



Esercitazioni macchine a stati finiti

- **Docente teoria:** prof. Federico Pedersini
(<https://homes.di.unimi.it/pedersini/AE-INF.html>)
- **Docente laboratorio:** Matteo Re
(<https://homes.di.unimi.it/re/arch1-lab-2015-2016.html>)
- **Sito laboratorio turno 2:**
(<http://basilico.di.unimi.it/doku.php?id=pub:arch1-lab-2015-2016>)



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

7

Esercizio 1

Si sintetizzi una macchina a stati finiti di Moore che realizza un contatore modulo 4 che conta i fronti di salita di un segnale $A(t)$ fornito sulla linea in ingresso. Il valore del segnale $A(t)$ viene osservato ogni millisecondo. L'uscita è costituita da 2 linee che rappresentano, in codice binario, il valore del contatore.

Si determinino **STG**, **STT**, **STT codificata** e **struttura circuitale del sistema completo**, avendo cura di semplificare il più possibile le funzioni stato prossimo e uscita, prima di tradurle in circuito.

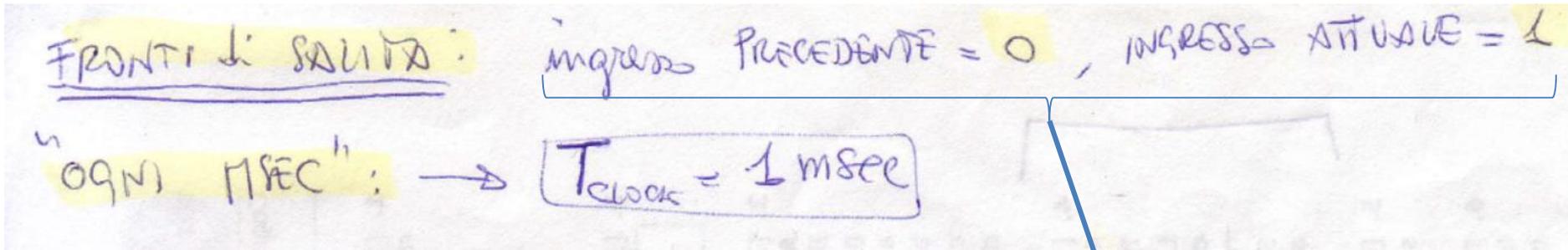


Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

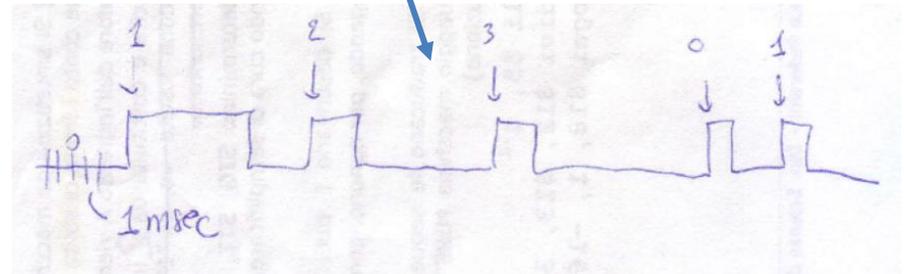
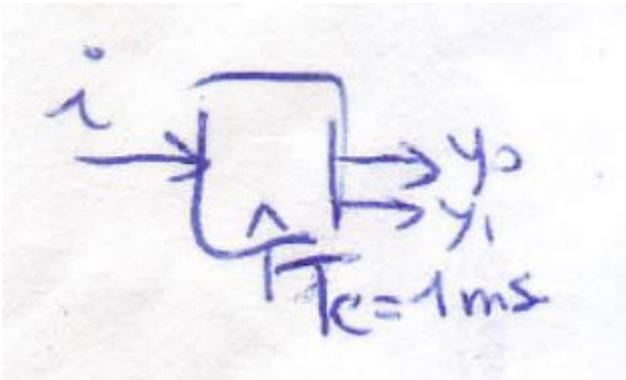
7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

1) Lettura testo (ricavare informazioni) :



2) Black box :





Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

3) Determinare insiemi dei valori in ingresso e in uscita :

Handwritten mathematical expressions for input and output sets:

$$I = \{0, 1\}$$
$$Y = \{0, 1, 2, 3\}$$



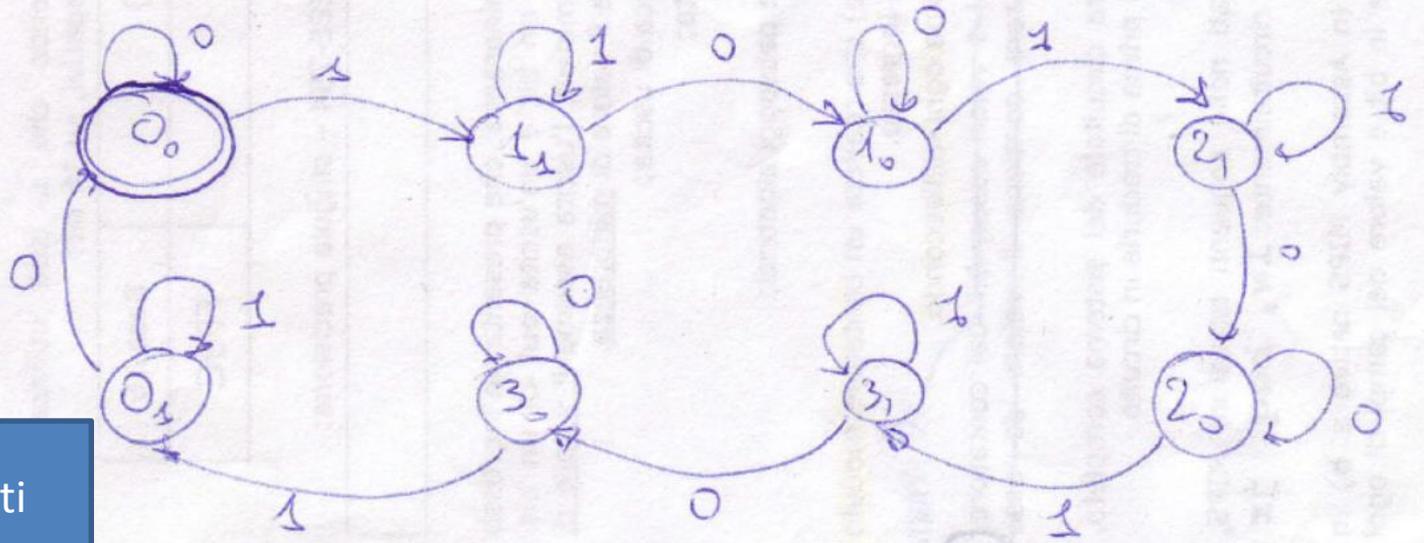
Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

4) STG

- Stato INIZIALE : $I=0, N=0$



NB: sono 8 stati

n. possibili valori uscita x n. possibili valori in ingresso. E' necessario tenere conto di valore input attuale e precedente poiché dobbiamo discriminare tra fronti di salita e di discesa.



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

5) STT

A handwritten state transition table for a 2-bit counter (STT). The table has three columns: the first column is labeled 'X' (input), the second column is labeled 'I' (next state), and the third column is labeled 'Y' (output). The rows represent the current state, with the first bit of the state in the leftmost position and the second bit in the middle position. The states are labeled as follows: 00, 01, 10, 11, 20, 21, 30, 31, 01, 01. The output 'Y' is written in the third column, with some cells containing '00', '01', '10', '11', and some cells being blank. Red arrows point from the text on the right to the cells containing '01' in the 'I' column.

X	I	Y	
	0	1	
00	00	01	00
01	00	11	
10	10	11	01
11	10	21	
20	20	21	10
21	20	31	
30	30	31	11
31	30	01	

Stato «0» a cui arriviamo **DOPO** aver osservato in Input un 1 : «0₁»

Stato «0» a cui arriviamo **DOPO** aver osservato in Input un 0 : «0₀»



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

6) STT codificata

STT CODIFICATA

$x_2 x_1 x_0$	I	0	1	Y
«0 ₁ »	000	001	000	00
«0 ₀ »	001	001	010	00
«1 ₁ »	010	011	010	01
«1 ₀ »	011	011	100	01
«2 ₁ »	100	101	100	10
«2 ₀ »	101	101	110	10
«3 ₁ »	110	111	110	11
«3 ₀ »	111	111	000	11

x_2 x_1 x_0 y_1 y_0



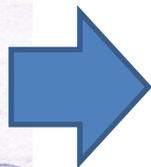
Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

6) STT codificata

x	I		Y
	0	1	
0 ₁	0 ₀	0 ₁	00
0 ₀	0 ₀	1 ₁	00
1 ₁	1 ₀	1 ₁	01
1 ₀	1 ₀	2 ₁	01
2 ₁	2 ₀	2 ₁	10
2 ₀	2 ₀	3 ₁	10
3 ₁	3 ₀	3 ₁	11
3 ₀	3 ₀	0 ₁	11



- «0₁»
- «0₀»
- «1₁»
- «1₀»
- «2₁»
- «2₀»
- «3₁»
- «3₀»

STT CODIFICATA

x ₂ x ₁ x ₀	I			Y
	0	1	Y	
000	001	000	00	
001	001	010	00	
010	011	010	01	
011	011	100	01	
100	101	100	10	
101	101	110	10	
110	111	110	11	
111	111	000	11	



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

7) Funzione uscita

$$Y = g(x): \begin{cases} Y_1 = x_2 \\ Y_0 = x_1 \end{cases}$$

STT CODIFICATA

$x_2 x_1 x_0$	I	0	1	Y
000		001	000	00
001		001	010	00
010		011	010	01
011		011	100	01
100		101	100	10
101		101	110	10
110		111	110	11
111		111	000	11

x_2, x_1, x_0 and y_1, y_0 are indicated at the bottom of the table.



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

7

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

8) Funzioni di stato prossimo

$$X^* = f(X, I): \begin{cases} X_0^* = \bar{I} \\ X_1^* = \bar{I} X_1 + I (X_0 \oplus X_1) \\ X_2^* = \bar{I} X_2 + I (X_2 \oplus X_0 X_1) \end{cases}$$

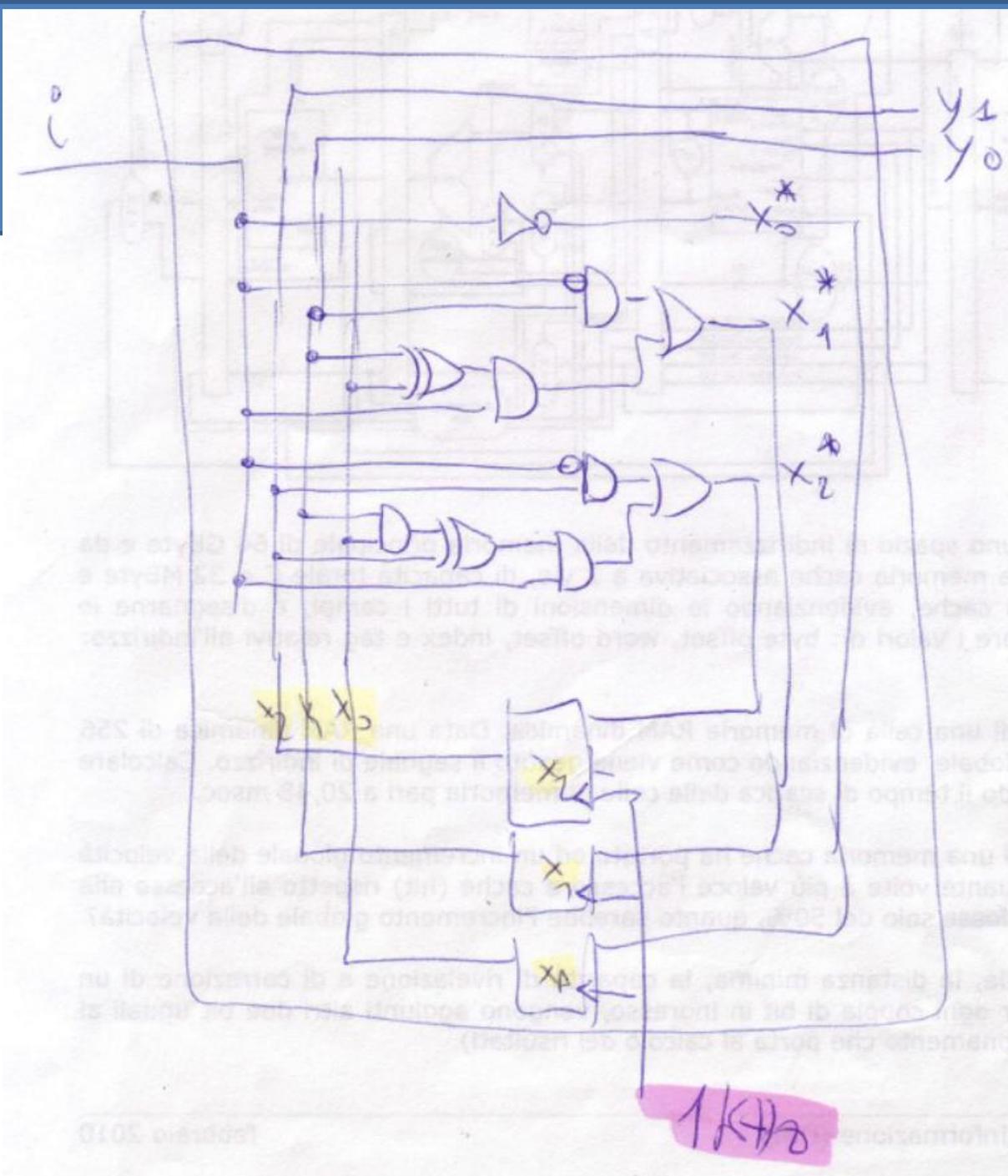
STT CODIFICATA

$x_2 x_1 x_0$	I=0	I=1	Y
000	001	000	00
001	001	010	00
010	011	010	01
011	011	100	01
100	101	100	10
101	101	110	10
110	111	110	11
111	111	000	11

Arrows at the bottom indicate the next state variables: x_2^* , x_1^* , x_0^* for the first three columns and y_1 , y_0 for the last column.



9) Circuito



7



Esercizio 2

Si progetti un circuito seq. (di Moore) caratterizzato da 1 linea di ingresso osservata ogni secondo e da una linea di uscita che va a «1» quando all'ingresso si sia presentata la sequenza «0011», altrimenti sta a «0». Stato iniziale: sequenza vuota «V».

Si determinino **STG**, **S TT**, **S TT codificata** e **struttura circuitale del sistema completo**, avendo cura di semplificare il più possibile le funzioni stato prossimo e uscita, prima di tradurle in circuito.



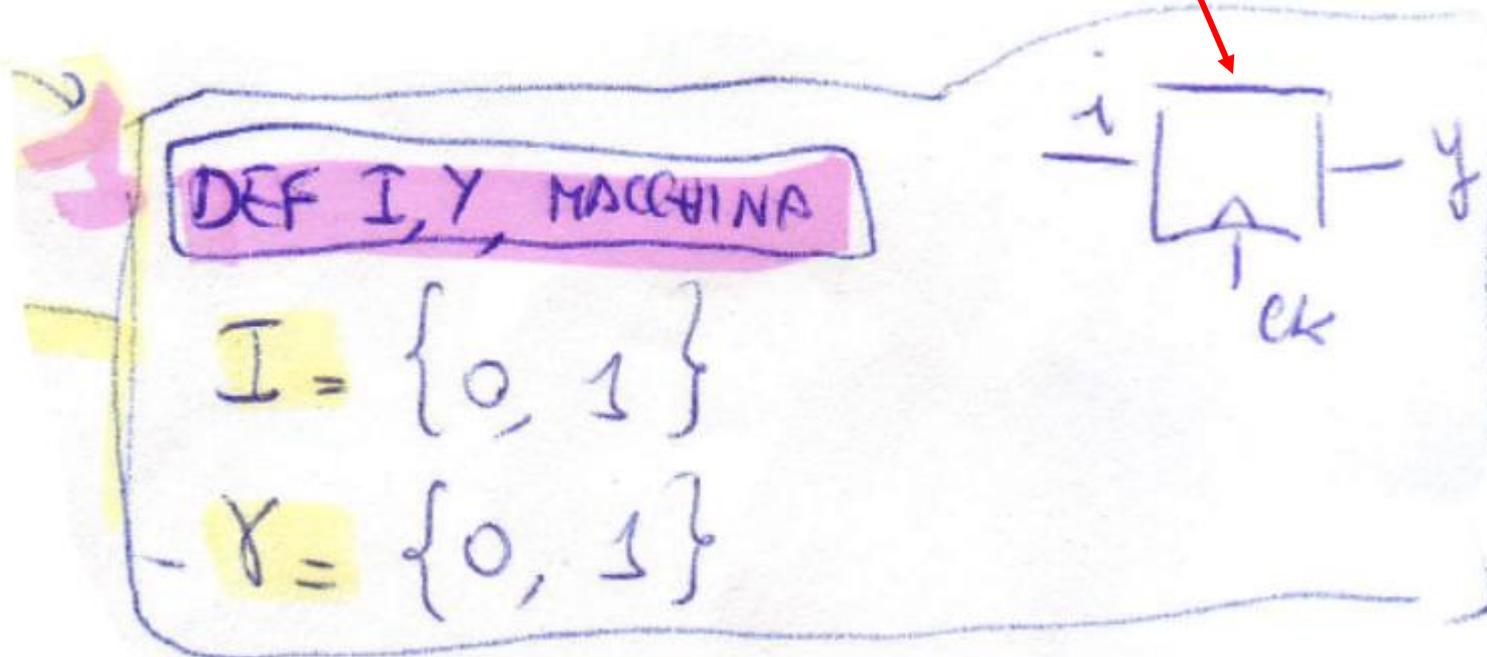
Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

8

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

1) Definizione macchina :

Black box :





Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

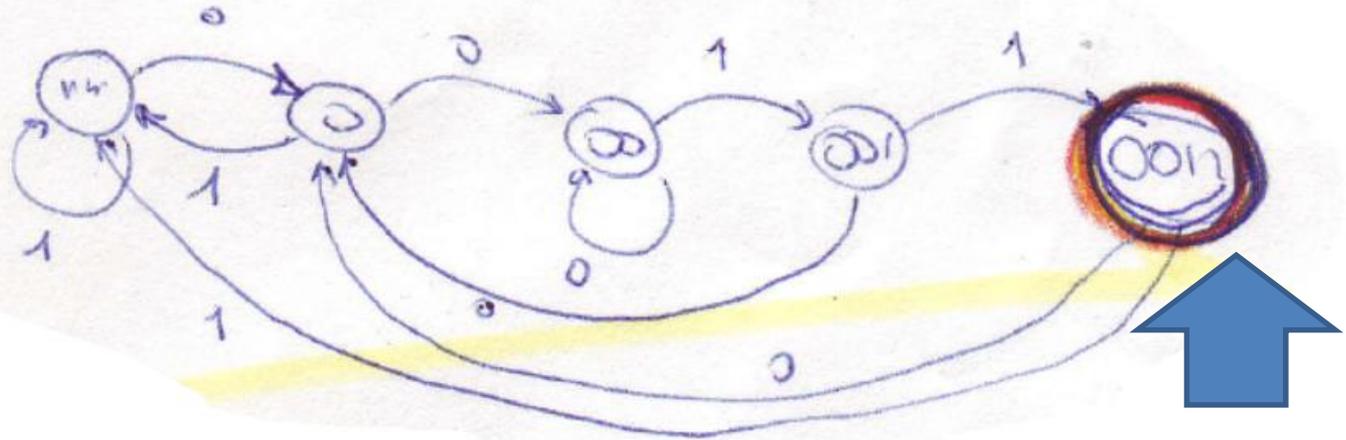
8

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

2) STG

2

STG



$$X = \{v, 0, 00, 001, 0011\}$$



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

8

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

3) STT

3

STT

X/I	0	1	Y
V	0	V	0
0	00	V	0
00	00	001	0
001	0	0011	0
0011	0	V	1

NB: gli stati necessari sono 5 (codifica su 3 bit)



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

8

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

4) STT cod.

STT cod.

	I	0	1	Y
(V)	000	001	000	0
(U)	001	010	000	
→ (00)	010	010	011	
(001)	011	001	100	0
(0011)	100	001	000	1
	101	X	X	X
	110	X	X	X
	111	X	X	X
	$x_2 x_1 x_0$	$x_2^* x_1^* x_0^*$	$x_2^* x_1^* x_0^*$	Y



Architetture degli Elaboratori e delle Reti I

8

Laboratorio – linea 2 (G-Z)

5) Funzioni uscita e stato prossimo.

Uscita: $y = x_2$

Stato prossimo:

$$x_0^* = \bar{i}(\bar{x}_1\bar{x}_0 + x_1x_0) + ix_1\bar{x}_0$$

$$x_1^* = x_1\bar{x}_0 + \bar{i}\bar{x}_1x_0$$

$$x_2^* = x_1x_0$$