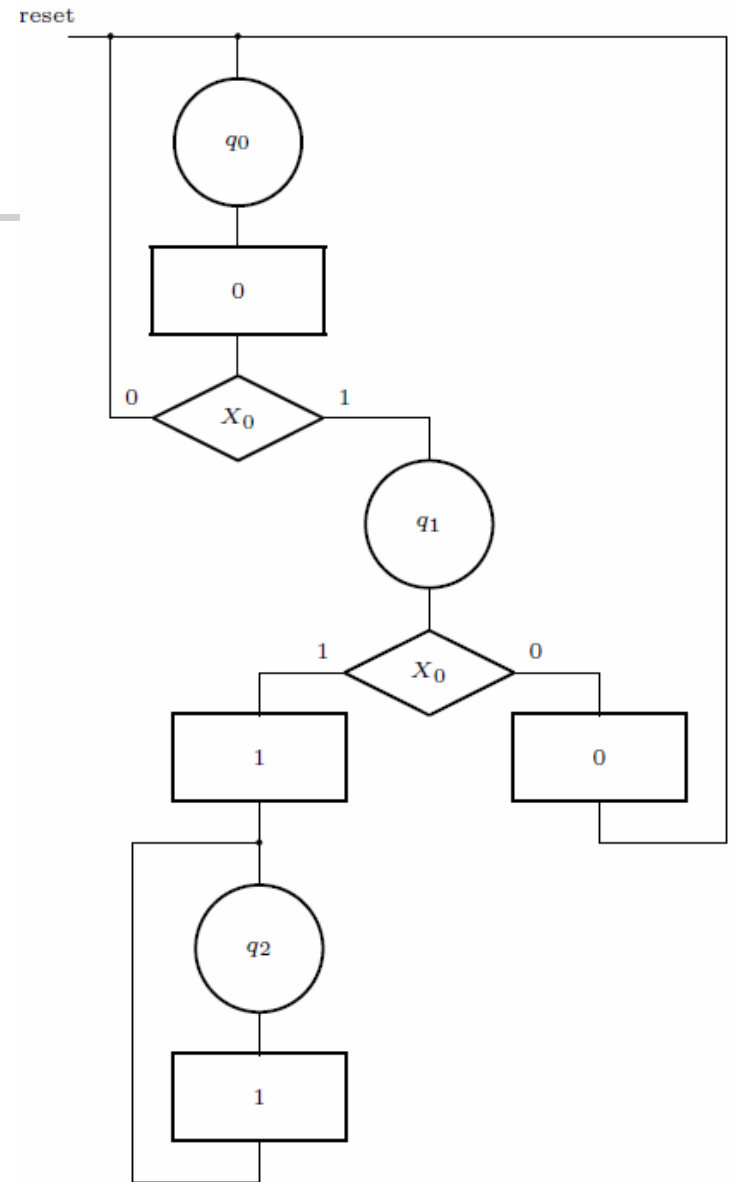
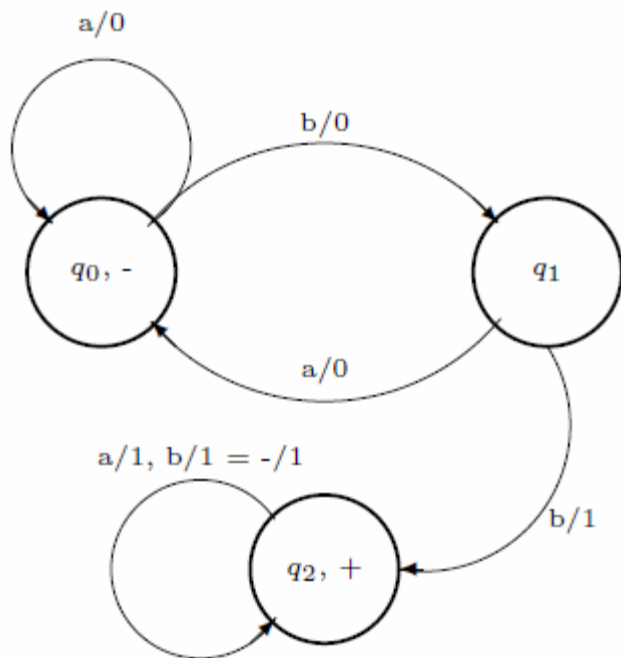
- semiautomat care detectează secvența bb în șiruri care conțin doar a și b



Automat Moore



Automat Mealy





Etapele proiectării unui automat (1)

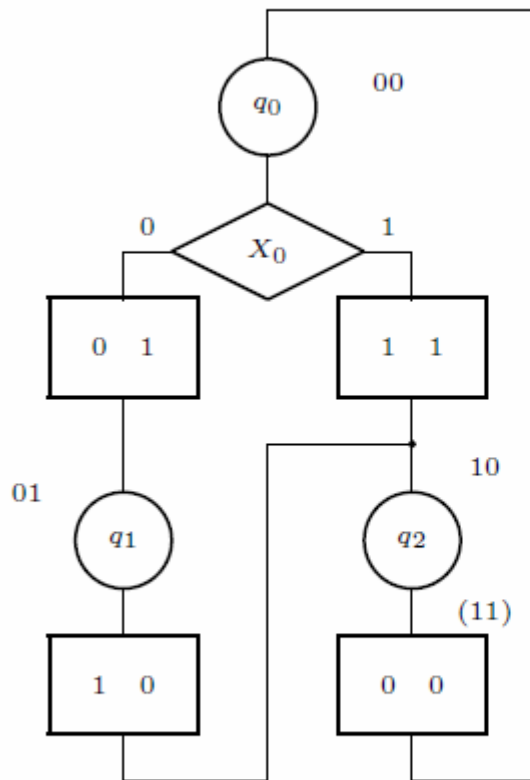
- se pornește de la descrierea automatului și se obține o reprezentare (de regulă, organigramă binară sau graf)
- pe baza reprezentării și a diferitelor cerințe de proiectare se stabilesc:
 - mulțimile care definesc automatul (X, Y, Q)
 - tipul automatului care va fi implementat – schema de principiu – proiectarea constă în explicitarea schemei (sau descrierea ei în Verilog)
- codificarea stărilor



Etapele proiectării unui automat (2)

- deducerea funcțiilor de tranziție a stărilor și de calcul a ieșirii
 - se pornește de la diagrama de referință pentru starea curentă
 - se completează diagrama stărilor următoare și diagrama ieșirilor
 - se deduc funcțiile logice
 - dacă folosim Verilog, putem descrie tranzițiile
- schema finală, cu toate cerințele

Exemplu de proiectare



	Q_1		
Q_0	1	1	0 1
	1	0	0 0

$Q_1 Q_0$

	Q_1		
Q_0	-	-	1 0
	0	0	$X_0 X_0'$

$Q_1^+ Q_0^+$

	Q_1		
Q_0	-	-	1 0
	0	0	$X_0 1$

$Y_1 Y_0$

	Q_1		
Q_0	0	0	1 1
	-	-	$X_0 1$

$Q_1^+ Q_0^+$

	Q_1		
Q_0	0	0	1 0
	-	-	$X_0 1$

$Y_1 Y_0$

Varianta 2

Varianta 1

$$Q_1^+ = Q_0 + X_0 Q_1'$$

$$Q_0^+ = Q_1' Q_0' X_0'$$

$$Y_1 = Q_0 + X_0 Q_1'$$

$$Y_0 = Q_1' Q_0'$$

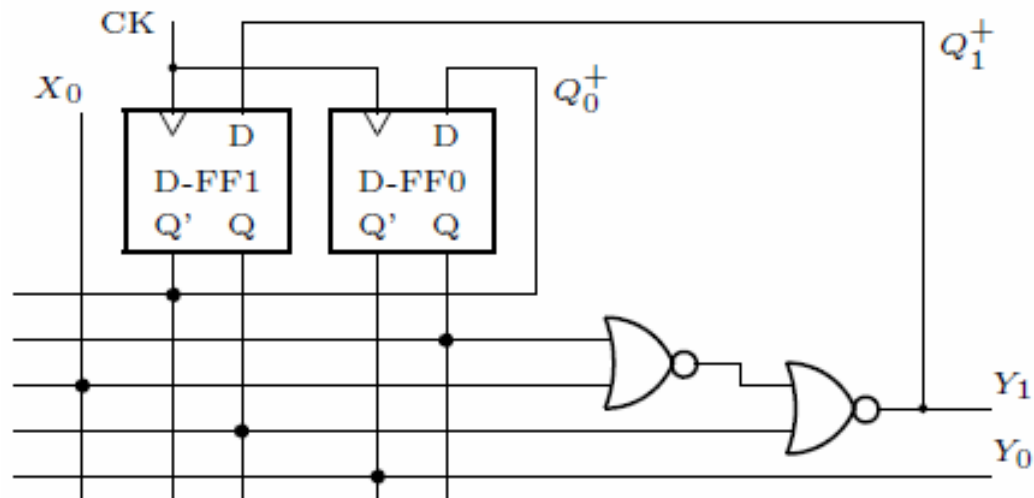
Varianta 2

$$Q_1^+ = Q_1' Q_0 + X_0 Q_1' = (Q_1 + (Q_0 + X_0))'$$

$$Q_0^+ = Q_1'$$

$$Y_1 = Q_1' Q_0 + X_0 Q_1' = (Q_1 + (Q_0 + X_0))'$$

$$Y_0 = Q_0'$$





Tema 11

- Implementați automatul din exemplul anterior (slide-urile 14 și 15), într-una din cele două variante
 - soluția completă conține atât diagramele, cât și circuitul cu porți logice