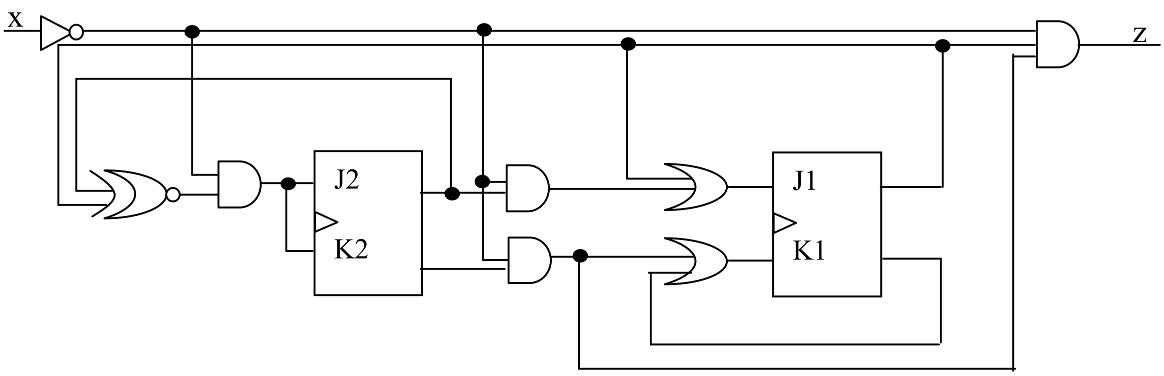
Esercizio 1
Analizzare il seguente circuito sequenziale, seguendo il procedimento illustrato a lezione (inclusa la descrizione verbale delle sequenze riconosciute).



Soluzione

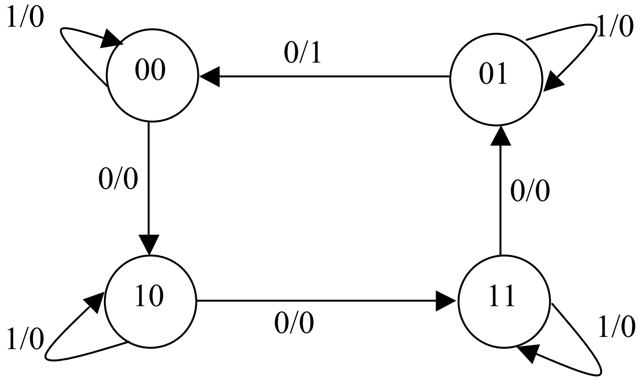
1) dall'analisi della parte combinatoria del circuito, ricaviamo le espressioni booleane per le funzioni di eccitazione dei FF e per la funzione di uscita: (per la complementazione uso la sottolineatura):

$J2 = K2 = \underline{x}(\underline{y_1 XOR y_2})$
$J1 = \underline{x}\ y_2 + y_1$
$K1 = \underline{x}\ \underline{y_2} + \underline{y_1}$
$z = \underline{x}\ \underline{y_2}\ y_1$

2) Ricavare la tabella degli stati futuri (state transition table):

xy_2y_1	z	J2K2	J1K1	Y2Y1
000	0	1 1	0 1	1 0
001	1	0 0	1 1	0 0
010	0	0 0	1 1	1 1
011	0	1 1	1 0	0 1
100	0	0 0	0 1	0 0
101	0	0 0	1 0	0 1
110	0	0 0	0 1	1 0
111	0	0 0	1 0	1 1

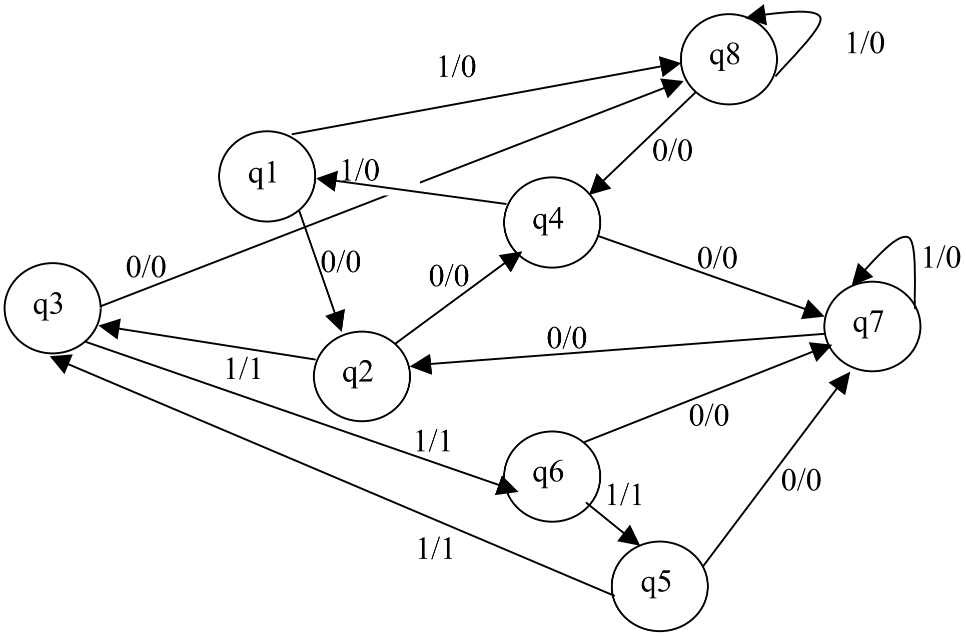
L'automa relativo alla tabella è:



L'automa non è minimizzabile.
L'automa rappresenta un contatore mod 4 degli 0 su una linea x. La sequenza di conteggio è 00-10-11-01-00-….
La rete emette 1 in uscita dopo aver ricevuto 4 volte 0.

Esercizio 2

Dato il seguente automa:



- minimizzare l'automa usando la tabella triangolare
- disegnare l'automa minimo

Soluzione:

L'automa in forma tabellare è:

	0	1
Q1	Q2/0	Q8/0
Q2	Q4/0	Q3/1
Q3	Q8/0	Q6/1
Q4	Q7/0	Q1/0
Q5	Q7/0	Q3/1
Q6	Q7/0	Q5/1
Q7	Q2/0	Q7/0
Q8	Q4/0	Q8/0

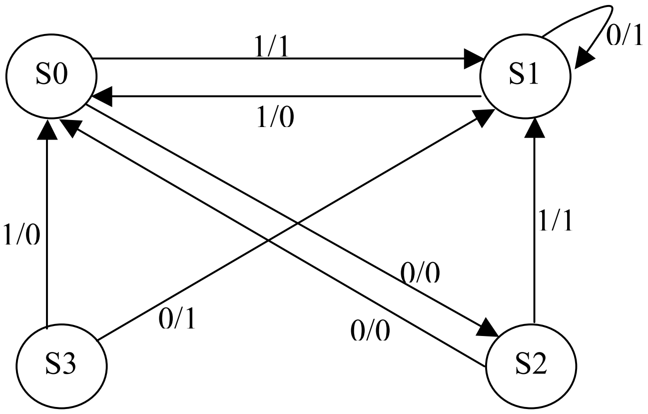
La tabella triangolare è:

Q2	X						
Q3	X	(3,6)(4,8)					
Q4	(2,7)(1,8)	X	X				
Q5	X	(4,7)	(7,8)(3,6)	X			
Q6	X	(4,7)(3,5)	(7,8)(5,6)	X	(3,5)		
Q7	(7,8)	X	X	(1,7)(2,7)	X	X	
Q8	(2,4)	X	X	(1,8)(4,7)	X	X	(2,4)
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7

Dopo una seconda analisi della tabella triangolare si vede che non ci sono stati equivalenti.

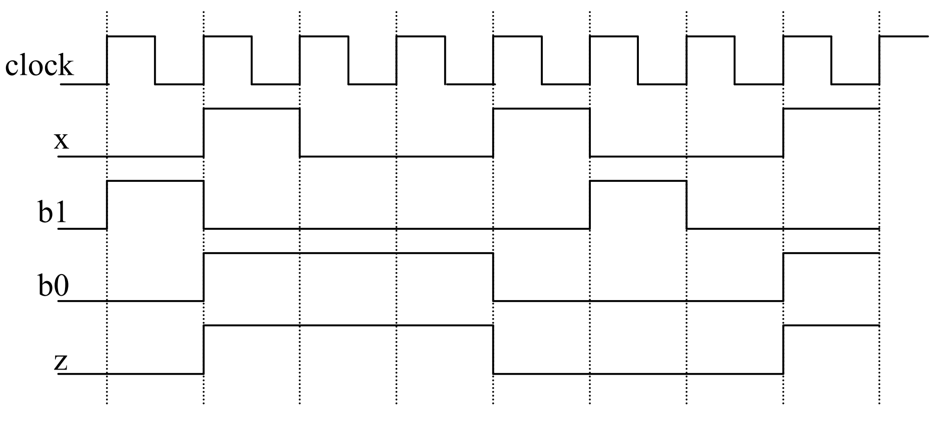
Esercizio 3

Dato l'automa:



a) disegnare il diagramma temporale per la sequenza di ingresso 01001001 specificando stati e ed uscita (cioè, per ogni input, diagrammare Q1Q0 che rappresentano lo stato dell'automa, e Y che rappresenta l'uscita emessa);
b) minimizzare l'automa e, seguendo lo schema di sintesi, progettare la rete sequenziale usando flip-flop di tipo D e disegnarla.

Soluzione
a) Codificando gli stati con due bit, b1b0, come: S0=00 S1=01 S2=10 S3=11 si ottiene il diagramma temporale:



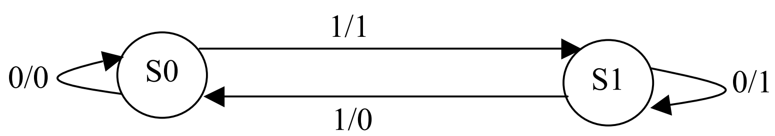
b) L’automa può essere rappresentato dalla seguente tabella:

	0	**1**
S0	S2/0	S1/1
S1	S1/1	S0/0
S2	S0/0	S1/1
S3	S1/1	S0/0

Per minimizzare si utilizza la tabella triangolare:

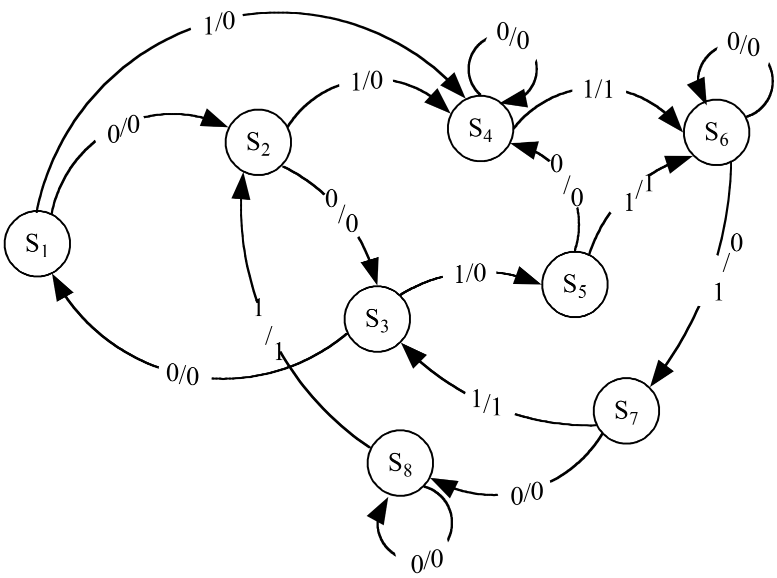
S1	X		
S2		X	
S3	X		X
	S0	S1	S2

L’automa minimo si presenta come:



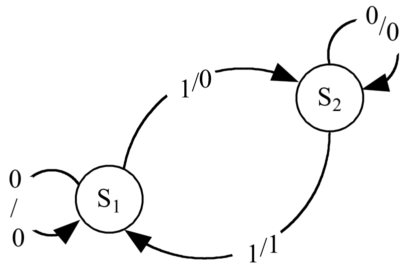
e rappresenta un controllore di parità.

Esercizio 4
Minimizzare il seguente automa:



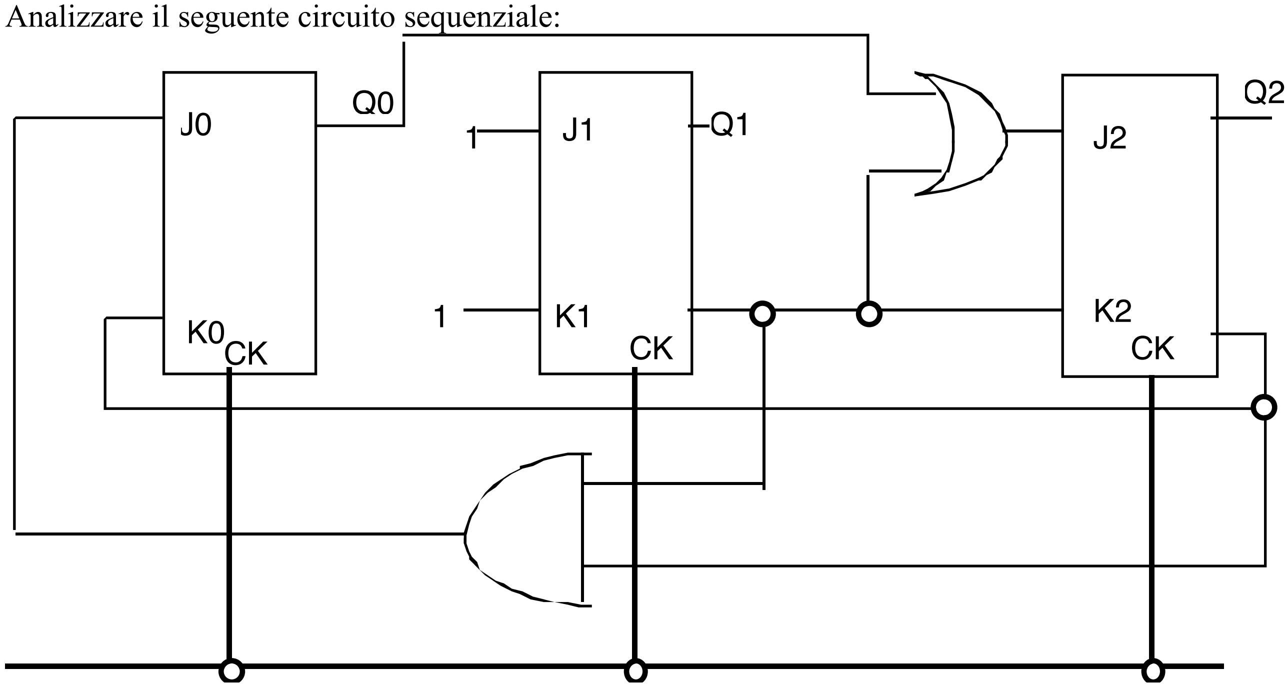
Soluzione (parziale)

L'automa minimizzato è costituito da due soli stati $S_1' = \{ S_1, S_2, S_3, S_6 \}$ e $S_2' = \{ S_4, S_5, S_7, S_8 \}$:



Esercizio 5

Analizzare il seguente circuito sequenziale:



Derivare l'automa a stati finti che rappresenta il funzionamento del circuito.

Soluzione (parziale)

Si ricavano dapprima le espressioni booleane degli input JK dei 3 FF.

$J0 = not(Q1)not(Q2) K0 = not(Q2)$

$J1 = K1 = 1$

$J2 = Q0 + not(Q1) K2 = not(Q1)$

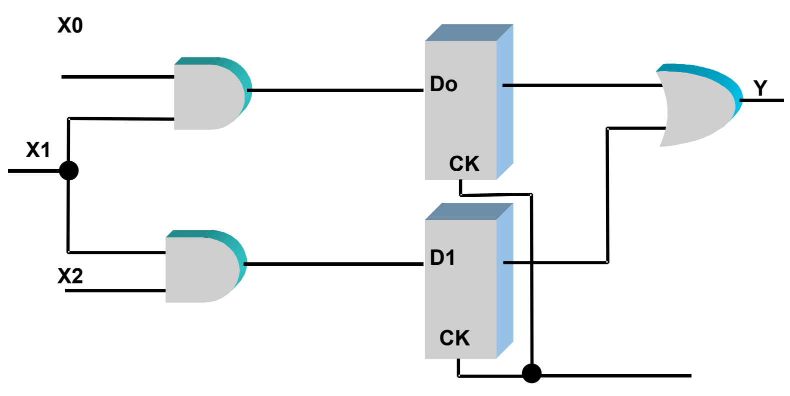
Quindi si ricava la tabella degli stati futuri e l'automa.

Si (Q2Q1Q0) stato di partenza	J2K2 J1K1 J0K0	Sj stato di arrivo
000	11 11 11	111
001	11 11 11	110
010	00 11 01	000
011	10 11 01	100
100	eccetera!!!!	010
101		011
110		100
111		101

La sequenza contata è 000 111 101 011 100 010 000…
Si noti che, qualora il sistema erroneamente ricada in uno stato non incluso nella sequenza, comunque "ricade" successivamente nel ciclo previsto.

Esercizio 5

Sia dato il seguente circuito, con valore iniziale dei FF a 0.



Soluzione

Abbiamo 2 FF e 4 possibili valori memorizzati su Q1 e Q0: 00,01,10,11. Possiamo ad esempio assegnare la seguente codifica:

$$S0 \rightarrow 00,\ S1 \rightarrow 01,\ S2 \rightarrow 10,\ S3 \rightarrow 11$$

Inoltre $D_0 = X_0X_1$, $D_1 = X_1X_2$, $Y = Q_0 + Q_1$.

La tabella degli stati futuri sarebbe piuttosto laboriosa da scrivere, perché ci sono 3 input e 2 FF, per un totale di 5 variabili indipendenti che darebbero luogo a 32 combinazioni. Tuttavia possiamo due fatti:

- D0 e D1 all'istante t non dipendono da Q0 e Q1 all'istante t. Quindi, usando FF di tipo D (in cui l'output rispecchia l'input), possiamo dire che lo stato futuro dipende solo dallo stato presente.
- l'output all'istante t dipende solo dallo stato all'istante t.

Pertanto, invece che scrivere una tabella "grande" possiamo scrivere le seguenti due tabelle "piccole":

X2 X1 X0 (t)	**D1 D0 (t)**	**Q1 Q0 (t+1)**
0 0 0	0 0	0 0
0 0 1	0 0	0 0
0 1 0	0 0	0 0
0 1 1	0 1	0 1
1 0 0	0 0	0 0
1 0 1	0 0	0 0
1 1 0	1 0	1 0
1 1 1	1 1	1 1

Q1 Q0 (t)	**Y(t)**
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

Da ciò possiamo ricavare l’automa di Mealy desiderato:

	000	**001**	**010**	**011**	**100**	**101**	**110**	**111**
S0	S0/0	S0/0	S0/0	**S1/0**	S0/0	S0/0	**S2/0**	S3/0
S1	S0/0	S0/0	S0/0	S1/1	S0/0	S0/0	S2/1	S3/1
S2	S0/0	S0/0	S0/0	S1/1	S0/0	S0/0	S2/1	S3/1
S3	S0/0	S0/0	S0/0	S1/1	S0/0	S0/0	S2/1	S3/1

Minimizziamo l'automa. Osserviamo che:

- S0 è distinguibile da tutti gli altri stati poiché dà output 1 in ogni transizione uscente;
- Tutti gli altri stati sono equivalenti poiché, a fronte dello stesso input, transitano nello stesso stato dando lo stesso output.

S1	X		
S2	X		
S3	X		
	S0	S1	S2

Pertanto l’automa minimo è: