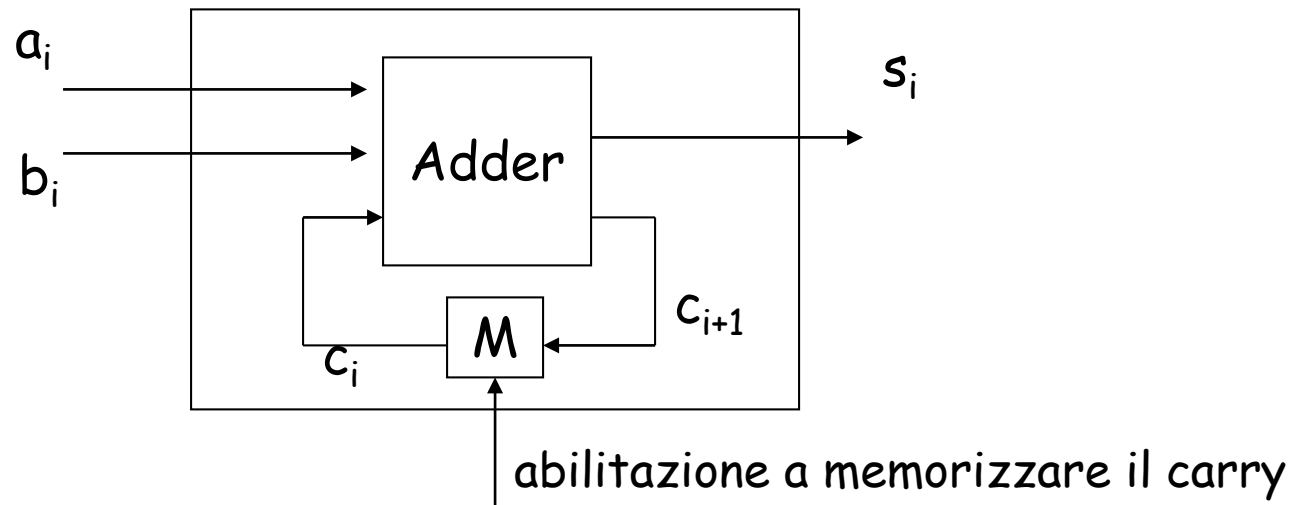


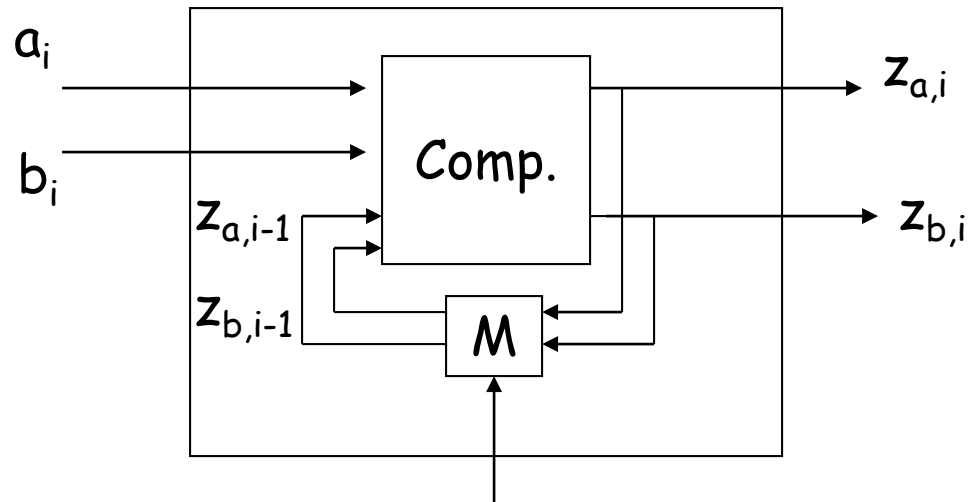
Macchine sequenziali

Dal circuito combinatorio al sequenziale (addizionatore)



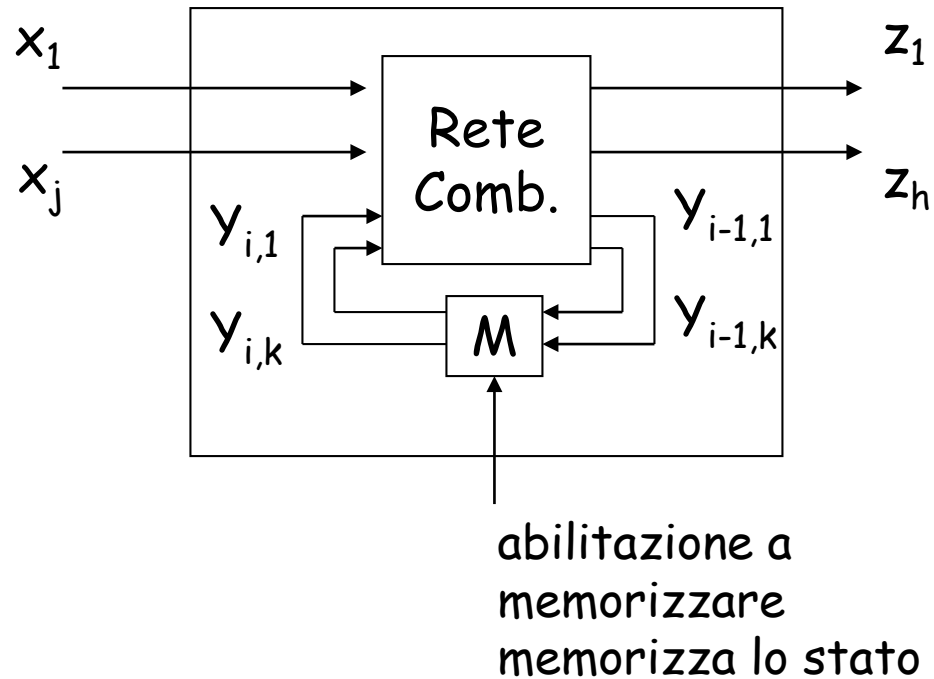
Stato = carry
Inizialmente, $c_0=0$

Dal circuito combinatorio al sequenziale (comparatore)



abilitazione a memorizzare i valori di
 $z_{a,i}$ e $z_{b,i}$

Circuito sequenziale (schema di principio)



Definizione

- Una Macchina Sequenziale è una quintupla $MS=(I,S,O,\delta,\omega)$
 - I Alfabeto di Ingresso
 - $I=\{i_1,\dots,i_m\}$
 - S Insieme degli Stati
 - $S=\{s_1,\dots,s_n\}$
 - O Alfabeto d'Uscita
 - $O=\{o_1,\dots,o_q\}$
 - δ Funzione dello stato successivo
 - $\delta: S \times I \rightarrow S$
 - ω Funzione di uscita
 - $\omega: S \times I \rightarrow O$ (Mealy)
 - $\omega: S \rightarrow O$ (Moore)

Rappresentazioni

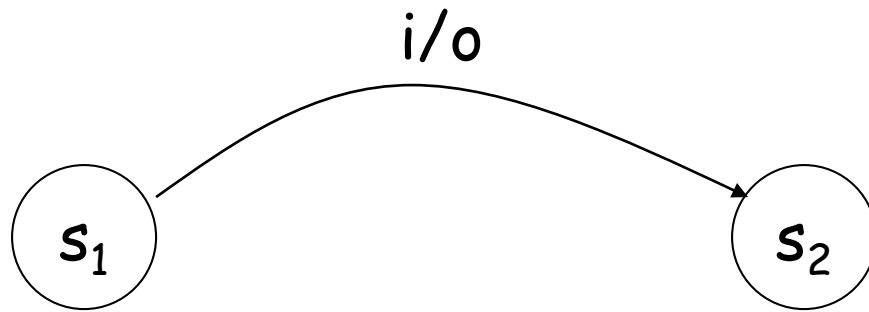
- Per rappresentare le funzioni δ ed ω si possono usare
 - Diagramma degli stati
 - Tabella degli stati/uscite (di transizione)
 - Algorithm State Machine (ASM)
 - Matrice di connessione*

* Non la usiamo

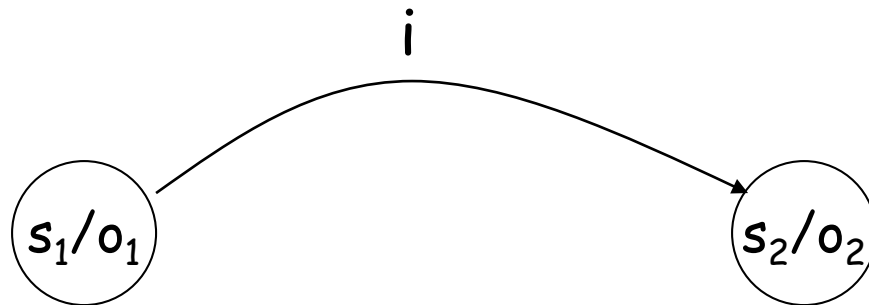
Diagramma degli Stati

- Il Diagramma degli stati è un *grafo orientato etichettato* $G(V,A,L)$
 - *Vertici* V = Insieme dei nodi
 - ogni nodo rappresenta uno stato
 - *Archi* A - Insieme degli archi
 - ogni arco rappresenta le transizioni di stato
 - L = Insieme delle etichette

Esempio diagramma stati



Mealy



Moore

Tabelle degli stati/uscite

- **MACCHINA DI MEALY**

Matrice $|S|$ righe per $|I|$ colonne.

L'elemento in posizione h,k contiene il prossimo stato e l'uscita nel caso in cui lo stato corrente sia h e l'ingresso sia il k -esimo

- **MACCHINA DI MOORE**

Matrice $|S| \times |I|+1$.

L'elemento in posizione h,k contiene il prossimo stato nel caso in cui lo stato corrente sia h e l'ingresso sia il k -esimo

L'elemento $h,|I|+1$ contiene l'uscita nel caso in cui lo stato sia h

Macchina di Mealy

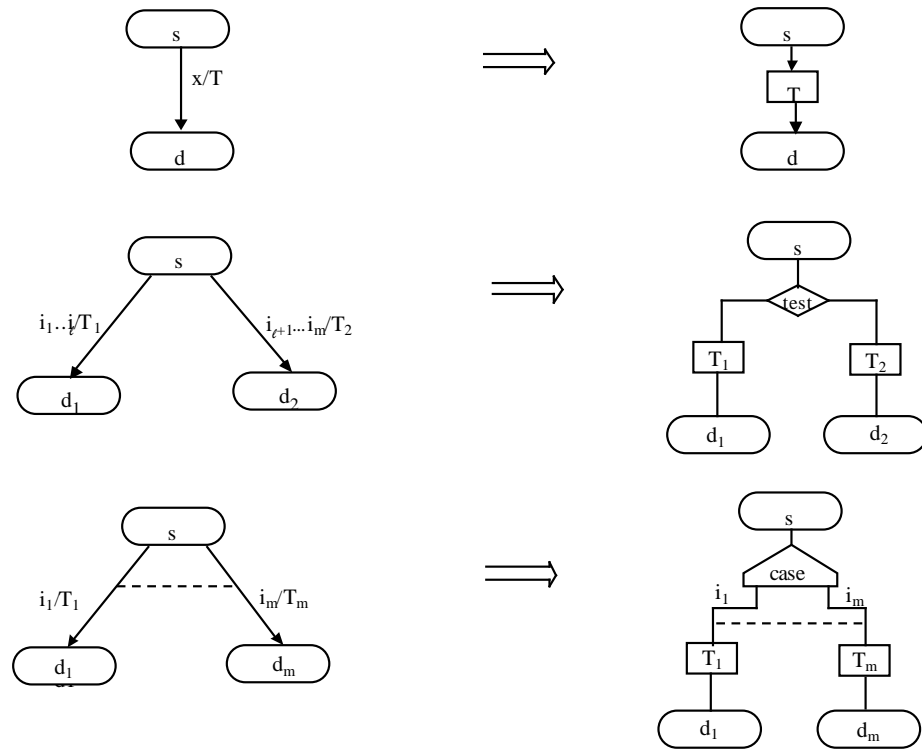
	i_1	i_2	-----	i_k	-----	i_m
s_1 s_2 \vdots \vdots s_h \vdots \vdots \vdots s_n	---	---	-----	\vdots \vdots \vdots \vdots $\delta(i_k, s_h) / \omega(i_k, s_h)$		

Macchina di Moore

	i_1	i_2	-----	i_k	-----	i_m	ω
s_1				\vdots			\vdots
s_h	---	---	-----	$\delta(i_k, s_h)$			$\omega(s_h)$
s_n							

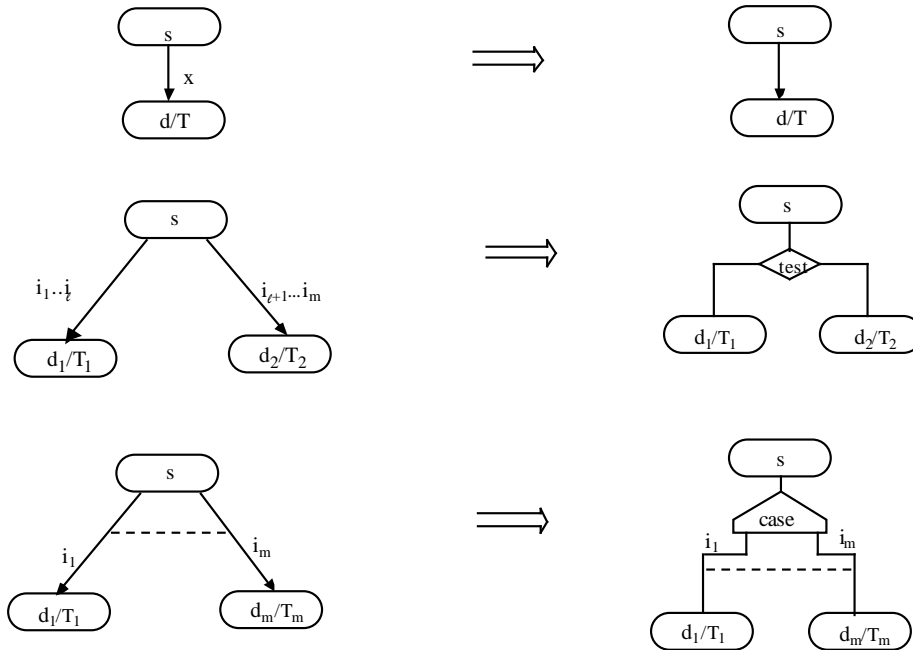
Algorithm State Machine

Trasformazione del grafo in ASM: caso Mealy



Algorithm State Machine

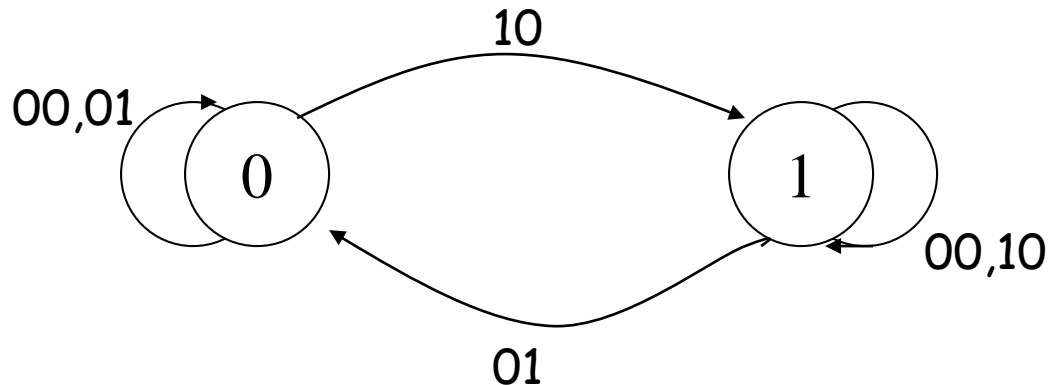
Trasformazione del grafo in ASM: caso Moore



Flip/Flop S-R

(rappresentazione diagramma degli stati)

- Ingresso: Set - Reset (S-R) - solo uno dei due ingressi può essere pari ad uno.
- Stati: 0, 1



Flip/Flop S-R

(rappresentazione tabella di transizione)

Ingressi S-R	Stato attuale	Stato succ.	Uscita
0 0	0	0	0
0 0	1	1	1
0 1	0	0	0
0 1	1	0	1
1 0	0	1	0
1 0	1	1	1

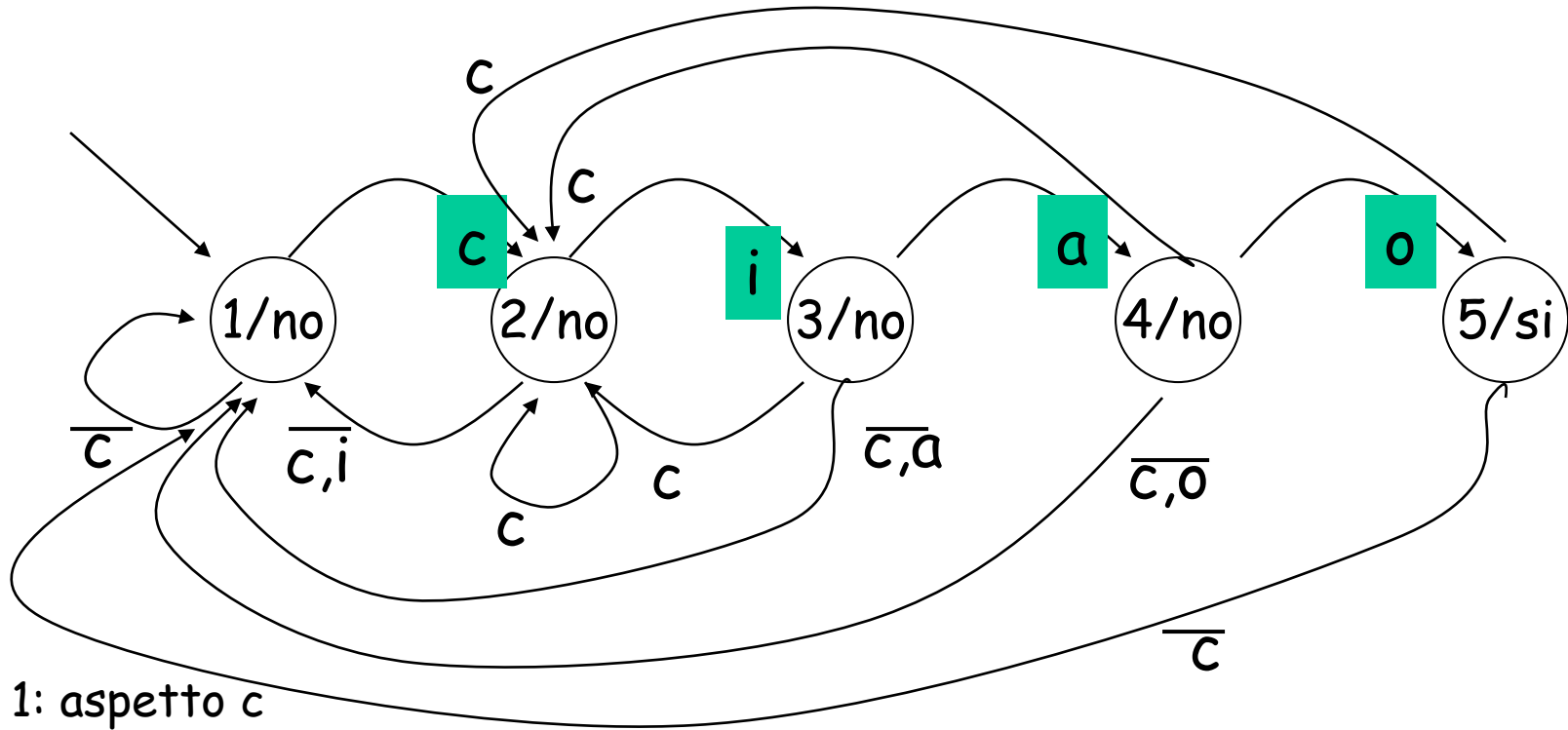
Flip/Flop S-R

(rappresentazione ASM)

Riconoscitore di sequenza

- Macchina che riconosca la sequenza di lettere *ciao*
- $I = \{a, b, \dots, z\}$
 - Per comodità indichiamo con il simbolo di negazione su una lettera tutte le lettere di I tranne la lettera stessa; se più simboli attivano la stessa transizione allora si userà un solo arco con l'elenco di tali simboli
- $O = \{si, no\}$

Diagramma degli stati (Moore)



1: aspetto c

2: aspetto i

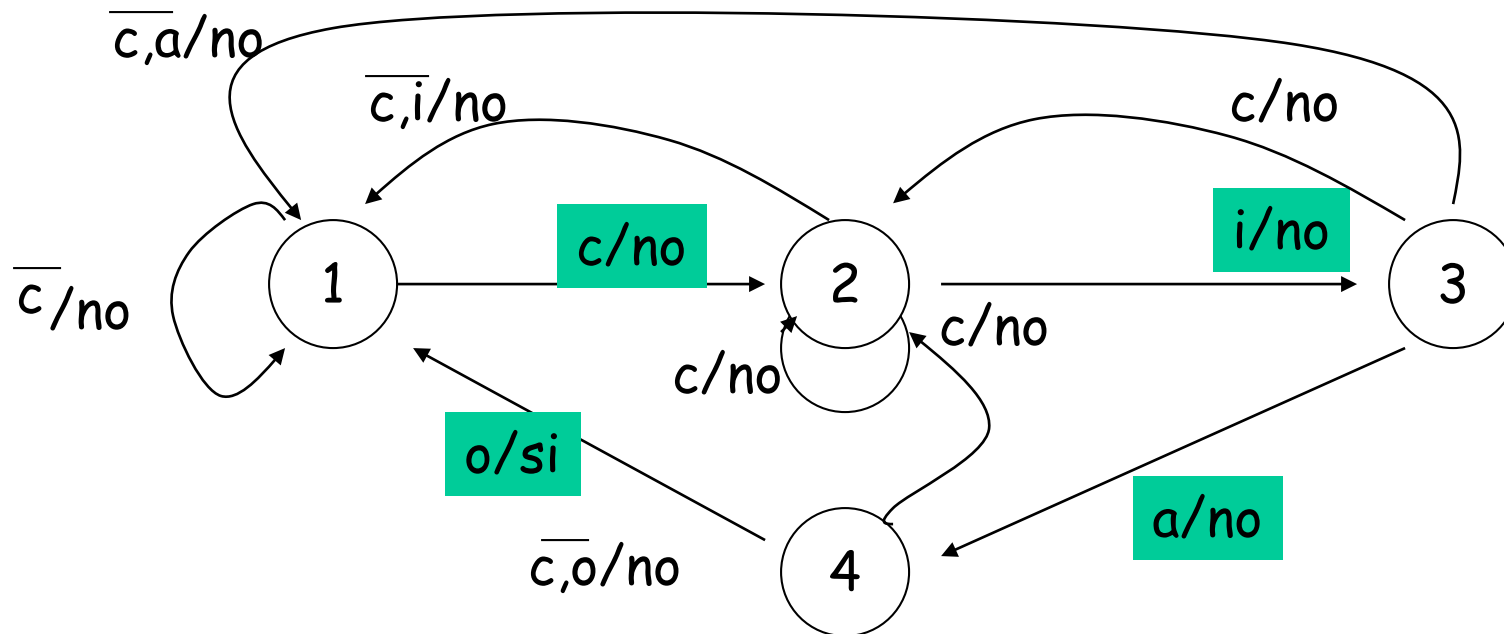
3: aspetto a

4: aspetto o

5: parola completa

Tabella di transizione (Moore)

Diagramma degli stati (Mealy)



1: attesa c

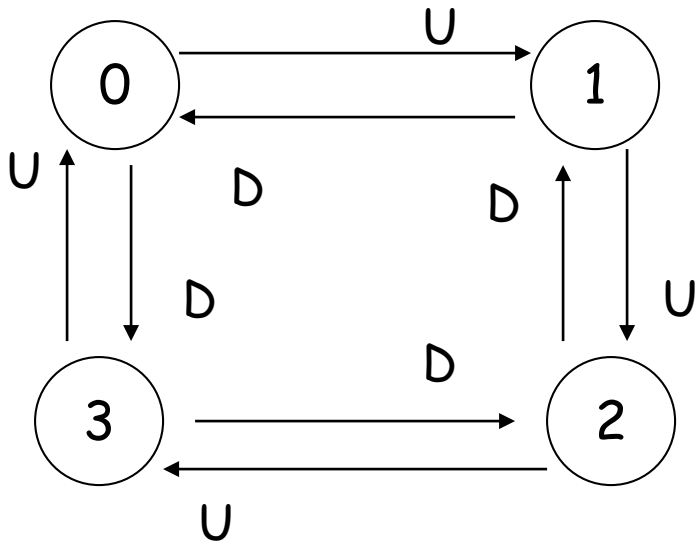
2: attesa i

3: attesa a

4: attesa o

Tabella di transizione (Mealy)

Contatore UP-DOWN modulo 4



Stato attuale	ingr	Stato succ.	uscita
0	U		
0	D		
1	U		
1	D		
2	U		
2	D		
3	U		
3	D		

Classificazione macchine sequenziali

Dipendendo dalla struttura della macchina stessa e dalle caratteristiche delle sequenze di ingresso, le macchine sequenziali si possono distinguere in:

- SINCRONE
- ASINCRONE
- SINCRONE IMPULSIVE
- ASINCRONE IMPULSIVE

Considerazioni sulle macchine sequenziali

- Le macchine sincrone non si possono realizzare.
- Ci focalizzeremo solo sulle sincrone impulsive (Level Level Clocked).
- I flip/flop, che utilizzeremo nel seguito, vengono ricavati dalle macchine asincrone, per mancanza di tempo non li potremo progettare (per chi è interessato vedere libro di Reti Sequenziali, Ciciani, Cioffi).

Altro esempio di macchina sequenziale

- Riconoscitore della sequenza ANNA
 - (alfabeto di ingresso: a,b,c,n)
 - identificare sia la macchina di Mealy che di Moore

FARE A CASA ESERCIZI DI
ESAME SULLE MACCHINE
SEQUENZIALI
(ORA SOLO
RAPPRESENTAZIONE,
DOPO ANCHE SINTESI)