



Università degli studi di Parma

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Analisi di Macchine Sequenziale Sincrone

Corso di Reti Logiche A

Docente:

prof. William FORNACIARI

fornacia@elet.polimi.it

www.elet.polimi.it/~fornacia

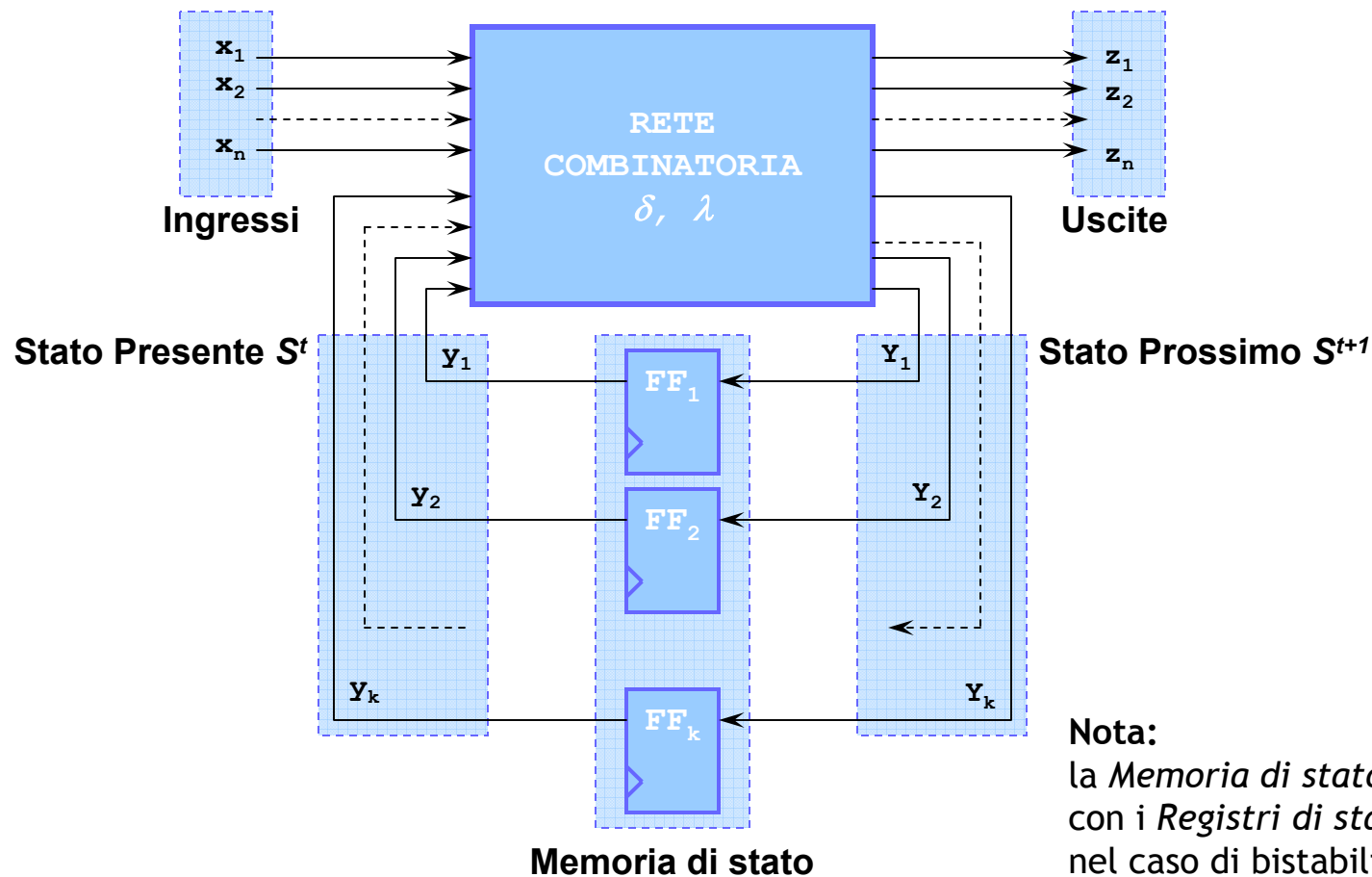


- Reverse engineering
 - ▶ Ottenere un modello delle funzionalità di una macchina sequenziale tramite l'analisi del circuito
- Esempi di utilizzo
 - ▶ Analizzare il comportamento per rilevare problemi
 - ▶ Spingere l'ottimizzazione verso altre direzioni rispetto a quelle del progetto iniziale (es. consumo di potenza)
 - ▶ Inserire la macchina in un sistema più vasto
 - ▶ Modificare la tecnologia realizzativa (es. da logica programmabile passare ad ASIC)
 - ▶ Copiare...e migliorare

Architettura di riferimento



■ Struttura generale di una macchina sequenziale:



Passi della metodologia di analisi

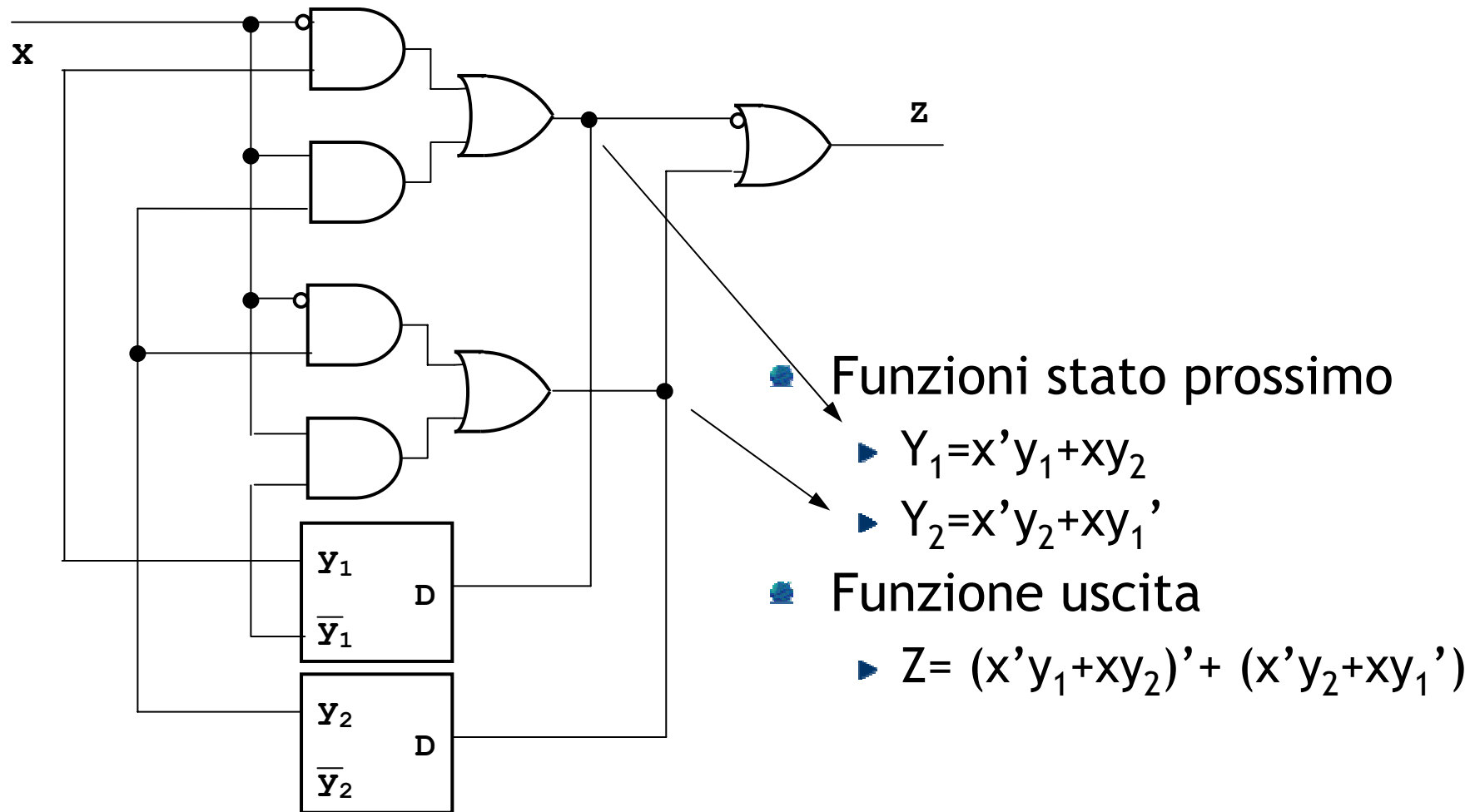


1. Identificazione delle funzioni implementate dalla rete combinatoria
 - ▶ Funzione di eccitazione
 - ▶ Funzione di uscita
 2. Rappresentazione delle funzioni su tabella degli stati
 - ▶ Funzione di stato prossimo
 - ▶ Identificazione del tipo di macchina (Mealy o Moore)
 - ▶ Creazione diagramma degli stati (se richiesto)
- Quando i bistabili non sono di tipo D non è banale la relazione fra ingressi di eccitazione e stato prossimo



Esempio 1: funzioni caratteristiche

Derivare il diagramma degli stati della seguente macchina sequenziale





Esempio 1: tabelle

- La tabella delle transizioni si ricava a partire dalle equazioni

- ▶ $Y_1 = x'y_1 + xy_2$
- ▶ $Y_2 = x'y_2 + xy_1'$
- ▶ $Z = (x'y_1 + xy_2)' + (x'y_2 + xy_1')$

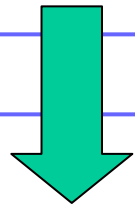


Tabella delle transizioni

		Ingresso X	
		0	1
y1 y2	00	00 / 1	01 / 1
	01	01 / 1	11 / 1
	11	11 / 1	10 / 0
	10	10 / 0	00 / 1

D1=Y1 D2=Y2, Z

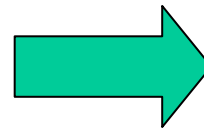


Tabella degli stati

		Ingresso X	
		0	1
Stato presente	S₀	S ₀ /1	S ₁ /1
	S₁	S ₁ /0	S ₂ /1
	S₂	S ₂ /1	S ₃ /0
	S₃	S ₃ /0	S ₀ /0

Stato futuro/ uscita



Esempio 1: diagramma degli stati

- Il diagramma si ottiene dalla tabella degli stati
 - La macchina, come emerge anche dalle equazioni e soprattutto dalla tabella, è di Mealy

Diagramma degli stati

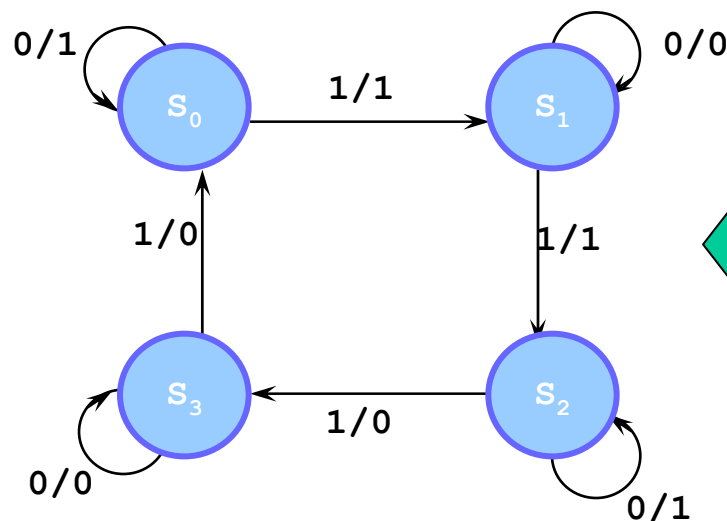


Tabella degli stati

	Ingresso X	
	0	1
s ₀	s ₀ /1	s ₁ /1
s ₁	s ₁ /0	s ₂ /1
s ₂	s ₂ /1	s ₃ /0
s ₃	s ₃ /0	s ₀ /0

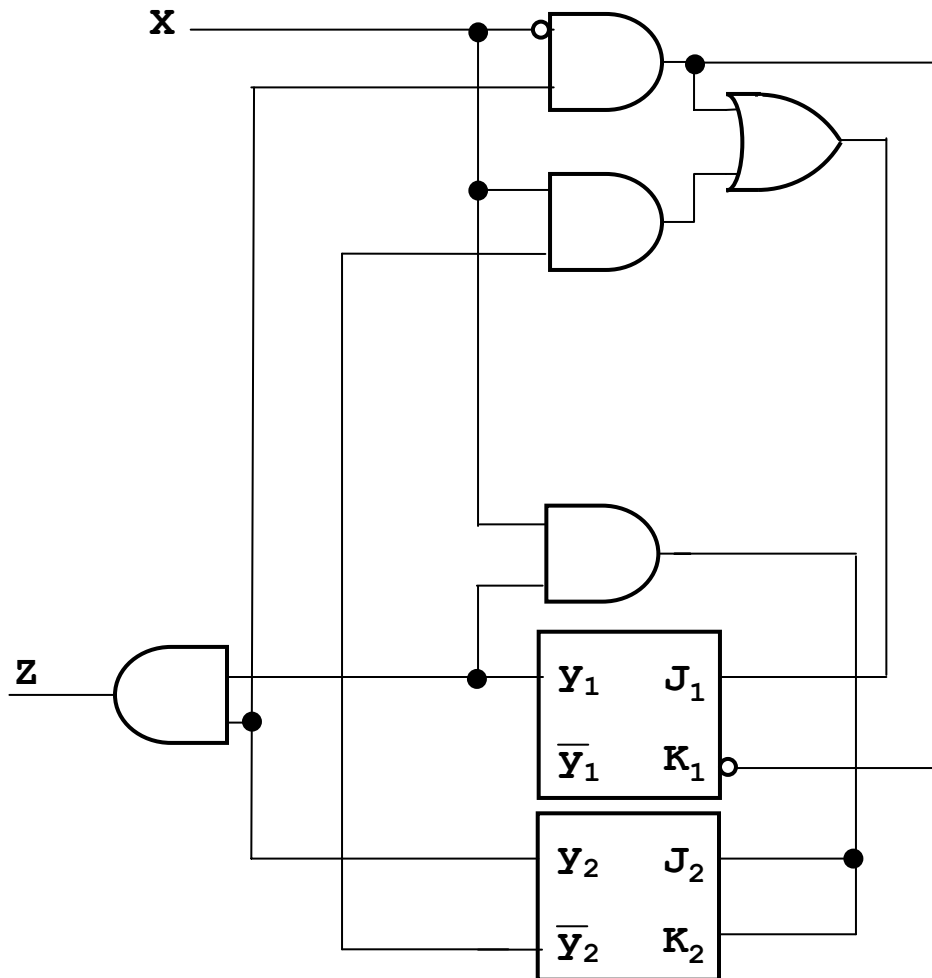
Stato
presente

Stato futuro/uscita

Esempio 2: funzioni caratteristiche



Derivare il diagramma degli stati della seguente macchina sequenziale



■ Funzioni di eccitazione

- ▶ $J_1 = x'y_2 + xy_2'$
- ▶ $K_1 = (x'y_2)' = x + y_2'$
- ▶ $J_2 = K_2 = xy_1$

■ Funzione uscita

- ▶ $Z = y_1y_2$



Esempio 2: derivazione tabelle

- ▶ $J_1 = x'y_2 + xy_2'$
- ▶ $K_1 = (x'y_2)' = x + y_2'$
- ▶ $J_2 = K_2 = xy_1$
- ▶ $Z = y_1y_2$

Q	Q*	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

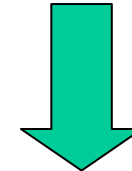
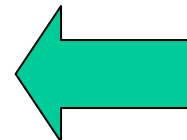


Tabella delle transizioni

Tabella delle eccitazioni

		Ingresso X		
		0	1	
y1 y2	00	00	10	0
	01	11	01	0
	11	11	00	1
	10	00	01	0
		Y1 Y2		Z

Moore



		Ingresso X	
		0	1
y1y2	00	01, 00, 0	11, 00, 0
	01	10, 00, 0	01, 00, 0
	11	10, 00, 1	01, 11, 1
	10	01, 00, 0	11, 11, 0
		J ₁ K ₁ , J ₂ K ₂ , Z	

Esempio 2: diagramma degli stati



Tabella delle transizioni

Ingresso X		uscita Z
y1 y2	0	1
00	00	10
01	11	01
11	11	00
10	00	01

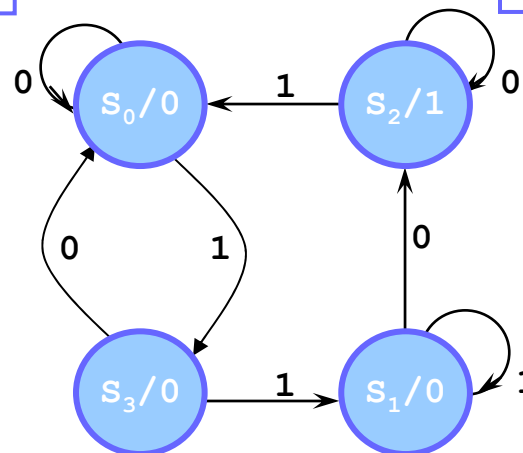
Y1 Y2

Tabella degli stati

	Ingresso X		uscita Z
	0	1	
S₀	S ₀	S ₃	0
S₁	S ₂	S ₁	0
S₂	S ₂	S ₀	1
S₃	S ₀	S ₁	0

Stato
presente

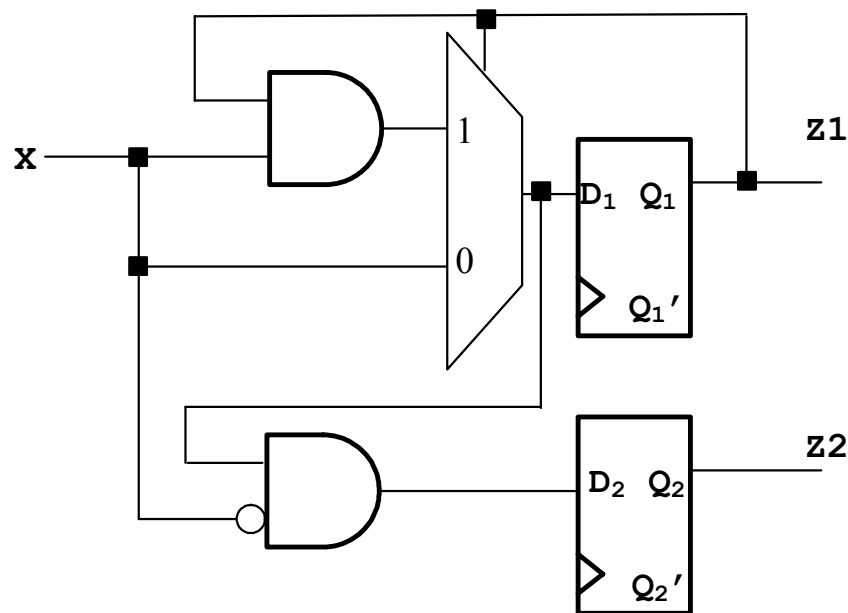
Stato futuro



Esempio 3: Ottimizzazione e re-sintesi



Derivare il diagramma degli stati della seguente macchina sequenziale.
Ottimizzarlo nell'ipotesi di una sintesi facente uso di soli Flip-Flop JK



■ Funzioni di eccitazione

- ▶ $D_1 = Q_1(Q_1X) + X Q_1' = X$
- ▶ $D_2 = X X' = 0$

■ Funzione uscita

- ▶ $Z_1 = Q_1$
- ▶ $Z_2 = Q_2$



Esempio 3: derivazione tabelle

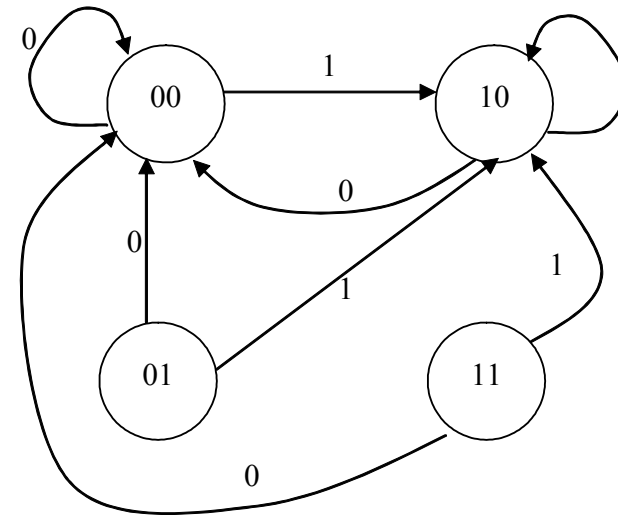
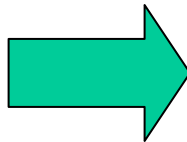
- ▶ $D_1 = Q_1(Q_1X) + X Q_1' = X$
- ▶ $D_2 = X X' = 0$



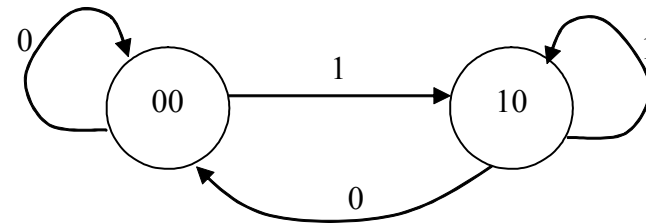
Tabella delle eccitazioni

		Ingresso X	
		0	1
Q_1Q_2	00	00	10
	01	00	10
	11	00	10
	10	00	10

$D_1, D_2 = Z_1, Z_2$



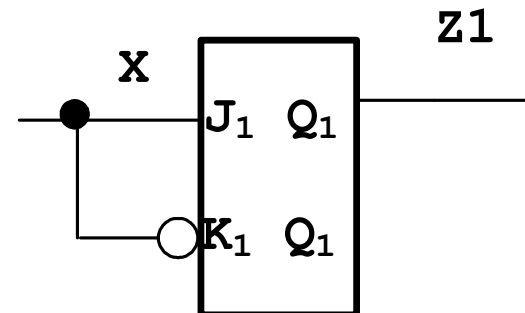
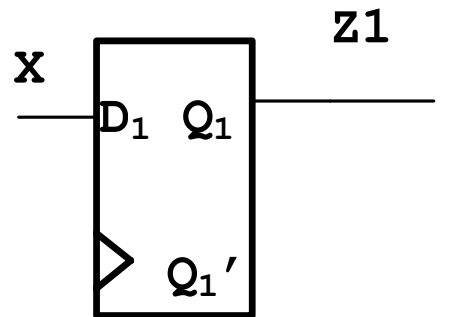
Z2 è sempre bloccato a 0, gli stati 01 e 11 essendo irraggiungibili possono essere eliminati (se non sono uno stato iniziale).



Esempio 3: circuito finale



Il circuito rimane un FF D1 pilotato direttamente da X, decisamente meno complesso di quello di partenza



Z2=0