UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Laboratorio di Architettura degli Elaboratori I

Macchine a Stati Finiti

a.a. 2022-2023

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.

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.

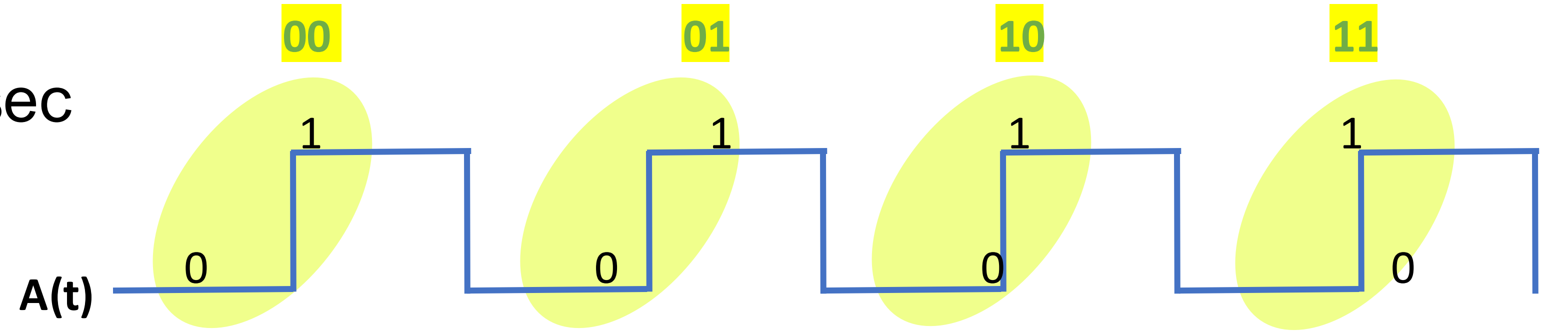
Esercizio 1 :

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.

1) Dati rilevanti estrapolati dal testo:

"Fronti di salita": ingresso precedente = 0, ingresso attuale = 1

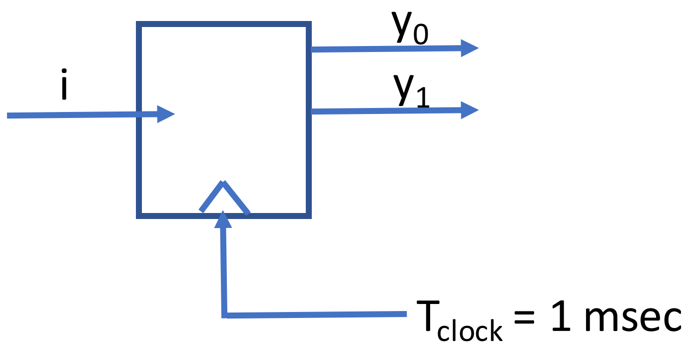
"Ogni msec": T_{clock} = 1 msec



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.

2) Black box:



3) Determinare insiemi valori in ingresso e uscita

$$I = \{ 0, 1 \}$$
$$Y = \{ 0^{00}, 1^{01}, 2^{10}, 3^{11} \}$$

Esercizio 1 :

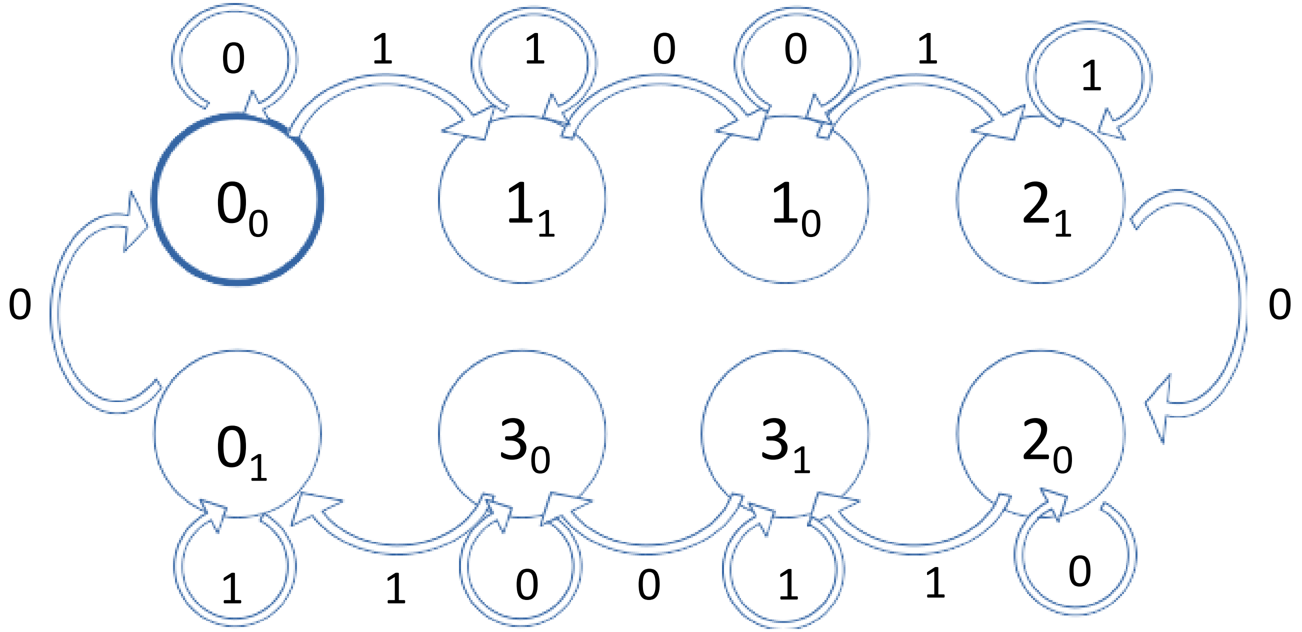
Si sintetizzi una macchina a stati finiti di Moore che realizza un contatore modulo 4 che conta i fronti di salita di un segnale A(t) fornito sulla linea in ingresso. Il valore del segnale A(t) viene osservato ogni millisecondo. L'uscita è costituita da 2 linee che rappresentano, in codice binario, il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

STG:

Stato iniziale:
I=0, N=0

num. stati : 8

i valori in ingresso
per y valori in uscita



Macchine a Stati Finiti

STT :

	I			
	0	1	Y	
Stato				
0_1	0_0	0_1	0	0
0_0	0_0	1_1	0	0
1_1	1_0	1_1	0	1
1_0	1_0	2_1	0	1
2_1	2_0	2_1	1	0
2_0	2_0	3_1	1	0
3_1	3_0	3_1	1	1
3_0	3_0	0_1	1	1

STT codificata :

Assegniamo ad ogni stato una codifica binaria

x_2	x_1	x_0
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

	I		Y	
	0	1		
Stato				
0_1	0_0	0_1	0	0
0_0	0_0	1_1	0	0
1_1	1_0	1_1	0	1
1_0	1_0	2_1	0	1
2_1	2_0	2_1	1	0
2_0	2_0	3_1	1	0
3_1	3_0	3_1	1	1
3_0	3_0	0_1	1	1

Gli stati necessari sono 8 : codifica su 3 bit

Macchine a Stati Finiti

STT codificata :

Assegniamo ad ogni stato una codifica binaria

x_2	x_1	x_0
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

	I		Y	
	0	1		
Stato				
0 0 0	0_0	0 0 0	0	0
0_0	0_0	1_1	0	0
1_1	1_0	1_1	0	1
1_0	1_0	2_1	0	1
2_1	2_0	2_1	1	0
2_0	2_0	3_1	1	0
3_1	3_0	3_1	1	1
3_0	3_0	0 0 0	1	1

Gli stati necessari sono 8 : codifica su 3 bit

STT codificata :

Assegniamo ad ogni stato una <u>codifica binaria</u>

		I	0			1			Y	
x_2	x_1	x_0								
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1

Macchine a Stati Finiti

STT codificata :

Assegniamo ad ogni stato una codifica binaria

x_2	x_1	x_0	I = 0			I = 1			Y	
			x_{2*}	x_{1*}	x_{0*}				y_1	y_0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1

Funzioni di uscita :

$$Y = g(x) : \begin{cases} y_1 = x_2 \\ y_0 = x_1 \end{cases}$$

Macchine a Stati Finiti

STT codificata :

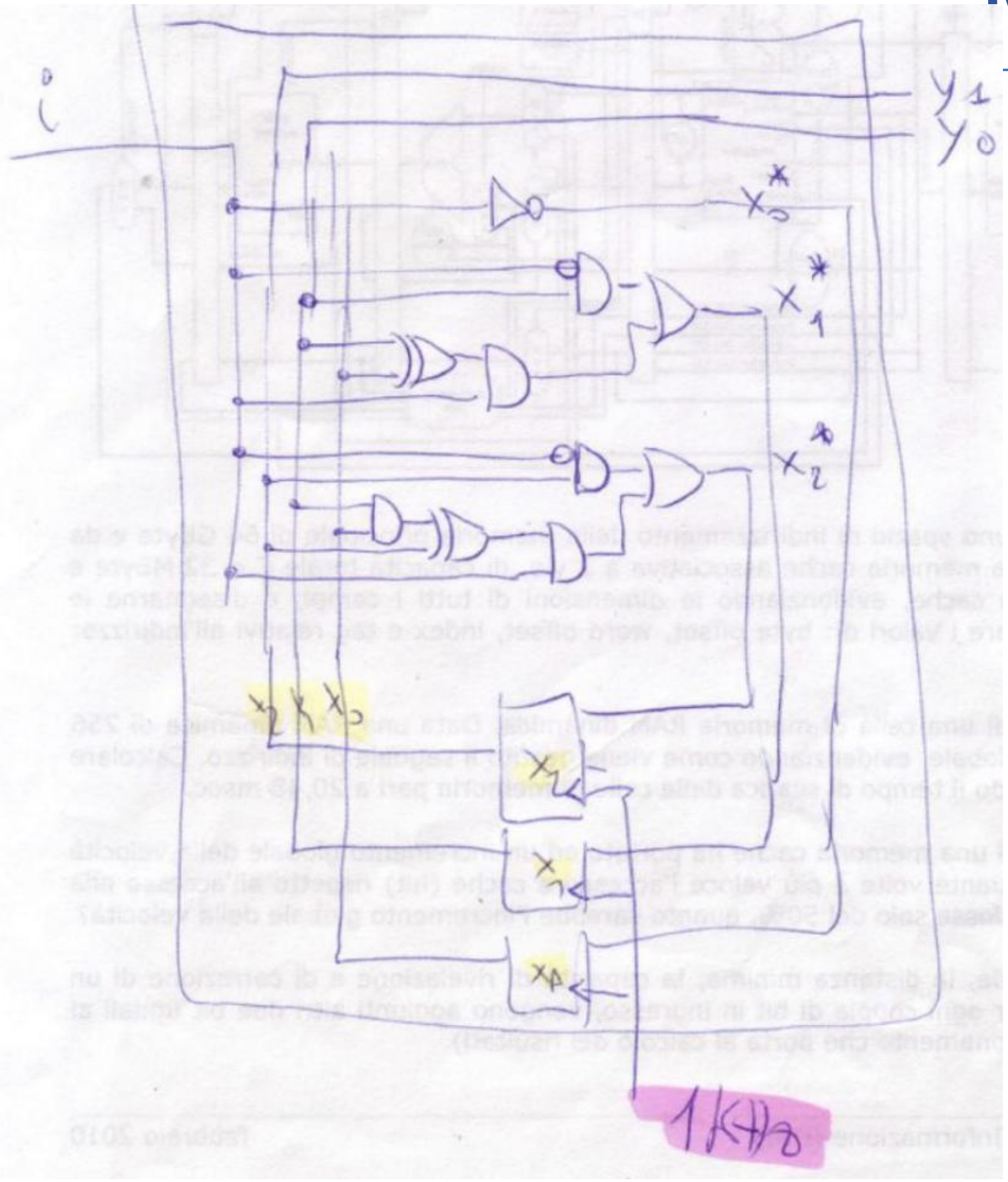
Assegniamo ad ogni stato una codifica binaria

		I							Y	
				0			1			
x_2	x_1	x_0								
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
			x_{2*}	x_{1*}	x_{0*}				y_1	y_0

Funzioni di stato prossimo :

$$X^* = f(X,I) : \begin{cases} x_{0*} = \sim i \\ x_{1*} = \sim i x_1 + i(x_0 \oplus x_1) \\ x_{2*} = \sim i x_2 + i(x_2 \oplus x_0 x_1) \end{cases}$$

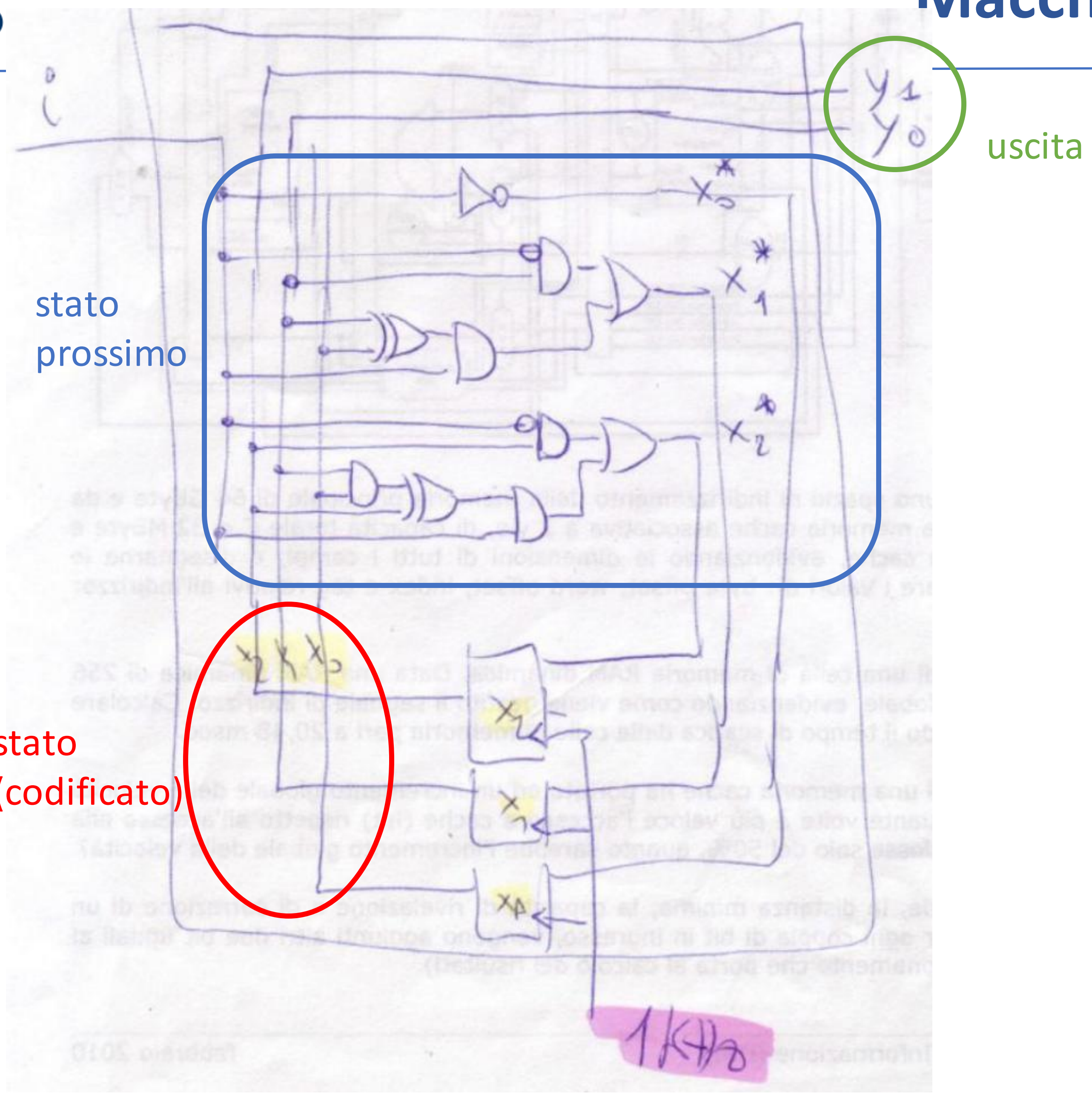
Circuito completo :



Implementare il circuito in Logisim.

Macchine a Stati Finiti

Circuito completo :



Esercizio 2 :

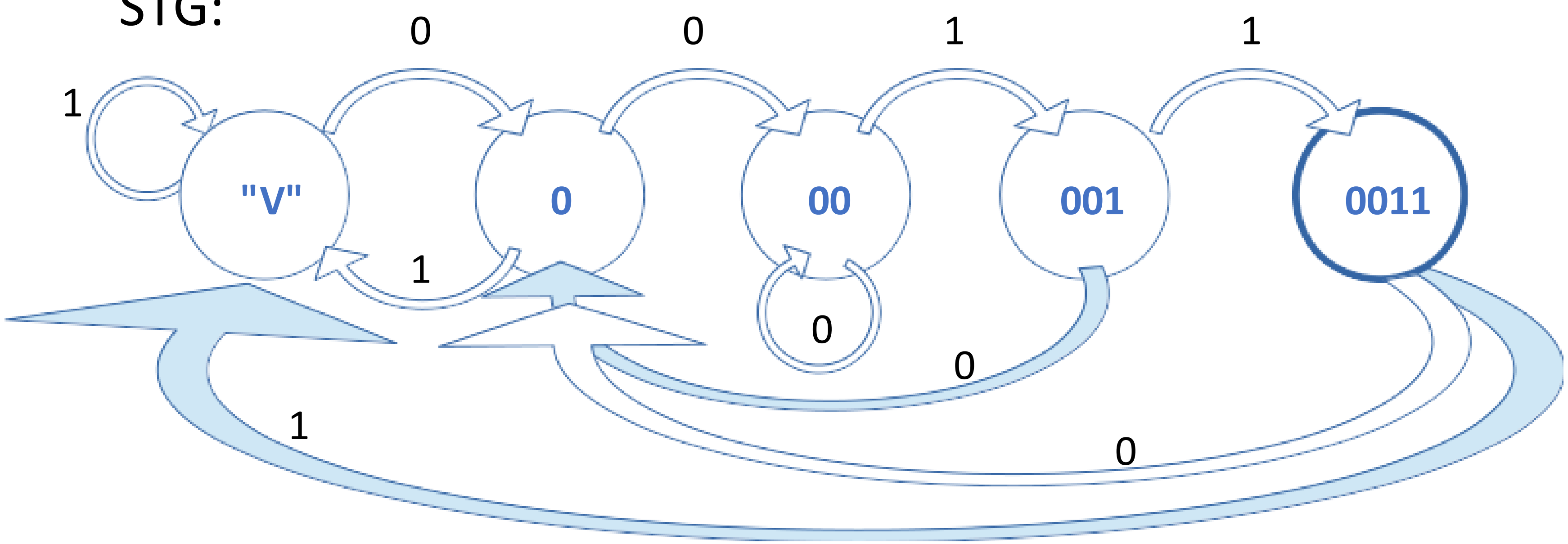
Si progetti un circuito seq. (di Moore) caratterizzato da 1 linea di ingresso osservata ogni secondo e da una linea di uscita che va a «1» quando all'ingresso si sia presentata la sequenza «0011», altrimenti sta a «0». Stato iniziale: sequenza vuota «V».

Si determinino STG, 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.

Esercizio 2 :

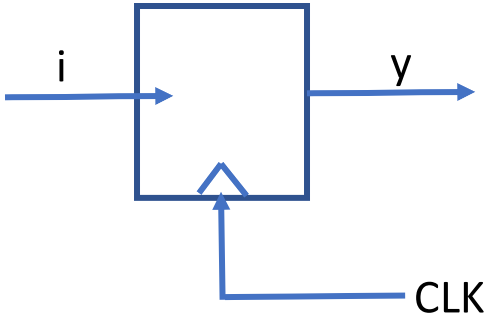
Definizione macchina:

STG:



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

Black box:



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

Esercizio 2 :

STT:

	I		Y
	0	1	
stato			
V	0	V	0
0	00	V	0
00	00	001	0
001	0	0011	0
0011	0	V	1

X = { V, 0, 00, 001, 0011 } … necessari 5 stati : **codifica su 3 bit**

Esercizio 2 :

STT codificata:

			I							Y
					0			1		
	x_2	x_1	x_0							
V	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
00	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
001	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
0011	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
.	1	0	1	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	0	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	x
				x_{2*}	x_{1*}	x_{0*}				y

Macchine a Stati Finiti

Esercizio 2 :

Uscita:

$y = x_2$

			I							Y
					0			1		
	x_2	x_1	x_0							
V	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
00	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
001	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
0011	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
.	1	0	1	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	0	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	x
				x_{2^*}	x_{1^*}	x_{0^*}				y

Macchine a Stati Finiti

Esercizio 2 :

			I							Y
					0			1		
	x_2	x_1	x_0							
V	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
00	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
001	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
0011	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
.	1	0	1	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	0	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	x
				x_{2^*}	x_{1^*}	x_{0^*}				y

Stato prossimo: $x_0^* = \sim i(\sim x_1 \sim x_0 + x_1 x_0) + i x_1 \sim x_0$

Macchine a Stati Finiti

Esercizio 2 :

			I							Y
					0			1		
	x_2	x_1	x_0							
V	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
00	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
001	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
0011	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
.	1	0	1	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	0	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	x
				x_{2*}	x_{1*}	x_{0*}				y

Stato prossimo: $x_1^* = x_1{\sim}x_0 + {\sim}i{\sim}x_1x_0$

Esercizio 2 :

			I							Y
					0			1		
	x_2	x_1	x_0							
V	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
00	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
001	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
0011	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
.	1	0	1	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	0	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	x
				x_{2^*}	x_{1^*}	x_{0^*}				y

stati inutilizzati (nella codifica su 3 bit necessaria per coprire I 5 stati della MSF)

NB:
C'e' una seconda occorrenza del pattern $x_1\sim x_0$ ma non la raggiungiamo mai (si verifica negli stati inutilizzati!) Lo stesso vale nel caso di $\sim x_1 x_0$.

Stato prossimo: $x_1^* = x_1 \sim x_0 + \sim i \sim x_1 x_0$

Macchine a Stati Finiti

Esercizio 2 :

			I	0			1			Y
	x_2	x_1	x_0							
V	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
00	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
001	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
0011	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
.	1	0	1	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	0	.	.	.	.	.	.	x
.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	x
				x_{2^*}	x_{1^*}	x_{0^*}				y

stati inutilizzati (nella codifica su 3 bit necessaria per coprire I 5 stati della MSF)

Stato prossimo: $x_2^* = ix_1x_0$

Esercizio 2 :

Determinare la struttura circuitale del sistema completo ed implementarlo in Logisim.